ISSN 2073-8730

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВІ ПРАЦІ

ВИПУСК 38

ТОМ 2



ОДЕСА

2010

Міністерство освіти і науки України

НАУКОВІ ПРАЦІ ОНАХТ

Випуск 38, том 2, 2010

Наукове видання

серія

Технічні науки

Засновник:
Одеська національна академія харчових технологій

Засновано в Одесі
у 1937 р.
Відновлено з 1994 р.

Наукові праці ОНАХТ входять до нового Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися основні результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Бюлетень ВАК України, № 5, 2010)

Головний редактор *Єгоров Б.В.*, д-р техн. наук, професор
Заступник головного редактора *Капрельянц Л.В.*, д-р техн. наук, професор
Відповідальний редактор *Станкевич Г.М.*, д-р техн. наук, професор

Редакційна колегія:

Амбарцумянц Р.В., д-р техн. наук, проф.
Безусов А.Т., д-р техн. наук, проф.
Бурдо О.Г., д-р техн. наук, проф.
Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, проф.
Гапонюк О.І., д-р техн. наук, проф.
Гладушняк О.К., д-р техн. наук, проф.
Дідух Н.А., д-р техн. наук, доц.
Жуковський Е.Й., д-р техн. наук, проф.
Іоргачова К.Г., д-р техн. наук, проф.
Моргун В.О., д-р техн. наук, проф.
Осипова Л.А., д-р техн. наук, доц.
Тележенко Л.М., д-р техн. наук, проф.
Черно Н.К., д-р техн. наук, проф.
Харківський Д.Ф., д-р екон. наук, проф.

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Реєстраційне свідоцтво
КВ № 12577-1461 ПР
від 16.05.2007 р. Видано
Міністерством юстиції України

Усі права захищені.
Передрук і переклади дозволяються лише зі згоди автора та редакції

Рекомендовано до друку Ученою радою Одеської національної академії харчових технологій, протокол № 9 від 2.03.2010 р.

Мова видання:
українська, російська, англійська

ББК 36.81 + 36.82

УДК 663 / 664

Одеська національна академія харчових технологій
Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій
Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2010. – Вип. 38. – Том. 2. – 466 с.

Адреса редакції:
вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

© Одеська національна академія харчових технологій, 2010 р.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ І ГІДРОБІОНТІВ

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ЯГІД ЧОРНИЦІ НА ВМІСТ ФЛАВОНОЇДІВ У СОКУ
Хомич Г.П., Капрельянц Л.В. 4

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НАПОЇВ НА ОСНОВІ ЗБРОДЖЕНОГО БЕРЕЗОВОГО СОКУ
Рогова Н.В., Пилипенко Л.М. 8

НОВИЙ ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ НАПІЙ НА ОСНОВІ БЕРЕЗОВОГО СОКУ
Дроздов О.І., Шапкіна К.І. 11

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРЕССОВО-ДИФФУЗИОННОГО МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ СОКОВ
Ильева Е.С., Мельник И.В. 14

СУЧАСНІ МЕТОДИ ОТРИМАННЯ СОКІВ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ НАПОЇВ З ВИСОКИМ ВМІСТОМ БАР
Суткович Т.Ю., Плахотін В.Я. 19

ЕКСТРАКТ ЗЕЛЕНОГО ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА – ПЕРСПЕКТИВНИЙ КОМПОНЕНТ ДЛЯ СТВОРЕННЯ НАПОЇВ З БАР
Тюрікова І.С. 23

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЗАБАРВЛЕННЯ РОЗЧИНІВ КРІАС-ПОРОШКУ З ЧОРНОПЛІДНОЇ ГОРОБИНИ
Туз Н.Ф., Артамонова М.В., Лисюк Г.М. 27

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ЯГОД
Черевко А.И., Одарченко А.Н., Мищенко Т.В., Звягинцева А.Л. 30

ВИКОРИСТАННЯ ВОДОРОЗЧИННОГО КАРОТИНУ ТА БОРОШНА ПРИ СТВОРЕННІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ НАПОЇВ
Жулінська О. В., Пересічний М.І., Кричковська Л.В. 34

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПЛОДІВ БУЗИНИ ЧОРНОЇ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НЕКРІПЛЕНИХ ВИНОМАТЕРІАЛІВ З НИХ
Токар А.Ю. 37

ОТРИМАННЯ ФРУКТОВИХ ТА ОВОЧЕВИХ КОНЦЕНТРАТІВ ДЛЯ ЗАБАРВЛЕННЯ SPA-НАПОЇВ
Бурдо А.К., Тележенко Л.М., Михайлова К.А. 42

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИРОВИНИ З МЕТОЮ ВИКОРИСТАННЯ ЇЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ
Белінська К. О., Фалендиш Н. О., Ковбаса В. М., Терлецька В. А., ... 45

АРОМАТИЗАЦИЯ ГОМОГЕНИЗИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
Дубова Г.Е. 48

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН ІЗ СВІЖИХ ЯБЛУЧНИХ ВИЧАВОК
Нікітчіна Т.І. 52

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАБАРВЛЮВАЛЬНОГО КОНЦЕНТРАТУ З БУРЯКУ У ВИРОБНИЦТВІ ЖЕЛЬОВАНИХ ВИРОБІВ
Павленкова П.П., Топор Г.А. 55

МІКРОБІОЛОГІЧНА БЕЗПЕЧНІСТЬ ПЛОДОВОГО ЖЕЛЕ ІЗ ЗАБАРВЛЮВАЛЬНИМ БУРЯКОВИМ КОНЦЕНТРАТОМ
Павленкова П.П., Труфкаті Л.В., Топор Г.А. 60

КОМПОЗИЦІЙНІ СУМІШІ З ЗЕРНОПРОДУКТІВ «ЄСО» У ТЕХНОЛОГІЯХ ЕМУЛЬСІЙНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ
Кравченко М.Ф., Антоненко А.В. 65

ВЛАСТИВОСТІ МІНОРНИХ РЕЧОВИН ПРЯНО-АРОМАТИЧНОГО СОУСУ І ЇХ РОЛЬ У ХАРЧУВАННІ ЛЮДИНИ
Тележенко Л.М., Жмудь А.В. 69

ТЕХНОЛОГІЯ ОВОЧЕВИХ СТРАВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ШКІЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ
Пересічний М.І., Хлібійчук В.О. 75

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ОВОЩНЫХ ПЮРЕ
Остриков А. Н., Веретенников А. Н. 79

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ЛАМІНАРІЇ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ І ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СОУСУ ЧЕРВОНОГО ОСНОВНОГО
Калугіна І.М., Москвічова О.М. 83

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ МОРКВИ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ПІСЛЯ ОБРОБКИ ЕЛЕКРОХІМІЧНО-АКТИВОВАНОЮ ВОДОЮ
Широкий Є.І., Стоянова О.В., Короленко В.О., Куліш О.М. 87

ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСЕРВАНТА Е-210 В СОКАХ И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКАХ
Бельтюкова С.В., Ливенцова Е.О., Теслюк О.И. 89

ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛИКОМПОНЕНТНЫХ ФРУКТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ
Остриков А.Н., Синюков Д.А. 94

ІННОВАЦІЙНА АКВАНАНОТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЦИТРАТУ ЦИНКУ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ОПРАЦЮВАННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ СКЛАДНИКІВ
Гуліч М.П., Ємченко Н.Л., Єрмоленко В.П., Харченко О.О., Моісеєнко І.Є., Ященко О.В. 97

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ КОНТРОЛЯ ЙОДА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ
Ермоленко В.П., Харченко О.О., Моисеенко И.Е. 102

НОВІ ТЕРМІНОЛОГІЧНІ СТАНДАРТИ ДЛЯ ПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ
Пилипенко Ю.Д., Філіпова Л.Ю., Ракуленко Н.А., Крохальова А.А. 105

ВПРОВАДЖЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ГАЛУЗІ ДЕРЖАВНИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ НА КОНСЕРВОВАНІ ПРОДУКТИ ДИТЯЧОГО ТА ЗАГАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ
Мазуренко І.К. 108

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЕВРОИНТЕГРАЦИИ УКРАИНЫ
Чалая Е.В., Верхивкер Я.Г. 112

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СУХОГО ПОСОЛА ШПРОТА ЧЕРНОМОРСКОГО С ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНОЙ ХЛОРИДА НАТРИЯ
Маноли Т.А., Памбук С.А., Дарчук Е.В. 117

КРІОМЕХАНОАКТИВАЦІЯ ЯК СПОСІБ ОТРИМАННЯ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ РОЗЧИННИХ ПОРОШКІВ ІЗ ГРИБІВ ПЕЧЕРИЦІ
Павлюк Р.Ю., Погарська В.В., Наконечна Ю.Г., Барабаш А.Ю., Леухіна Л.В., Гураль Л.С. 121

РОЗДІЛ 2
БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА БАД

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ТРАНСГЛУТАМИНАЗЫ
Капрельянц Л.В., Шпырко Т.В., Зиновьев А.А.. 127

МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАГАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АДСОРБЕНТІВ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ
Капрельянц Л.В., Тіщенко В.М., Шалигін О.В., Гоцуленко М.І. 131

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ ОЛИГОСАХАРИДОВ ПРЕБИОТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ И ИХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА
Безусов А.Т., Пилипенко И.В., Средницкая З.Ю. 134

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ МОРКОВИ И ЗЕЛЕНИ ДЛЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ БАД
Кобелева С.М., Труфкати Л.В. 140

ПРИМЕНЕНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ ДРОЖЖЕВОЙ БИОМАССЫ
Величко Т.А., Килименчук Е.А. 145

ПРОГНОЗУВАННЯ УМОВ ДОСЯГНЕННЯ КОНФОРМАЦІЙНОЇ РІВНОВАГИ І ТЕРМОДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ В СИСТЕМАХ «AlgNa-Ca^{2+}»
Пивоваров П. П., Оковитий С. І., Пивоваров Є. П., Кондратюк Н. В., Калашнікова К. І. 148

ДЕЯКІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРОШКІВ
Снєжкін Ю.Ф., Петрова Ж.О., Гетманюк К.М., Самойленко О.П. 152

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ РАФІНАЦІЇ ОЛІЙНИХ РОЗЧИНІВ В-КАРОТИНУ
Бєлінська А.П., Кричковська Л.В., Зекунова Т.І. 157

НОВІ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛЕЦИТИНУ
Долінський А.А., Шаркова Н.О., Авдєєва Л.Ю., Жукотський Е.К. 160

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ *RHODOCOCCUS ERYTHROPOLIS* ЕК-1
Пирог Т.П., Морозова А.П., Кундеев М.Д. 163

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ МАСИ ОБОЛОНОК КАПСУЛ, ОДЕРЖАНИХ ШЛЯХОМ ІОНОТРОПНОГО ГЕЛЕУТВОРЕННЯ
Пивоваров Є.П., Нагорний О.Ю. 166

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОДУКТИ І ЇХ РОЛЬ У ХАРЧУВАННІ ЛЮДИНИ
Корзун В.Н., Тихоненко Ю. С. 173

РОЗДІЛ 3
РОЗРОБКА ТА ОСВОЄННЯ М'ЯСНИХ І МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ НОВИХ ВИДІВ

ГОМОПРОБИОТИКИ ДЛЯ КОРМЯЩИХ МАТЕРЕЙ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ
Килименчук Е.А., Дзема В.Г., Антонова Ю.Н., Македонская Т.И. 180

ПОДБОР КОМБИНАЦИЙ ЗАКВАСОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА «ОСОБЫЙ», ВЫРАБОТАННОГО ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА
Рыжкова Т.Н. 185

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЙОГУРТІВ ІЗ ВМІСТОМ БЕТА-КАРОТИНУ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ
Варанкіна О.О., Кричковська Л.В. 191

ПРО БЕЗПЕКУ ТА МІКРО- І МАКРОЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД МОЛОКА І МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ РИНКУ УКРАЇНИ
Гуліч М.П., Ємченко Н.Л., Верченко Т.В., Малижева Т.Д., Ольшевська О.Д., Ятченко О.О., Ященко О.В., Єрмоленко В.П., Моісеєнко І.Є. 194

ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ І ТІАМІНСИНТЕЗУЮЧА АКТИВНІСТЬ ПРОБІОТИЧНИХ ШТАМІВ ЛАКТОБАКТЕРІЙ У СКЛАДІ ЛІОФІЛІЗОВАНИХ ПРЕПАРАТІВ ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ
Страшнова І. В. 199

ВПЛИВ БІФІДОФЛОРИ НА АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ФЕРМЕНТОВАНИХ СИНБІОТИЧНИХ МОЛОЧНИХ НАПОЇВ
Голуб Б.О., Даниленко С.Г., Рудавська Г.Б. 203

ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРЕН ВІВСА, ПРОСА ТА ЛЬОНУ В

ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ХАРЧОВОЇ КОМПОЗИЦІЇ ДЛЯ СМУЗІ РАДІОЗАХИСНОЇ ДІЇ
Пересічний М.І., Неіленко С.М. 207

ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА МАСЛЯНО-ФРУКТОВИХ КОКТЕЙЛІВ ОЗДОРОВЧОГО СПРЯМУВАННЯ
Рудавська М.В., Павлишин М.Л., Маланій О.І. 210

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОССТАНОВЛЕННОГО МОЛОКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ СПОСОБОМ ТЕРМОКИСЛОТНОЙ КОАГУЛЯЦИИ
Шингарёва Т.И., Скапцова Н.А. 213

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАШТЕТНИХ КОНСЕРВІВ З БІЛОКВМІСНИМИ НАПОВНЮВАЧАМИ
Пасічний В.М., Жабіна О.В., Ястреба Ю.А. 219

ВПЛИВ ПРИРОДНИХ ГІДРОКОЛОЇДІВ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ШВИДКОЗАМОРОЖЕНИХ М'ЯСНИХ СИСТЕМ
Д'яконова А.К., Павленкова П.П. 223

ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ ФАРШІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОНІЗОВАНИХ ЗЕРЕН ДЛЯ ХАРЧУВАННЯ СТУДЕНТІВ
Пересічний М.І., Кравченко І.В. 228

НОВЕ В ТЕХНОЛОГІЯХ ОВОЧЕВИХ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ
Калакура М.М., Щирська О.В. 231

ТОВАРОЗНАВЧА ОЦІНКА НОВИХ ВИДІВ ЕКСТРУДОВАНИХ ЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ
Мардар М.Р., Валевська Л.О. 234

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ТОНІЗУЮЧИХ НАПОЇВ ТА ДРЕСІНГІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ ТА НАНОСТРУКТУРОВАНОГО ПЛОДООВОЧЕВОГО ПЮРЕ
Павлюк Р.Ю., Погарська В.В., Берестова А.А., Крячко Т.В., Лавриненко В.В. 239

ОБОСНОВАНИЕ СООТНОШЕНИЯ КОРОВЬЕГО И КОЗЬЕГО МОЛОКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕФИРА ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ
Дидух Н.А., Романченко С.В. 244

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФЕРМЕНТАЦІЇ ЗНЕЖИРЕНОГО МОЛОКА У БІОТЕХНОЛОГІЇ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ
Дідух Н.А., Назаренко Ю.В. 250

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ МОРОЗИВА ГЕРОДІЄТИЧНОГО

ПРИЗНАЧЕННЯ
Шарахматова Т.Є., Шкарупета В.М. 255

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОВОГО ОБРОБЛЕННЯ МОЛОКА НА БІОЛОГІЧНУ ЦІННІСТЬ БІФІДОВМІСНИХ М'ЯКИХ СИРІВ
Дідух Н.А., Лисогор Т.А., Могилянська Н.О. 260

РОЗРОБКА ПАРАМЕТРІВ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНОВИХ ДОБАВОК ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНО-РОСЛИНИХ ПРОДУКТІВ
Ізбаш Є.О., Моргун В.О., Марінєску Н.Г. 265

ВИЗНАЧЕННЯ РОСЛИННИХ ЖИРІВ В ВЕРШКОВОМУ МАСЛІ
Могилянська Н.О., Лисогор Т.А., Дідух Н.А. 268

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ХАРЧОВОГО КАЗЕЇНУ
Чабанова О.Б., Недобійчук Т.В., Скрипніченко Д.О. 274

РОЗДІЛ 4
НОВІ ТЕХНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ У ВИНОРОБСТВІ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНОГРАДА ТЕХНИЧЕСКИХ СОРТОВ КЛОНОВОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮГА УКРАИНЫ
Ткаченко О.Б., Гержикова В.Г., Погорелов Д.Ю., Владимирова Л.Г., Щербина В.А. 284

ХАРАКТЕРИСТИКА ЯКОСТІ ВИНОМАТЕРІАЛІВ ІЗ ЯГІД СУНИЦІ
Орел О.В. 287

ВПЛИВ ГЕНЕРАЦІЇ ДРІЖДЖІВ НА ПРОЦЕС БРОДІННЯ ПИВНОГО СУСЛА
Кошова В.М., Пилипенко С.А., Мацулевич Н.Є. 291

ВПЛИВ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ЯБЛУНІ У КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ НА ХІМІЧНИЙ СКЛАД ПЛОДІВ ПРИ ЇХ ВИКОРИСТАННІ У ВИРОБНИЦТВІ СИДРУ
Луканін О.С., Байлук С.І., Петреченко С.В., Плаксюк Л.Б., Комашенко М.М., Точона О.А. 296

ПОЛУЧЕНИЕ БИОГАЗА ИЗ ОТХОДОВ И СТОЧНЫХ ВОД ВИНОДЕЛЬЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
Домарецкий В.А., Куц А.М., Билько М.В., Мельник И.В. 300

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ВИН С НАИМЕНОВАНИЕМ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ В МОЛДОВЕ
Кисиль М.Ф., Кисиль С.М., Братко Д.Н. 305

ЕВРОПЕЙСКИЙ ВИННЫЙ РЫНОК
Загоруйко В.А. 309

АСИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КОМПОНЕНТЫ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СРЕД
Гулиев Ш.Р., Демьянчук Б.А., Загоруйко В.А. 313

РОЗДІЛ 5
СТВОРЕННЯ НОВОГО ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ, ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ, ТЕОРІЇ, МЕТОДІВ ЇХ РОЗРАХУНКУ ТА ПРОЕКТУВАННЯ. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ГІДРАТАЦІЇ ПРИ ОЧИЩЕННІ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКУ
Осадчук П.І., Кудашев С.М. 321

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ КОПЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
Шведов В.В., Бурдо О.Г., Саламаха В.И. 324

ВПЛИВ ЯВИЩА ВІДТОРГНЕННЯ СОЛЕЙ ПРИ БЛОЧНОМУ ВИМОРОЖУВАННІ РОЗЧИНУ В ОСЦИЛЮЮЧОМУ РЕЖИМІ НА ПОКАЗНИКИ ОПРІСНЕНОЇ ВОДИ
Бурдо О.Г., Офатенко О.О. 326

КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ
Бурдо О.Г., Буйвол С.М., Бандура В.М. 330

ДОСЛІДЖЕННЯ КРИСТАЛОУТВОРЕННЯ В УМОВАХ ПРОМИСЛОВОЇ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЦУКРУ У ВАКУУМ-АПАРАТАХ
Ушан О.Є., Савич А.Н. 333

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИОННО-КОГЕЗИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ
Всеволодов А.Н., Гладушняк А.К. 337

ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫЙ НАГРЕВ В КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССАХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖАРЕНОЙ И ЗАПЕЧЕННОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ
Михайлов В. М., Дьяков А.Г., Бабкина И.В., Шевченко А.А. 344

ИССЛЕДОВАНИЕ КОАКСИАЛЬНОГО ПРЕССА
Иваненко А.В., Тенюх К.М., Кушнир В.В., Сологуб О.А. 352

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ЗАО «ОДЕССКИЙ ЗАВОД ШАМПАНСКИХ ВИН» И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЭНЕРГОЗАТРАТ
Титлов А.С., Васылив О.Б., Ткаченко Д.П. 356

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧКИ СУДНА НА ПРОЦЕССЫ ГРАВИТАЦИОННОГО ПЛЕНОЧНОГО ТЕЧЕНИЯ РАБОЧЕГО ТЕЛА В ТЕПЛООБМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ (АХА)
Очеретяный Ю.А, Кирилов В.Х., Титлов А.С. 365

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССООБМЕНА ГЕНЕРАТОРНЫХ УЗЛОВ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ (АХА)
Очеретяный Ю.А., Кирилов В.Х., Титлов А.С. 372

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ОХЛАЖДЕНИЯ БИТОЙ ПТИЦЫ
Титлов А.С., Васылив О.Б., Горыкин С.Ф., Савинок О.Н. 379

К РАСЧЕТУ ПАРОВЫХ ТУРБИН НА НИЗКОКИПЯЩИХ РАБОЧИХ ТЕЛАХ
Карасев В.П., Черненко Д.В., Морозов Н.В., Жуйков Д.А., Титлов А.С. 382

ПАРОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ НА НИЗКОКИПЯЩЕМ РАБОЧЕМ ТЕЛЕ
Мелкозеров М.Г., Зуев А.А., Делков А.В., Ходенков А.А. 387

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИКЛОВ НАСОСНЫХ И БЕЗНАСОСНЫХ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ
Ищенко И.Н. 393

СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ УПАКОВКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ: ВЛАСТИВОСТІ І ЕКОЛОГІЯ
Соколов О. Д. 405

РОЗРОБКА КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ МЕТАЛЕВОЇ ТАРИ ВІД КОРОЗІЇ
Андріянов О.Д., Кузнєцова І.О., Янченко К.А. 410

ПЛАСТМАССЫ ХОЛОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Иванова Л.А., Гараев М.Б. 414

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПОВЕРХНІ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ ПРОТИ КОРОЗІЇ І ФРЕТИНГУ
Соколов О.Д., Маннапова О. В. 418

КВАНТОВО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТРОЙНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СПЛАВОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СОДЕРЖАНИЯ ВАНАДИЯ
Андреянов А.Д., Кузнецова И.А. 422

СИНТЕЗ ДВУХКОЛЕСНОГО ЗУБЧАТО-РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА ПО ВЕЛИЧИНЕ ОБРАТНОГО ХОДА ВЫХОДНОГО ЗВЕНА
Амбарцумянц Р.В., Тутаев С.В. 425

ОБРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ MATLAB ПРИ ПОШУКУ ЕФЕКТИВНИХ МАСТИЛ
Ліщенко Н.В. 429

РОЗДІЛ 6
ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ І ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

ОЦЕНИВАНИЕ «НОУ-ХАУ» НА ПРИМЕРЕ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Котлик С.В., Малых Е.С. 434

ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТОК ІНТЕГРОВАНИХ ОБ'ЄДНАНЬ В АПК ТА ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ
Скопенко Н.С. 438

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ
Осадчук І.В., Задорожний А.В. 443

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ В УКРАИНЕ
Волошина Т.Н., Дьяконова А.К.,Свиноренко Е.Н. 445

ОСОБЛИВОСТІ СВІТОВОГО ТА НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАКОНОДАВСТВА ЩОДО ЯКОСТІ СПРЕДІВ
Мадані М. М., Плотнікова К. О. 449

РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОЇ МЕТОДИКИ СЕНСОРНОЇ ОЦІНКИ КАВИ НАТУРАЛЬНОЇ РОЗЧИННОЇ
Кунділовська Т.А., Коцієвська К.В. 453

Наукове видання

НАУКОВІ ПРАЦІ

В И П У С К 38 ТОМ 2

Головний редактор, д-р техн. наук Б.В.Єгоров
Заст. головного редактора, д-р техн. наук Л.В.Капрельянц
Відповідальний редактор, д-р техн. наук Г.М. Станкевич
Технічний редактор Т.Л.Дьяченко

Збірник засновано в Одесі у 1937 р. Відновлено з 1994 р.
Реєстраційне свідоцтво КВ № 12577-1461 ПР
від 16.05.2007 р. Видано Міністерством юстиції України

Підписано до друку 6.09.2010 р. Формат 60×84/8. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 23,3. Тираж 100 прим. Замовлення 327.

Віддруковано ФОП Попова Н.М., м. Одеса, вул. Варненська, 1/1

РОЗДІЛ 1

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ І ГІДРОБІОНТІВ

УДК 664.857:663.952.031.4

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ЯГІД ЧОРНИЦІ НА ВМІСТ ФЛАВОНОЇДІВ У СОКУ

[1]Хомич Г.П., канд. техн. наук, доцент, [2]Капрельянц Л.В., д-р техн. наук, професор
[1]ВНЗ Укоопспілки „Полтавський університет економіки і торгівлі”,
[2]Одеська національна академія харчових технологій

У статті наведено результати досліджень обробки мезги чорниці ферментними препаратами для кращого вилучення флавоноїдів. Запропоновано для підвищення виходу соку і збагачення його біологічно активними речовинами застосування мультиензимної композиції ферментних препаратів.

In the article the results of researches of treatment of pulp blackberries are resulted by enzymes preparations a purpose is exception of greater flavonoidiv. It this offered the muityenzyme composition of enzymic preparations is offered for increase of the output of juice and enrichment of its biologically active substances.

Ключові слова: чорниця, ферментні препарати пектолітичної та целюлолітичної дії, мультиензимна композиція, флавоноїди.

Проблемою сучасності є істотне погіршення стану здоров’я та скорочення тривалості життя населення, особливо в Україні. Це пов’язано зі значною кількістю техногенних катастроф, забрудненням навколишнього середовища, низькоякісними продуктами харчування, які лише на 50 % задовольняють фізіологічні потреби людини в незамінних мікронутрієнтах, тому що в них відсутні природні біологічно активні сполуки, а мікробіальна стійкість забезпечується хімічними консервантами, які також негативно впливають на здоров’я людини.

Плоди та ягоди дикорослої сировини є джерелом природного комплексу біологічно активних речовин, які позитивно впливають на людський організм. Вони – постачальники вітамінів, мінеральних речовин, фенольних сполук, пектинових речовин, що володіють широким спектром біологічної дії (гіпотензивної та судинозміцнювальної, радіопротекторної, дезинтоксикаційної та ін.). Серед барвних речовин дикорослої сировини, яким притаманна біологічна активність, переважають флавоноїди, які представлені оксикоричними кислотами, флавонолами та їх похідними, а також антоціанами [1,2].

Ягоди чорниці звичайної містять: вуглеводи (глюкозу, сахарозу, фруктозу, пектини), органічні кислоти (лимонну, молочну, яблучну, янтарну, щавелеву), вітаміни (А, В, С, РР), макро- та мікроелементи (залізо, селен, кобальт, мідь, цинк та ін.), дубильні речовин, рутин. До складу чорниці входять також антоціани і феноли, властивості яких ще не вивчені повністю, але доведено, що за допомогою цих речовин організм протистоїть процесам старіння й утворенню пухлин [3]

В ягодах чорниці виявлено найбільш широкий спектр антоціанів, вони побудовані з 3-О- галактозидів, 3-О-глюкозидів і 3-О-арабінозидів дельфінідину, ціанідиу, петуніїдиу, пеонідиу і мальвідиу [4]. Антоціанідіни та їх глікозидні форми є сильними антиоксидантами, які проявляють і антиканцерогенні властивості [5].

Інтерес до антоціанів обумовлюється тим, що більшість із них при споживанні зменшують ризик серцево-судинних захворювань і попереджують деякі хронічні хвороби. Тому при переробці чорниці велике значення має комплексний підхід для збереження у продуктах харчування корисних речовин, на які так багата ця лісова ягода.

Метою роботи було дослідження впливу попередньої обробки ягід чорниці на перехід флавоноїдів із сировини у готовий продукт при виробництві соків.

Предметом досліджень були ягоди і соки з чорниці та ферментні препарати пектолітичної (Пектофоетидин П10х) і целюлолітичної (Целотерин Г3х) дії.

Вибір саме цих ферментів був не випадковим, враховуючи, що за хімічним складом ягоди чорниці є складним природним субстратом і містять у своєму складі окрім пектинових речовин комплекс інших нативних біополімерів, таких як клітковина, геміцелюлоза, тісно взаємозв’язаних між собою, тому для попередньої обробки такої сировини доцільно використовувати ферментні препарати, які володіють комплексом відповідних активностей [6].

На першому етапі досліджень визначали вміст флавоноїдів у ягодах. Кількісний вміст флавоноїдних сполук визначали за допомогою високоефективної рідинної хроматографії на хроматографі фірми Agilent Technologies (модель 1100), отимані дані наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Кількісний вміст окремих флавоноїдів у ягодах чорниці

Найменування компонентів	Вміст, мг/100 г
Оксикоричні кислоти та їх похідні	
п-Кумароілгексоза	15,7
Ферулоілгексоза	5,6
Похідні п-кумарової кислоти	4,9
Флавони та їх похідні	
Рутин	10,5
Кверцетина гексозида малонат	2,1
Кверцетин	1,3
Антоціани	
Дельфінідин-3-О-галактозид	72,4
Дельфінідин-3-О-глюкозид	88,2
Ціанідин-3-О-галактозид	49,0
Дельфінідин-3-О-арабінозид	54,3
Ціанідин-3-О-глюкозид	73,3
Петунідин-3-О-галактозид	27,4
Ціанідин-3-О-арабінозид	53,7
Петунідин-3-О-глюкозид	43,2
Пеонідин-3-О-галактозид	7,5
Петунідин-3-О-арабінозид	13,7
Пеонідин-3-О-глюкозид	48,1
Мальвідин-3-О-галактозид	55,0
Пеонідин-3-О-арабінозид	4,2
Мальвідин-3-О-глюкозид	13,1
Мальвідин-3-О-арабінозид	19,5
Флаван-3-оли	
(+)-D-катехін	1,6
(-)-Епікатехін	4,6

Хроматографічний розподіл флавоноїдів ягід чорниці наведений на рис. 1.

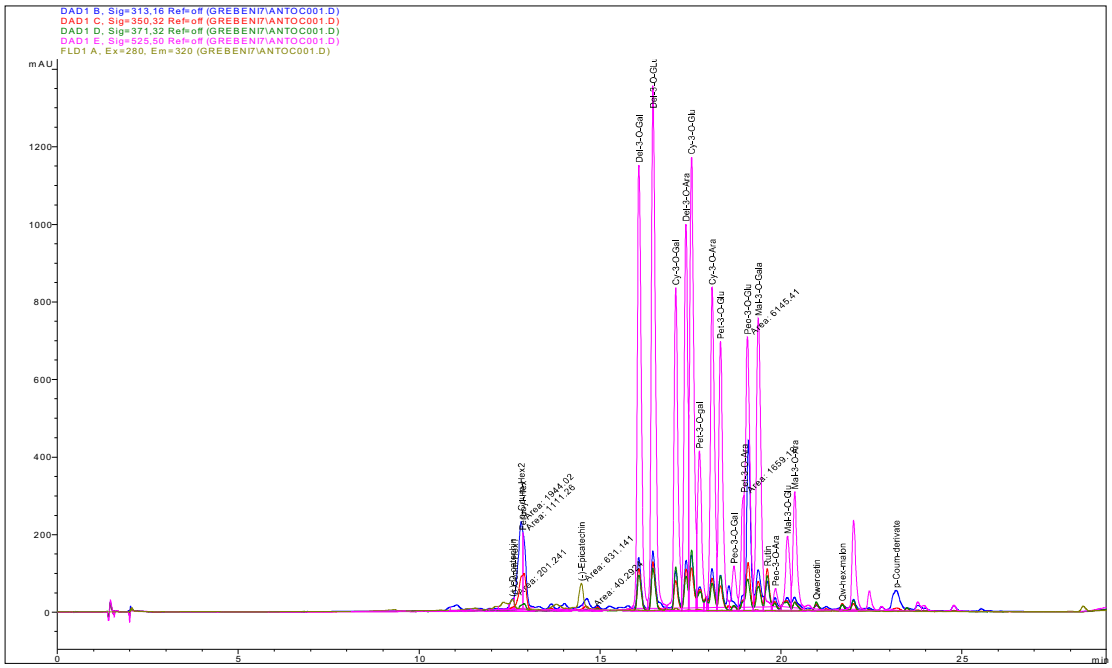


Рис. 1 – Хроматограма флавоноїдів ягід чорниці

Як видно з табл. 1 та рис. 1, вміст визначених флавоноїдів в ягодах чорниці становить 668,9 мг/100 г і серед них переважають антоціани. Загальний вміст антоціанів у ягодах чорниці 622,6 мг/100 г, що значно вище, ніж у ягодах чорної смородини − 135 мг/100г [7]. Значний вміст в ягодах чорниці біофлавоноїдів підвищує антиоксидантну активність продуктів з її використанням і позитивно впливає на здоров'я.

На сучасному етапі найбільш поширеними продуктами харчування, які володіють антиокислювальною дією, є соки. Наявність у складі ягід флавоноїдів підвищує біологічну цінність соків з чорниці. Тому доцільно застосовувати технологію, яка дає можливість максимально перевести антоціанові речовини з сировини в готовий продукт і отримати соки з підвищеним вмістом біологічно активних речовин. Але при технологічній переробці антоціани ведуть себе як нестійкі сполуки, що приводить до зниження біологічної цінності продукту, погіршення його кольору і відповідно якості.

Попередніми дослідженнями було встановлено, що найефективнішою для отримання соку є обробка мезги чорниці мультиензимною композицією ферментів (Пектофоетидин П10х : Целотерин 3х) у співвідношенні 1:7 при таких параметрах: ферментування сировини при температурі 50 ˚С протягом 1 години (зразок Ф1) та попереднє прогрівання мезги перед ферментуванням до температури 80˚С для інактивації власної ферментної системи сировини (зразок Ф2) [8]

У результаті ферментування мезги чорниці відбувається перехід у сік барвних речовин (табл. 2). Їх вміст збільшується в 1,4…1,6 рази в залежності від виду обробки. Вміст барвних речовин вищий у зразку, де пройшло прогрівання мезги до температури 80˚С.

Вихід соку при таких способах попередньої обробки також підвищується і становить 73 % у зразку Ф2, а у зразку Ф1 – 81 %, що перевищує контроль на (10…18) %. Контрольним зразком була механічно подрібнена ягода.

Для підтвердження версії про більш повне вилучення фенольних речовин при використанні комплексу ферментних препаратів було проведено порівняння їх кількісного складу в контрольному зразку та зразках, отриманих з використанням мультиензимної композиції ферментів (МЕК). Кількісний вміст флавоноїдних сполук у соках наведений в таблиці 2.

Таблиця 2 – Вміст флавоноїдів у соках чорниці, мг/100 г

Назва зразка	Оксикоричні кислоти та їх похідні	Флавони та їх похідні	Антоціани	Флаван-3-оли	Сума
Контроль (К)	20,3	8,2	301,4	3,1	333,0
МЕК (Ф1)	22,9	10,9	415,3	4,2	453,3
МЕК (Ф2)	25,0	12,5	475,0	5,1	517,6

Отримані дані експериментальних досліджень свідчать (табл. 2), що в обох випадках попередня обробка мезги чорниці ферментними препаратами приводить до збільшення вмісту флавоноїдів у соках. У порівнянні з контрольним зразком вміст флавоноїдів зростає на (36,0…55,4) % в залежності від способу ферментування. Серед флавоноїдних сполук чорниці виявлено найбільший вміст антоціанів. Вміст антоціанів збільшується у ферментованих зразках у порівнянні з контрольним: у зразку Ф1 на 37,8 %, а зразку Ф2 – на 58 %. Кількісний вміст антоціанів, визначений у соках чорниці, наведений у таблиці 3.

Результати проведених досліджень, отримані із застосуванням сучасних методів аналізу (табл. 3), підтверджують, що антоціани, виявлені в соках з чорниці, являють собою глікозиди п'яти агліконів – мальвідину, пеонідину, петунійдину, дельфінідину та ціанідину з трьома вуглеводами – глюкозою, галактозою та арабінозою. Серед них найбільше антоціанів, що містять дельфінідин – 158,8 мг/100 г, що складає 33,4 % від загального вмісту флавоноїдних сполук. Друге місце займає цианідин, вміст якого знаходиться в межах 140,1 мг/100 г – 29,5 %. На петунійдин припадає 14,7 %, мальвідин – 12,0 % і найменший вміст пеонідину – 10,4 % від загального вмісту антоціанів.

Найкращим способом попередньої обробки мезги чорниці, який дозволяє максимально перевести антоціани із ягоди у готовий продукт, є обробка її ферментними препаратами комплексної дії з попередньою інактивацією власної ферментної системи ягід. При такому способі обробки 65,2 % флавоноїдів переходять у сік, що на 21,0 % більше, ніж у контрольному зразку. Найкраще вилучаються антоціани, що містять у своєму складі петунідин та пеонідин, їх перехід у сік досягає майже 83 % від вмісту в сировині. Перехід ціанідину також достатньо високий, в порівнянні з контролем (К) збільшується на 30,0 %, і складає майже 80,0 % (зразок Ф2) від його вмісту в ягодах. Вміст дельфінідину в соку з чорниці, який має найвищу біологічну активність, бо саме він пригнічує розвиток ракових клітин шлунку та лейкемічних клітин, збільшується на 27,5 %, а відсоток вилучення із сировини становить 74,0.

Таблиця 3 – Вміст антоціанів у соках чорниці при різних способах попередньої обробки

Назва компонента	Вміст антоціанів у зразках соків, мг/100 г		
	Контроль (К)	МЕК (Ф1)	МЕК (Ф2)
Дельфінідин-3-О-галактозид	34,9	49,3	57,8
Дельфінідин-3-О-глюкозид	37,5	51,5	58,6
Ціанідин-3-О-галактозид	28,1	39,6	47,7
Дельфінідин-3-О-арабінозид	27,3	36,8	42,4
Ціанідин-3-О-глюкозид	33,8	46,7	52,8
Петунідин-3-О-галактозид	14,2	20,4	23,2
Ціанідин-3-О-арабінозид	25,7	35,1	39,6
Петунідин-3-О-глюкозид	22,2	30,6	36,1
Пеонідин-3-О-галактозид	4,1	6,0	6,9
Петунідин-3-О-арабінозид	6,9	9,4	10,3
Пеонідин-3-О-глюкозид	26,1	34,7	39,1
Мальвідин-3-О-галактозид	29,5	39,1	42,8
Пеонідин-3-О-арабінозид	1,9	2,9	3,4
Мальвідин-3-О-глюкозид	6,9	9,3	10,3
Мальвідин-3-О-арабінозид	2,3	3,9	4,0
Разом	301,4	415,3	475,0

Висновки

Отримані результати свідчать про ефективність та доцільність застосування попередньої обробки ягід чорниці комплексом ферментних препаратів, у яких мацеруюча дія пектолітичних ферментів поєднується з дією целюлаз та геміцелюлаз, що дозволяє не тільки підвищити вихід соку із сировини, але й суттєво збагатити його біологічну цінність за рахунок переходу флавоноїдних сполук із сировини у готовий продукт. Найкращі результати досягаються при проведенні ферментування у зразках, де попередньо інактивована власна ферментна система сировини.

Література

1. Яшин А.Я. Определение содержания природных антиоксидантов в пищевых продуктах и БАДах [Текст] / А.Я. Яшин, Н.И. Черноусова // Пищевая промышленность. – 2007. – № 5. – С. 28–30.
2. Лебедева Т.С. Пигменты растительного мира [Текст]/ Т.С. Лебедева, К.М. Сытник. – К.: Наукова думка, 1986. – 87 с.
3. Петрова В.П. Дикорастущие плоды и ягоды [Текст] / В.П. Петрова. – М: Лесная пром-ть, 1987. – 248 с.
4. Kalt W., McDonald J., Ricker K. Anthocyanin content and profile within and among blueberry species // Can. J. Plant Sci, , 1999. – 79. – P. 617–623.
5. Hon D-X. Potential mechanism of cancer chemoprovention by anthocyanins // Curr. Mol. Med., 2003. – 3 – P. 149-159.
6. Капрельянц Л.В. Ферменты в пищевых технологиях [Текст]: монография / Л.В. Капрельянц, Одес. нац. акад. пищ. техн. – Одесса: Друк, 2009. – 468 с.
7. Nyman N.A., Kumpulaincn J.T. Determination of anthocyanidins in berries and red wine By high-performance liquid chromatography // J Agric Food Chem. 2001. – Vol.49, N9. – P.4183–4187.
8. Хомич Г.П. Використання дикорослої сировини для забезпечення харчових продуктів БАР [Текст]: монографія / Г.П. Хомич, Н.І. Ткач, Полтав. ун-т спожив. кооп. України. – Полтава: РВВ ПУСКУ, 2009. – 159 с.

УДК 663.8

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НАПОЇВ НА ОСНОВІ ЗБРОДЖЕНОГО БЕРЕЗОВОГО СОКУ

[1]Рогова Н.В., пошукач, [2]Пилипенко Л.М., д-р техн. наук, професор
[1]Полтавський університет економіки та торгівлі
[2]Одеська національна академія харчових технологій

Розроблено технологію одержання напоїв на основі збродженого березового соку. Наведено органолептичні, фізико-хімічні показники нових видів напоїв та результати визначення їх лікувально профілактичної дії

Technologies of receipt based drinks fermentative of birch sap are resulted. Different methods resulted his receipts organoleptic, physical and chemical indexes based drinks of fermentative of birch sap and results of the do medical prophylactics.

Ключові слова: ферментація, купажний компонент, зброджений березовий сік, екстрагування, лікувально профілактичної напої, підсолоджувачі.

Постановка проблеми у загальному вигляді. У сучасний період, коли ринок збуту зосереджений на споживанні менш калорійних, але більш багатих біологічно активними речовинами продуктів харчування, йде пошук і розробка технологій, що дозволяють отримати ряд біологічно цінних продуктів для розширення збалансованого за харчовою і біологічною цінністю асортименту, які б задовольняли фізіологічні потреби організму людини в біологічно активних речовинах та виконували профілактичні функції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Порівняння різних груп безалкогольних напоїв з точки зору лікувально-профілактичного та загальнооздоровчого впливу на організм людини свідчить, що найбільш перспективні - ферментовані напої або напої, виготовлені в результаті бродіння. Їх активна оздоровча дія зумовлена не тільки використанням виключно натуральної рослинної сировини, а й застосуванням у технологічному процесі культур мікроорганізмів, корисних для людини.

Із давніх часів на Русі широко застосовуються продукти молочнокислого бродіння в раціонах харчування. Це кисломолочні продукти, квашені овочі, ягоди, фрукти. З давніх часів популярним є такий напій, як квас. Всі ці продукти мають високу біологічну активність, що значною мірою обумовлено наявністю в них молочної кислоти, як однієї з основних продуктів метаболізму молочнокислих мікроорганізмів.

Практикою доведено сприятливий вплив продуктів життєдіяльності цих бактерій при профілактиці й лікуванні різних захворювань шлунково-кишкового тракту, опіків, променевих виразок, тощо.

Відомо, що молочнокисле ферментування фруктових і овочевих соків сприяє отриманню продуктів, збагачених вітамінами, амінокислотами, мінеральними речовинами та продуктами життєдіяльності молочнокислих бактерій, які характеризуються дієтичними та профілактичними властивостями [1]. У зв'язку з цим представляється цікавим використання молочнокислих мікроорганізмів у виробництві харчових продуктів для розширення їх асортименту, у тому числі й на основі березового соку.

Безалкогольні ферментовані напої являють собою субстрати рослинного походження, органолептичні та фізико-хімічні властивості яких формуються в результаті життєдіяльності культур мікроорганізмів, а вміст етанолу не перевищує 1,2 % мас. Найбільше розповсюдження отримали напої, технологія яких передбачає використання дріжджів і молочнокислих бактерій.

Виходячи з цього, актуальною проблемою є проведення досліджень щодо створення нових високоефективних технологій біологічно активних ферментованих напоїв лікувально-профілактичного і оздоровчого призначення.

Саме при виробництві ферментованих напоїв особливу увагу треба приділяти використанню чистих культур мікроорганізмів незалежно від того, використовується монокультура чи асоціація мікроорганізмів. Причому підбір і виділення нових штамів, що мають антагоністичні властивості стосовно супутньої мікробіоти, дозволить надати напоям антибіотичної і бактеріостатичної дії та сприяти набуттю ними лікувально-профілактичних властивостей [2].

Формулювання цілей статті. Метою роботи є розробка технології виробництва нових видів напоїв на основі збродженого березового соку з лікувально-профілактичною дією на організм людини.

Виклад основного матеріалу дослідження. Зброджений березовий сік отримували згідно з розробленою технологією [4]. Підготовлений березовий сік подавали через марлеві або синтетичні тканинні

фільтри у вакуум-апарати, де змішували з попередньо підготовленими компонентами за розробленими нами рецептурами.

При виготовленні напоїв з настоями трав, шипшини, сухофруктів попередньо готували настої на зброженому березовому соку із вищезгаданих компонентів наступним чином [3].

Плоди шипшини, сухофруктів піддавали сортуванню, під час якого відбирали плоди підгорілі, уражені сільськогосподарськими шкідниками, плісеневими грибами та видаляли сторонні домішки. Потім сировину мили, ополіскували і подрібнювали на шматочки (діаметр отворів решітки 5 мм). Трави подрібнювали на подрібнювачах будь-яких конструкцій або вручну.

Подрібнену сировину у розрахунковій кількості завантажували у двостінний котел з мішалкою та заливали зброженим березовим соком, ретельно перемішували. Котел герметично закривали кришкою. Масу доводили до кипіння. Квіти липи, шипшину та сухофрукти витримували при слабкому кипінні (3…5) хв. Потім нагрівання припиняли і проводили настоювання протягом (10…12) год (шипшина, сухофрукти) або 20 хв. (квіти липи).

По закінченні екстрагування настій зливали з осаду, фільтрували і направляли у вакуум-апарати. Цукор-пісок пропускали через просіювач з розміром отворів у ситах не більше ніж 3 мм з магнітним уловлювачем і перед змішуванням розчиняли у невеликій кількості соку, підігрітого до температури (30–40) °С.

Висушену м'яту мили під душем спочатку гарячою, а потім холодною водою. Настоювання м'яти проводили протягом 1 години.

Для виготовлення напою, настояного на м'яті, ферментований сік берези підігрівали до 80 °С і заливали ним підготовлену траву з розрахунку 100 дм^3 соку на 150 г сухої м'яти, час настоювання (4,5-6,0) годин. Потім настій знімали з осаду, фільтрували та направляли на змішування з цукром, підготовленим згідно діючих вимог.

Для кращого розчинення цукру перед змішуванням розчиняли його у невеликій кількості соку, нагрітого до температури (30–40) °С.

Підсолоджувачі, які використовували для виготовлення дієтичних напоїв, готували наступним способом: звільняли від пакування, подрібнювали, якщо це необхідно, і просіювали на просіювачі з діаметром отворів сита 2х2 мм. Підготовлені підсолоджувачі перед змішуванням розчиняли у невеликій кількості соку, нагрітого до температури (30…40) °С. Підготовлені відповідно до рецептури компоненти завантажували у збірник-змішувач з мішалкою. Суміш ретельно перемішували до повного розчинення компонентів і одержання однорідної рідини.

Готові напої фасували, пастеризували за розробленими режимами пастеризації при температурі 85 °С.

Визначали комплекс фізико-хімічних та мікробіологічних показників, а також гарантійний термін зберігання напоїв [4]. Останній становить 1 рік від дати виготовлення для фасованих напоїв.

Аналіз фізико-хімічних показників розроблених соків та дегустаційна оцінка якості показали, що за органолептичними показниками зразки напоїв на основі ферментованого березового соку з додаванням настоїв трав, плодів сухофруктів, ваніліну, меду, цукру або цукрозамінників мають натуральний і добре виражений смак, кисло-солодкий, властивий соку березовому та інгредієнтам, які застосовуються для купажу, а також відтінок кольору близький до природного кольору купажованих компонентів.

Фізико-хімічні показники експериментальних зразків напоїв на основі зброженого березового соку наведені у табл. 1.

Аналізуючи показники якості та безпеки для розроблених видів продуктів з фізико-хімічними показниками існуючих напоїв, можна дійти висновків:

— масова частка сухих речовин відповідає установленим межам стандарту, за яким найменша масова частка сухих речовин у напоях має бути не менше 0,1 %;

— масова частка титрованих кислот (у перерахунку на молочну кислоту) коливається в межах від 0,3 % до 0,6 % і відповідає діапазону рекомендованих меж;

— вміст вітаміну С взагалі не нормується у купажованих напоях, але бажаними є його максимальні значення.

За отриманими нами результатами слід відзначити, що найвищий вміст вітаміну С спостерігається у напої "Вітамінний" – 19,4 мг/100 г.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники експериментальних зразків напоїв

Вид напою	Співвідношення інгредієнтів купажування, сік : настій	Сухі роз чинні речовини, %	Титрована кислотність, %	Вітамін С, $\cdot 10^{-3}$ %
"Вітамінний" (з настоєм шипшини)	1:0,5	3,0	0,60	19,4
	1:0,25	2,8	0,45	10,0
	1:0,1	2,4	0,31	7,5
"Прохолода" (з настоєм м'яти)	1:0,5	2,5	0,35	4,0
	1:0,25	2,3	0,30	2,8
	1:0,1	1,8	0,22	0,5
"Літо" (з настоєм липи)	1:0,5	2,8	0,30	3,6
	1:0,25	2,6	0,23	2,0
	1:0,1	2,2	0,15	0,5
"Домашній" (з настоєм сухофруктів)	1:0,5	4,2	0,48	1,9
	1:0,25	3,9	0,40	1,0
	1:0,1	3,4	0,32	0,2

Проведено медико-біологічні дослідження лікувальних та лікувально-профілактичних властивостей розробленого асортименту напоїв на базі другої клінічної лікарні м. Полтава. Згідно отриманого висновку визначено їх позитивний вплив на організм людини при метаболічному синдромі та інших захворюваннях. Постійне та тривале застосування в їжу зброджeного березового соку, який містить великий спектр макро- та мікроелементів, речовин антиоксидантної дії, дасть можливість зменшити активність процесів пероксидації, стабілізувати ферментативне та неферментативне окиснення на тканинному рівні, нейтралізувати загрозу функціонально-морфологічних змін в органах та системах людського організму і, теоретично, дає можливість значно знизити рівень захворюваності серед населення метаболічним синдромом, ожирінням та ішемічною хворобою серця.

Визначено, що експериментальні зразки напоїв на основі зброджeного березового соку характеризуються високою якістю, споживчими та лікувально-профілактичними властивостями.

Однак за співвідношенням органолептичних та фізико-хімічних показників до виробництва як остаточні варіанти були запропоновані наступні експериментальні зразки:

— березовий напій "Вітамінний" (з настоєм шипшини) – 1:0,25;
— березовий напій "Прохолода" (з настоєм м'яти) – 1:0,25;
— березовий напій "Літо"(з настоєм липи та медом) – 1:0,5;
— березовий напій "Домашній" (з настоєм сухофруктів) – 1:0,25;

Технології виробництва нових видів продуктів на основі ферментованого березового соку є пріоритетними — захищені патентом України.

Висновки з даного дослідження. Таким чином, розроблені напої на основі зброджeного березового соку характеризуються високою якістю, споживчими та лікувально-профілактичними властивостями.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що сік березовий ферментований є цінною сировиною для виготовлення купажованих напоїв, а розроблення напоїв з шипшиною, травами, плодами сухофруктів значно підвищує вміст біологічно активних речовин у готовому продукті, поліпшує їх смак. Результати проведених медичних досліджень дозволяють вважати напої на основі соку березового ферментованого оздоровчими та рекомендувати їх для лікувально-оздоровчого харчування.

Апробація технології нових купажованих напоїв була проведена на консервному заводі ТОВ НВП "ПолтаваБіоПродукт" за розробленими технічними умовами та технологічною інструкцією [4].

Література

1. Филиппова Р.Л. Роль фруктовых и овощных соков в профилактике заболеваний / Р.Л. Филиппова, Е.М. Володина, А.Ю. Колеснов //Пищевая промышленность. – 1999.- №6. - С. 64-65.
2. Домарецький В.А., Прибильский В.Л., Михайлов М.Г. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини// За редакцією Домарецького В.А. Підручник.-Вінниця: Нова книга.-2005-408с.
3. Кожухар В.В. Ферментований березовий сік та напої на його основі: одержання, властивості, лікувальна дія, технології виробництва. Монографія // В.В. Кожухар, Л.М. Пилипенко, Н.В. Рогова, Л.П. Холодний, М.В. Кожухар. – Полтава РВВ ПУСКУ. - 2008. – 149с.
4. ТУ У 15.9-31562071-001-2003. Напої на основі соку березового зброджeного. Технічні умови.

УДК 613.3:582.632.1-035.27

НОВИЙ ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ НАПІЙ НА ОСНОВІ БЕРЕЗОВОГО СОКУ

Дроздов О.І., канд. техн. наук, доцент, Шапкіна К.І., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті описується новий функціональний напій седативної дії та його технологія. Представлена характеристика головних інгредієнтів напою (жасмину лікарського – Jasminum officinale та соку березового), описаний позитивний ефект від його використання.

Наведені фізико-хімічні показники та результати органолептичних випробувань трьох зразків напою.

The article describes a new functional drink sedative effects and its technology. Presented characteristics of major ingredients of the drink (drug jasmine – Jasminum officinale and birch juice) described the positive effects of its use.

The following physical – chemical parameters and the results of organoleptic tests of three samples of the drink.

Ключові слова: функціональні напої, седативна дія, сік березовий, жасмин, рослинна сировина, лікувально-профілактичне харчування, захист організму, настоювання.

Технології функціональних напоїв – відносно нова галузь харчової промисловості, яка стрімко розвивається. Згідно із сучасними тенденціями розвитку продовольчого ринку всі напої мають не тільки виконувати свою основну функцію – вгамовувати спрагу, але й бути корисними для здоров'я. За останні 10 років споживання напоїв на душу населення в Європі зросло на 53 % і становить 120 літрів на рік. За цей самий період споживання так званих «корисних» або функціональних напоїв зросло більше, ніж на 100 %. З 2002 року світовий ринок функціональних напоїв практично поділений 8 країнами з найбільшим споживанням даної категорії напоїв: Японією, США, Великобританією, Німеччиною, Іспанією, Австрією і Францією [1].

Аналіз структури харчування населення України за останні роки демонструє суттєве підвищення об'ємів споживання функціональних напоїв, значно розширився також і асортимент цієї групи напоїв.

З розвитком цивілізації сучасне життя людини з кожним роком набуває більш динамічного і більш напруженого характеру, людина протягом дня витримує численні стреси, які з часом здатні спричинити нервові зриви. У сучасному світі для вирішення цих проблем використовують різні медичні препарати, які при тривалому прийманні можуть викликати різні побічні явища чи навіть стан «звикання» і, як наслідок, необхідність збільшення доз чи неможливість відміни препарату. Таке становище вимагає створення альтернативного захисту організму. Виникає потреба у засобах, які можна систематично споживати та при цьому не спричиняти ніяких побічних ефектів на організм людини. Для вирішення подібних проблем найбільш простим, дієвим і дуже важливо – природним уявляється звернення до продуктів харчування.

Останнім часом лікарські рослини користуються зростаючим попитом. Лікувальні препарати, приготовані з рослинної сировини, складають близько третини від загального обсягу препаратів, що випускаються. Ефективність лікування рослинами перевірена народним досвідом, лікарською практикою і не потребує реклами.

Все частіше у багатьох людей спостерігається нетерпимість до деяких синтетичних препаратів і антибіотиків, виникають побічні явища при їх вживанні та інколи так звана лікарська хвороба (хвороба від лікування). Тому не дивно, що цікавість до лікарських рослин збільшується. Рослинні препарати ближчі до природи людини і можуть застосовуватися тривалий час. Переважні фітопрепарати також при лікуванні дітей. Не менш важливе значення рослин і у профілактиці захворювань.

Хімічний аналіз лікарських рослин дозволив виділити декілька груп біологічно активних сполук рослин, які виступають діючими речовинами: алкалоїди, серцеві глікозиди, сапоніни, флавоноїди, полімерні фенольні сполуки, антрахінони, кумарини, органічні кислоти, ліпіди, вітаміни та ін. [2, 3, 4].

Використання лікарських рослин у харчовій промисловості стає більш поширеним та сучасним напрямком для створення нових функціональних продуктів, у тому числі у складі функціональних напоїв.

Серед багатьох рослинних біологічно активних матеріалів, здатних підтримувати організм людини в бадьорому стані, толерантному до постійних змін навколишнього світу, нами був виділений жасмин.

Існує близько 200 видів жасмину, які розповсюджені у тропіках, субтропіках Європи, Америки та Африки, а також у Криму (гірська частина), на Кавказі (всі райони), в Середній Азії (гірсько-туркменський район). Зростає на сухих щебенистих схилах, на осипах, в міжгір'ях скель, на вапняних схилах, у складі хвойного і дубового лісів до висоти 1650 м над рівнем моря [5].

Найбільш розповсюджені 4 види жасмину (жасмин Самбак – Jasminum sambac, жасмин багатоквітковий – Jasminum polyanthum, жасмин першоквітковий – Jasminum primulinum, жасмин лікарський – Jasminum officinale).

Лікарські властивості має жасмин лікарський (Jasminum officinale) – ліана з білими квітками, зібраними по 5…6 штук у китицеподібне суцвіття. Квітки невеликі – близько 2,5 см у діаметрі, але дуже духмяні. Квітнути починає у зрілому віці. Збір квіток починають у червні й продовжують до жовтня. Квітки жасмину розквітають вночі, але їх збирають вранці у суху погоду, тому що вранці жасмин починає виробляти найбільш сильний аромат. Після збирання квітки одразу висушують [5].

Ця лікарська рослина характеризується величезною кількістю корисних властивостей. Жасмин є сильним антидепресантом, має тонізуючу та заспокійливу дію. Він заспокійливо впливає на центральну нервову систему, стимулює функцію головного мозку, виявляє освіжаючу дію на людину. Жасмин проявляє імуномоделюючу, антисептичну й антиканцерогенну дію та антиоксидантну активність, покращує кровообіг і знімає судоми. Його застосовують при емоційних стражданнях, депресії, страхах, песимізмі, параної, втраті упевненості в собі, розладах сну, головному болю [6].

Листя жасмину використовується як жарознижувальний засіб. Також його використовують для посилення утворення грудного молока в період лактації.

Ще одним напрямком можливого використання жасмину може стати лікування онкологічних захворювань. Визнаним і достатньо дієвим способом терапії раку є хіміотерапія. У Франції планується дослідження за участю людей, хворих на лейкемію, яких лікуватимуть за допомогою лікарського препарату, заснованого на жасмині. Завдяки гормону жасмонат квітка жасмину є захищеною від різного роду пошкоджень. Цей самий гормон здатний «вбивати» і ракові клітини. Жасмонат не дає раковим клітинам взаємодіяти з мітохондріями, що приводить до їх загибелі [7].

Усі ці лікарські властивості закладені у хімічному складі жасмину. Дотепер його хімічний склад вивчений недостатньо. Але відомо, що він складний та в ньому нараховується близько 100 компонентів. Його запах у значній мірі визначається наявністю бензилацетата (26…34 %), жасминола (2,5…3,5 %), жасмонлактона (1,5 %) та інших речовин. У квітках та листях знаходяться флавоноїди, алкалоїд жасмину, а також тритерпеноїди (урсолова кислота) [7, 8]. Відомий хімічний склад жасмину лікарського представлений (%): монотерпенолами – 15,62, дитерпенолами – 11,62, тритерпенами – 4,05, сесквітерпенами – 1,02, складними ефірами – 32,08, фенолами – 4,09, лактонами – 0,46, кетонами – 2,32, кислотами – 2,32 та іншими сполуками – 23,4.

Як відомо, для витягання різних компонентів рослинного матеріалу застосовуються екстрагенти – вода або спирт. Свіжий березовий сік, що має невисокий вміст сухих речовин (0,8…1,35 %), у максимальній мірі здатний виконувати роль екстрагента, на чому ґрунтується виробництво промислових напоїв: березового соку, настояного на м'яті, й березового соку, настояного на хвої [9].

Сік березовий отримують від дерев листяних порід. Найбільше промислове значення мають такі види беріз: бородавчата (Betula verrucosa), пухнаста (Betula pubescens) і плосколистяна (Betula platyphylla). Такі дерева мають дивовижні властивості – навесні активно виділяють сік.

Березовий сік служить освіжаючим й тонізуючим напоєм. У хворих з високою температурою він відмінно втамовує спрагу. Його застосовують як вітамінний, протисклеротичний і загальнозміцнювальний засіб та як засіб для покращення обміну речовин [9].

Асортимент соку березового є дуже широким [10]. Промисловістю випускається: березовий з цукром, березово-вишневий, березово-суничний (полуничний), березово-журавлиний, березово-червоносмородиновий, березово-чорничний, березово-горобиновий, березово-яблучний, березовий, настояний на м'яті, березовий, настояний на хвої, березово-лимонний, березово-обліпиховий, березовий з настоєм зубрівки, березовий з настоєм котовника. Асортимент може бути розширений за рахунок нового напою функціональної властивості, що має седативний ефект.

Основною ідеєю розробки нового напою було використання унікального хімічного складу березового соку, і до того ж здатного виконувати роль технологічного агента, який екстрагує основні діючі речовини жасмину лікарського. З'єднання жасмину лікарського з березовим соком дозволяє збагатити хімічний склад традиційного березового соку за рахунок активних речовин жасмину: тритерпенів (урсолова кислота), алкалоїдів (стрихнін), лінолону, флавоноїдів.

Хімічний склад березового соку має цікавий спектр мінеральних речовин: переважають такі мікроелементи, як кальцій і калій, а також наявні в меншій кількості натрій та магній. Мінеральний склад бе-

резового соку такий, (мг/л): Al – 1,88, Ba – 0,30, Fe – 1,52, Ca – 321,11, Cu – 0,01, Cr – 0,05, K – 253,81, Mg – 10,21, Mn – 5,29, Na – 10,95, Ni – 0,02, Sr – 0,23, Si – 0,50, Ti – 0,29 [9].

У ході створення нового продукту нами було розроблено рецептури, експериментально визначено кількісні пропорції жасмину в напої, проведено виготовлення та порівняльне дослідження експериментальних зразків напоїв, а також розроблено технологічну схему для їх промислового виробництва.

Головною технологічною операцією пропонованої технології є підготовка висушеної сировини квіток жасмину та їх настоювання на березовому соку – сирці.

Для корекції смаку при підвищеній концентрації жасмину в напої допускається використання цукру.

Для виробництва соку березового, настояного на жасмині, передбачається використовувати свіжий натуральний березовий сік без ознак бродіння, цукровий пісок і лимонну кислоту. Для настоювання використовують сухі квітки жасмину роду лікарський (Jasminum officinale). Для виготовлення соку березового, настояного на жасмині, профільтрований сік берези підігрівають, заливають ним підготовлені сухі квітки жасмину. Під час настоювання проводять періодичне перемішування для інтенсифікації процесу екстрагування [10].

Основні фізико-хімічні показники напою наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники напою

№	Найменування показників	Кількість, %
1	Масова частка сухих речовин	8…10
2	Масова частка цукру	5,8
3	Масова частка важких металів	Не допускається

Згідно з розробленими нами рецептурами були виготовлені експериментальні зразки нового напою з різним вмістом цільового компонента – квіток жасмину: мінімальним (зразок А), середнім (зразок Б) та максимальним (зразок В).

Випробування органолептичних властивостей всіх зразків було проведено на кафедрі технології харчування і ресторанного сервісу у 2009 р. Результати випробувань наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати органолептичних випробувань напою

Найменування показників	Зразок А	Зразок Б	Зразок В
Прозорість	прозорий	прозорий	незначий осад
Смак	слабкий смак жасмину	виражений, приємний	ніжний з трохи гірким смаком
Колір	слабко жовтий	солом’яно-жовтий	темно-жовтий
Аромат	слабкий аромат жасмину і виражений – березового соку	виражений аромат жасмину й березового соку	притаманний жасмину й березовому соку

Як засвідчили проведені випробування, всі зразки дістали схвальну оцінку експертів, а зразок Б визнаний найкращим за підсумком усіх показників, що підлягали оцінюванню.

Висновок

Проведено порівняльний аналіз основних форм харчових продуктів, здатних найкращим чином поєднати лікувальні та споживчі властивості. Вибір було зупинено на рідких продуктах – напоях і соках. Був проаналізований цілий ряд препаратів тваринного, рослинного й синтетичного походження, які мають седативну дію. Серед розглянутих був виокремлений жасмин і в якості основи для створення напою – сік березовий.

Новий функціональний напій седативної дії дає можливість без втручання лікарських засобів знижувати рівень навантажень на нервову систему людини. Цей напій рекомендується всім категоріям споживачів для зниження негативного впливу повсякденних стресових навантажень, а також у період загострення нервових захворювань.

За результатами виконання досліджень був отриманий патент України «Спосіб виробництва березового соку, настояного на жасмині» [11].

Промислове впровадження соку березового, настояного на жасмині, є низькозатратним і технічно легко реалізується в умовах підприємств консервної та безалкогольної галузі, з успіхом може бути реалізоване також заводами та цехами малої потужності.

Література

1. Парфененко, В.В. Производство кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья. В.В. Парфененко, М.Б. Эйнгор, В.И. Никифорова – М.: Агропромиздат, 1986. – 208 с.
2. Государственная фармакопея СССР. – 10-е изд. – М., Медицина, 1968. – 1079 с.
3. Державна Фармакопея України. Доповнення 1./ Державне підприємство Науково-експертний фармакопейний центр. – 1-е вид. – РІРЕГ, 2004. – 520 с.
4. Лекарственные растения Вологодской области их использование и охрана. – Вологда: ВГПУ Русь, 1992.
5. http://iplants.ru/jasminum.htm: – [Энциклопедия]
6. http://herbalogya.ru/library/Jasminum.php: – [Травник]
7. http://www.tiensmed.ru/news/post_new4221.html: – [Полезные свойства жасмина]
8. http://www.vorojeya.info/travnikj.html: – [Лекарственные растения]
9. Рябчук В.П. Соки лиственных деревьев: получение и использование. – Л.: Вища шк., 1988. – 152 с.
10. Сборник технологических инструкций по производству консервов. Т. 2. Консервы для детского и диетического питания. Консервы фруктовые, быстрозамороженные продукты. – М.: Пищевая прость, 1977. – 430 с.
11. Патент № 48547 Україна, ПЛК A 23L 2/00. Спосіб виробництва березового соку, настояного на жасмині. О.І. Дроздов, К.І. Шапкіна., заявл. 14.09.2009; опубл. 25.03.2010 Бюл. № 6. – 3 с.

УДК 663.81-027.332: [66.068+66.061.34]

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРЕССОВО-ДИФФУЗИОННОГО МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ СОКОВ

Ильева Е.С., канд. техн. наук, Мельник И.В., канд. техн. наук
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Прессовый метод получения соков сам по себе несовершенен из-за громоздкости прессов, требований точной их регулировки. Соки можно получать не только путем прессования мезги или путем выщелачивания ее водой, но также и комбинацией этих двух методов. Исследовалась эффективность применения прессово-диффузионного метода получения плодово-ягодных соков по нескольким направлениям.

The press method of juices application itself is imperfect because of cumbrousness of the presses, requirements of their exact adjustment. Juices can be obtained not only pressing the mash or by leaching it with water, but by combination of these two methods of fruit juices obtaining by some directions has been investigated.

Ключевые слова: плодово-ягодные соки, прессование мезги, выщелачивание мезги водой, экстракция, диффузия, выход сока, расчет содержания сока в выжимках, гидравлический пресс.

Соки можно получать не только путем прессования мезги или путем выщелачивания ее неподогретой водой, но также и комбинацией этих двух методов. После прессования остаются выжимки, в которых содержится еще достаточное количество сока, даже если сырье перед прессованием прошло достаточную предварительную подготовку. Ранее было отмечено, что анатомо-физиологические показатели растительной ткани (доля цитоплазмы, количество проводящих пучков, толщина клеточных стенок, относительная вязкость цитоплазмы, относительная эластичность цитоплазмы) влияют на сокоотдачу при прессовании измельченных плодов. Из-за этих объективных факторов, влияющих на выход сока, получит выход сока, приближающийся к 100 %, еще не удавалось [3, 10].

Более эффективный, по нашему мнению, предлагаемый диффузионный способ получения соков дает более высокие показатели выхода сока, однако потери сока, хоть и небольшие, также имеют место. Поэтому в задачу исследований входила проверка в лабораторных условиях эффективности прессово-диффузионного метода получения плодово-ягодных соков.

Исследования проводились по двум направлениям. Первый вариант заключался в том, что измельченное сырье подвергали отжиму, к выжимкам добавляли воду, и после перемешивания прессовали вторично. Соки после первого и второго прессования смешивали и направляли на дальнейшую обработку.

Согласно второму варианту, после прессования выжимки отправляли на экстрагирование в непрерывно- или периодически действующие диффузионные установки.

Рассмотрим первый вариант. После первого прессования выжимки содержат определенное количество сока A_1, не поддающегося извлечению при отжиме. При добавлении к выжимкам некоторого количества воды W, сок растворялся и в выжимках оказывался разбавленный сок в количестве $(W + A_1)$. При повторном прессовании часть этого разбавленного сока отжималась, причем количество его, очевидно, должно равняться весу добавленной воды (предполагая, что в выжимках после каждого прессования адсорбируется всегда одно и то же количество жидкости). Следовательно, в выжимках после второго прессования оставалось такое же весовое количество сока, какое содержится в выжимках после первого отжима, т.е. A_1. Нужно только иметь в виду, что это сок разбавленный и для определения доли содержащегося в нем нормального сока A_2 необходимо учесть кратность разбавления k:

$$A_2 = A_1 / k \,. \tag{1}$$

В свою очередь, кратность разбавления можно определить следующим образом:

$$k = \frac{W + A_1}{A_1} = \frac{W}{A_1 + 1} \,. \tag{2}$$

Отсюда требуемое количество воды W составляло:

$$W = (k - 1) \cdot A_1 \,. \tag{3}$$

Из выражения (1) видно, что количество сока, остающегося после второго прессования, будет тем меньше, чем больше кратность разбавления. С другой стороны, выражение (2) показывает, что кратность разбавления будет возрастать с увеличением количества добавленной воды и с уменьшением остатка сока в выжимках после первого прессования. Однако понятно, что злоупотреблять количеством добавляемой воды не следует. И, очевидно, единственно правильным путем увеличения кратности разбавления является максимальное снижение остатка сока в отходах после первого прессования A_1. При этом согласно выражению (1), максимально будет снижено и A_2.

Указанные зависимости представлены графически на рис. 1 и 2.

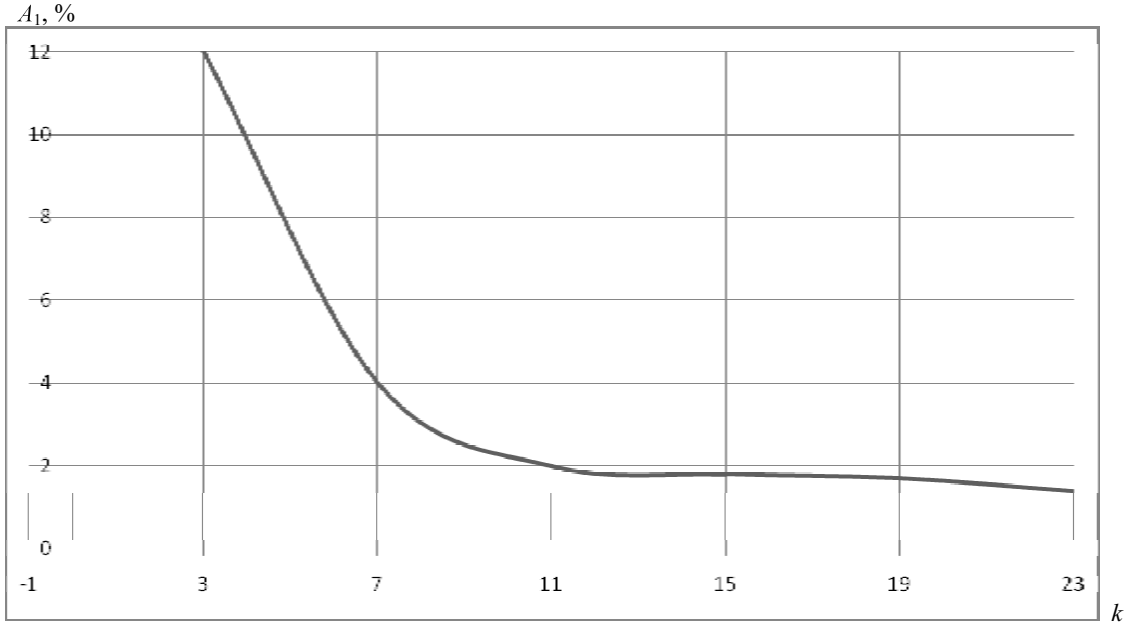


Рис. 1 – Зависимость между количеством сока, содержащимся в выжимках после первого отжима, и кратностью разбавления

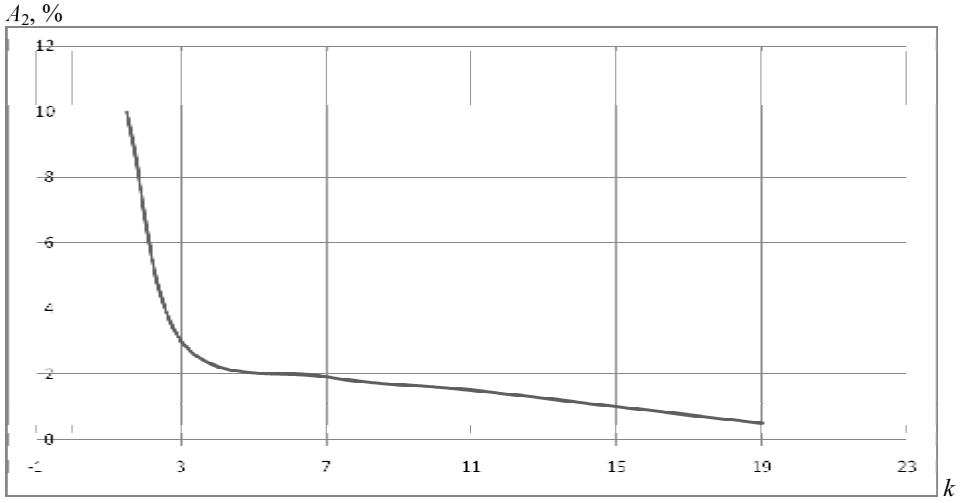


Рис. 2 – Зависимость между количеством сока, содержащимся в выжимках после второго отжима, и кратностью разбавления

Кривая на рис. 2 характеризует зависимость между кратностью разбавления k и окончательными потерями сока в выжимках после второго прессования A_2. Эту кривую строили согласно уравнения (1) при условии, что $A_1 = 10$ %.

Кривая на рис. 1 выражает связь между содержанием сока в выжимках после первого прессования A_1 и кратность разбавления k. Эта кривая построена на основании уравнения (2), в котором W принято равным 20 % к весу сырья. Обе кривые имеют гиперболический характер. Из рис. 1 видно, как возрастает кратность разбавления при уменьшении потерь сока в первых выжимках, а рис. 2 показывает, насколько увеличение кратности разбавления уменьшает окончательные потери сока.

Получая сок описанным выше в первом варианте способом, непременной составной частью технологического процесса согласно предлагаемому режиму должно быть уваривание второй фракции. Отсюда становится ясным стремление к добавлению минимально необходимого количества воды, так как избыток ее должен привести не только к усиленному расходу пара, но и к ухудшению качества сока из-за процесса выпаривания.

Рассчитать минимально необходимое количество воды можно по формуле (3), если задаться остатком сока в выжимках после прессования A_1, и окончательными потерями сока во вторых выжимках A_2.

В этой формуле количество добавляемой воды исчисляется непосредственно в процентах к весу сырья. Вместе с тем, в подобных случаях представляется интересным вести расчет непосредственно на выжимки. Для этого в выражении (3) нужно вместо A_1 — потерь сока в выжимках в пересчете на сырье — приводить непосредственно содержание сока в самих выжимках $C_в$. Формула (3) тогда приобретает вид:

$$W = (k-1)\cdot C_в\,. \qquad (4)$$

Приводим расчет содержания сока в выжимках в зависимости от содержания его в сырье и выхода при прессовании.

Обозначим:

A — вес прессуемого сырья, кг;

B — выход нормального сока, %;

C_a — содержание сока в сырье, %.

Количество сока при первом прессовании:

$$AB\,/\,100,\ \text{кг}$$

Выжимок после прессования осталось:

$$A-\frac{AB}{100}=\frac{A\cdot(100-B)}{100},\ \text{кг.}$$

Количество сока в выжимах:

$$\frac{AC_a}{100}-\frac{AB}{100}=\frac{A\cdot(C_a-B)}{100},\ \text{кг.}$$

После преобразований процент сока в выжимах $C_в$ отсюда равен:

$$C_в = \frac{C_в - B}{100 - B} \cdot 100 \text{ , \%.} \quad (5)$$

Таким образом формула(5) позволяет, зная содержание сока в сырье и выход при отжиме, определить потери сока в выжимах.

Пример: содержание сока в сырье составляет 90 %.

Выход его при первом прессовании равен 80 % (A_1 = 10 %).

Окончательные потери сока в выжимках после второго прессования планируются в 3 %. Тогда из выражения (1) кратность разбавления получается около 3, необходимое же количество воды, исчисляемое по формуле (3) в процентах к сырью, составляет:

$$W = (k - 1)\, A_1 = 20 \text{ \%},$$

а так как $C_в$ = (90 – 80)/(100-80)·100 = 50 %, то необходимое количество воды в пересчете на выжимки по формуле (4) оказывается равным:

$$W = 2\, C_в = 100 \text{ \%}.$$

Как видно из выражений (1) и (3), количество добавляемой к выжимкам воды в сильнейшей мере зависит от выхода сока при первом отжиме.

Если в качестве другого примера задаться окончательными потерями сока тоже в 3 %, и ограничиться выходом сока при первом прессовании в 70 %, то кратность разбавления будет приблизительно равна 7, а необходимое количество воды W определится в 400 % к весу выжимок.

Таким образом, при уменьшении выхода сока на 10 % количество воды, которое необходимо добавить к выжимкам, возрастет до 67,5 %.

Все изложенные выше теоретические предпосылки экспериментально проверены.

Сырье измельчалось, подвергалось обработке микроволновой энергией или электрическим током, и затем отпрессовывалось на лабораторном гидравлическом прессе. Отжатый сок взвешивали. К выжимкам добавляли воду и увлажненную мезгу прессовали вторично (после перемешивания). Технологические опыты сопровождались определениями сахара в сырье и в соках первой и второй фракции. Сахар определяли поляриметрическим методом. В некоторых опытах определение сахара в соках производилось с помощью рефрактометра. Основные данные опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты эксперимента

Показатели	Номера опытов			
	1	2	3	4
1. Общее содержание сока в сырье, %	94,3	95	95	94,6
2. Выход сока при первом прессовании, %	80,4	80	80	80,2
3. Остаток сока в выжимках после первого прессования a_1, %	13,9	15	15	14,4
4. Добавлено воды к выжимкам W_1, %	100	100	100	100
5. Добавлено воды к сырью W, %	19,6	20	20	19,8
6. Кратность разбавления расчетная	2,41	2,33	2,33	2,38
7. Кратность разбавления фактическая	2,02	2,03	2,03	1,57
8. Получено разбавленного сока при втором прессовании в % к выжимкам	98	98	98	99
9. Получено разбавленного сока в пересчете на нормальный в % к сырью	10,1	9,7	9,7	10,9
10. Общий выход сока в пересчете на нормальный (фактический), в %	90,5	89,7	89,7	91,1
11. Общий выход сока (расчетный)	88,5	88,6	88,6	88,5
12. Окончательные потери сока в выжимках A_2, в %	3,8	5,3	5,3	3,5

Остаток сока в выжимках после первого прессования A_1 получили как разность между общим содержанием сока в сырье и выходом при первом прессовании.

Количество добавленной воды (в %) к сырью равнозначно количеству (в %) выжимок, так как вода добавляется к выжимкам в соотношении 1:1. Расчетную кратность разбавления k определяли по формуле (1), где W исчислено в процентах к сырью.

Фактическая кратность разбавления представляет собой отношение содержания сухих веществ в нормальном соке к содержанию сухих веществ во второй разбавленной фракции.

Окончательные потери сока в выжимках получены как разность между общим содержанием сока в сырье и общим фактическим выходом сока в пересчете на нормальный. Общий расчетный выход сока вычисляли по формуле:

$$O = B + \frac{W}{k}, \tag{6}$$

где B — выход первой фракции, %;

W/k — выход второй фракции в пересчете на нормальный сок, %.

Второй вариант получения прессово-экспериментальным методом плодово-ягодных соков отличается тем, что выжимки подвергаются экстрагированию холодной (подогретой) водой в диффузионной установке.

Расчет диффузионной установки вели так же, как и для случая с обычной неотжатой мезгой. Однако при этом количество диффузоров значительно увеличивается, и может достигать 14-20 единиц.

Опыты вели по двум направлениям. Первое из них — из измельченного, но необработанного никакими воздействиями сырья отжимали сок, а затем выжимки обрабатывали СВЧ — энергией. Второе направление — сырье измельчали, обрабатывали, отжимали сок и затем выжимки отправляли на экстрагирование. Показатели в первом и втором случаях отличаются друг от друга. Данные некоторых опытов приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты обработки плодово-ягодного сырья различными способами

Сырье	Сочность сырья, %	Виды предварительной обработки		Степень равновесия обработки диффузии d_{30}, %	
		Сырье	Выжимки	Сырье	Выжимки
Яблоки	89	дроблен.+СВЧ	–	0,88	0,56
		дроблен.	СВЧ	0,5	0,64
Белый виноград	91	дроблен.+СВЧ	–	0,9	0,54
		дроблен.	СВЧ	0,72	0,61
Черный виноград	92	дроблен.+СВЧ	–	0,92	0,56
		дроблен.	СВЧ	0,72	0,61
Айва	87	дроблен.+СВЧ	–	0,5	–
		дроблен.	СВЧ	0,3	–

Охарактеризованные два варианта прессово-диффузионного метода получения плодово-ягодных соков позволяют получать достаточно высокие выходы соков, однако у них есть существенные недостатки.

Примечание: выжимки айвы впитывают воду в очень больших количествах, поэтому применять их нецелесообразно.

Выводы

Прессовый метод сам по себе несовершенен из-за того, что прессы громоздки, требуют точной регулировки. После прессов непрерывного действия выжимки окислены. Ленточные прессы не обеспечивают высокого выхода сока. В шнековых прессах лучше перетираются и в сок переходят 2,5…5 % трудноудаляемых взвешенных частиц.

Выше было показано, что эффективная работа при прессово-экстракционном методе в случае первого варианта получается только тогда, когда достигается максимальный выход сока при первом прессовании. Недостаточный выход первой фракции приводит к увеличению длительности выпаривания разбавленного сока и к увеличению доли второй фракции при последующем купаже ее с нормальным соком.

При втором варианте получается слишком громоздкая технологическая схема, в которую входят два основных технологических приема — прессование и экстрагирование. Приведенные результаты исследований по получению соков показали возможность применения различных вариантов прессово-диффузионного метода. Однако для окончательных рекомендаций требуются дополнительные исследования производственного характера.

Литература

1. Асциян О.А., Маглакелидзе С.Н. Извлечение соков из целых яблок, обработанных СВЧ-энергией // Сб. научн. трудов Груз. НИИ пищевой промышленности. – 1981. – № 5. – С.27-31.
2. Бартеньев С.И. Некоторые новые факторы в процессе диффузии // Сахарная промышленность. – 1989. – №8. – С.45-48.
3. Даскалов П., Асланян Р., Тенов Р. Плодовые и овощные соки. – М.: Пищевая пром – сть, 1969. – 424 с.
4. Лысянский В.Н., Гребенюк С.М. Экстрагирование в пищевой промышленности. – М.: Агропромиздат, 1987. – 199 с.

5. Платковская В.М. Производство плодово-ягодных соков и экстрактов. – М.: Главлегпищепром, 1953. – 116 с.
6. Сейтнаева С.К. Исследование новых физических методов повышения сокоотдачи плодов и ягод при прессовании: Автореф. дис … канд. техн. наук. – Одесса, 1967. – 21 с.
7. Собор М.В. Получение сока айвового экстрагированием мезги // Пищевая промышленность. – 1990. - №9. – С. 13–14.
8. Флауменбаум Б.Л. Проблемы интенсификации технологических процессов консервирования пищевых продуктов. Автореф. дис … докт. техн. наук. – Одесса, 1969. – 30 с.
9. Флауменбаум Б.Л., Зозулевич Б.В. Обоснование режима диффузии в производстве фруктовых соков// Труды Одесского технол. институт. консервн. промышленности. – Т.III, вып.1. – 1949. – С. 49-54.
10. Флауменбаум Б.Л., Ильева Е.С., Милорава О.В. Способы предварительной обработки сырья при получении соков диффузионным методом // Тез. докл. 55 научн. конференции ОГАПТ. – Одесса, 1995. – С. 45.

УДК 663.813

СУЧАСНІ МЕТОДИ ОТРИМАННЯ СОКІВ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ НАПОЇВ З ВИСОКИМ ВМІСТОМ БАР

Суткович Т.Ю., канд. техн. наук, Плахотін В.Я., канд. біол. наук, професор
Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»
м. Полтава

Досліджено вплив гіпобаричних умов при попередній обробці яблук на зміни вмісту біологічно активних речовин отриманих соків і розроблено функціональний напій на їх основі шляхом збагачення екстрактом вичавок шипшини.

The influence of hypobaric terms at previous treatment of apples on the changes in the content of biologically active substances of the receired juices is investigated; the functional drink is developed on their basis by enriching the extract of wild rose spues

Ключові слова: біологічно активні речовини, L-аскорбінова кислота, фенольні сполуки, функціональні продукти, гіпобаричні умови, розріджена атмосфера.

Сучасними дослідженнями в галузі харчування встановлено, що для нормального росту і розвитку організму, збереження здоров'я, підтримки високої працездатності, протистояння інфекційним захворюванням та іншим шкідливим факторам навколишнього середовища необхідне повноцінне харчування. Відомо, що для повного задоволення фізіологічних потреб їжа людини повинна містити більше 600 груп нутрієнтів, що включають понад 20 тис. різних харчових сполук рослинного, тваринного і мікробного походження [1]. У природі не існує продуктів, які б містили всі необхідні для людини компоненти. Тому тільки комбінація різних продуктів у щоденному раціоні краще за все забезпечує організм широким спектром необхідних нутрієнтів. Відхилення ж від такої норми харчування приведе до порушення імунного статусу, пониження резистентності організму до інфекцій та інших негараздів. Виходом із ситуації, яка склалася, слугують заходи, що направлені на покращення адекватності харчування, тобто на забезпечення хімічного складу харчових раціонів фізіологічним потребам організму.

Нове покоління продуктів харчування, що називають функціональними, покликане забезпечити відповідність хімічного складу харчових раціонів фізіологічним потребам організму, а також підтримувати і регулювати конкретні фізіологічні функції, зберігати і покращувати здоров'я, знижувати ризик розвитку захворювань [2]. Вони не є ліками і не можуть виліковувати, але допомагають попередити хвороби і старіння організму в несприятливій екологічній обстановці, що склалася.

При виробництві продуктів харчування необхідно використовувати спеціальні технологічні прийоми, що збагачують продукти необхідними організму речовинами, а непотрібні речовини – виключають.

Соки і напої на їх основі – найбільш перспективна система збагачення організму людини БАР і вирішення проблеми мікронутрієнтного дефіциту. Обумовлено це тим, що в гідрофільному середовищі добре розчиняються або диспергують всі неорганічні і більшість органічних нутрієнтів, завдяки чому їх концентрація може бути збільшена до заданих значень [3].

За нормативними документами, що діють в Україні, до соковмісних і сокових напоїв належать напої, які містять від 1 до 40 % соку. Велика частина соків на українському ринку (до 90 %) – це соки відновле-

ні з концентратів, до складу яких входять штучні барвники, ароматизатори і консерванти, що негативно впливає на організм людини. Їх відносять до групи «неживих» продуктів, оскільки в них майже повністю відсутні БАР.

Вимоги сучасності змушують виробників до створення функціональних напоїв. На відміну від традиційних, функціональні напої, окрім харчової цінності і смакових якостей, мають фізіологічну дію, яка виявляється у регулюванні або посиленні захисних біологічних механізмів, у попередженні захворювань і поліпшенні емоційного стану людини [4].

Аналізуючи склад соків і напоїв на їх основі, можна відзначити, що вміст БАР у них дуже малий [5]. Це обумовлено не тільки невеликим вмістом цих речовин у початковій сировині, а й значними втратами в процесі технологічної переробки. Втрати можуть складати 10…96 %. Тому склад соків і напоїв на їх основі вимагає корекції. Вітчизняні та зарубіжні дослідники рекомендують корегувати склад соків і напоїв додаванням екстрактів, настоїв і відварів багатих на вітаміни лікарських, пряноароматичних і дикорослих рослин. Ці рослини містять велику кількість аскорбінової кислоти, каратиноїдів, флавоноїдів і мають лікувально-профілактичні властивості широкого спектра.

Одним з яскравих представників цього ряду є шипшина. Найцінніша частина шипшини – м'якоть плодів. Вона містить органічні кислоти; пектинові, дубильні й барвні речовини; макро- і мікроелементи, як-от: калій, фосфор, залізо, магній, мідь, марганець, кремній і, звичайно, вітаміни.

Плоди є „цінним полівітамінним концентратом". У них містяться вітаміни групи В, каротин, аскорбінова кислота, вітаміни Р, К, Е. У плодах шипшини вітаміну С в 10 разів більше, ніж учорній смородині, в 50 разів більше, ніж у лимоні, в 100 разів більше, ніж в яблуках.

За кількістю каротину шипшина успішно конкурує з обліпихою, абрикосами, хурмою, морквою, апельсинами.

В лікувальних і профілактичних цілях широко використовується відвар плодів: він підвищує опірність організму простудним та інфекційним захворюванням, сприяє відновленню працездатності при розумовій і фізичній перевтомі; укріплює стінки кровоносних судин, допомагає при захворюваннях печінки, нирок, сечового міхура, при жовчнокам'яній хворобі, головному болі. Доречно зауважити, плоди шипшини визнані офіційною медициною, вони входять до складу полівітамінного чаю і зборів, різних препаратів.

Настій уповільнює розвиток атеросклерозу, стимулює функції статевих залоз, ослабляє і зупиняє кровотечі, зменшує проникність і крихкість кровоносних судин, допомагає при опіках і обмороженнях.

З насіння шипшини вичавлюють масло, багате вітамінами і жирними кислотами. Воно стимулює регенерацію пошкоджених тканин шкіри і слизових оболонок, має хороші протизапальні та загоювальні властивості. Тому його застосовують зовнішньо при неглибоких тріщинах, а також при трофічних виразках, дерматозах.

Цілющими властивостями володіють не тільки плоди, але й коріння рослини, які викопують восени, висушують і використовують як терпкий засіб. З пелюсток квітучої шипшини виходить дуже смачне варення.

Яблучний сік цінний вмістом вітамінів, цукрів, мінеральних і фенольних речовин, органічних кислот і азотистих сполук. При його виробництві за традиційною технологією через суворість режимів на різних етапах технологічного процесу відбувається руйнування окремих нестабільних компонентів, перш за все, біологічно активних. Найбільш схильні до окислення L-аскорбінова кислота і фенольні сполуки [6]. Втрати цих сполук відбуваються на всіх етапах технологічного процесу, починаючи з подрібнення і закінчуючи стерилізацією і зберіганням готової продукції.

Дослідниками запропоновано для запобігання втрат сполук, що легко окислюються, при отриманні яблучного соку проводити процес подрібнення і витягання соку в середовищі інертних газів. Але такий технологічний прийом недостатньо ефективний, оскільки дозволяє зберегти від окислення лише незначну кількість L-аскорбінової кислоти і фенольних сполук. Це пов'язано з тим, що в самих плодах міститься кисень у кількості достатній для активації ферментів і руйнування лабільних сполук. Тому, для попередження окислювальних перетворень необхідно видаляти кисень з робочої установки і з плодів перед їх подрібненням і витяганням соку. Адже саме кисень плодів і навколишнього середовища є основною причиною хімічних і біохімічних процесів окислення вітамінів, ароматичних, барвних та інших речовин. Видалення кисню з установки і плодів можливе при застосуванні вакууму.

Використання вакууму на початкових стадіях виробництва соку є одним із способів підвищення якості готового продукту. Дослідженнями [7] доведена перспективність застосування вакуумних технологій для обробки соковитої сировини. Вони дозволяють з меншими витратами енергоресурсів збільшити вихід соку і поліпшити його якісні показники. Отже, розробка нових ефективних методів попередньої обробки сировини, направлених на максимальне збереження біологічно активних компонентів соку і отримання на їх основі функціональних напоїв, залишається актуальною .

Метою роботи було дослідження зміни вмісту БАР при попередній обробці яблук у різних середовищах з використанням вакууму і отримання функціональних сокових напоїв шляхом збагачення компонентами лікарської сировини.

Для здешевлення збагачених напоїв на основі отриманих соків використовували водні екстракти вичавок шипшини. При отриманні рослинних екстрактів широко використовують технологію тривалого настоювання сировини (4…6) год з водою при температурі 70…80 ºС. Цей спосіб не дозволяє максимально використовувати екстрактивні речовини і отримати екстракти, збагачені ароматичними і дубильними речовинами, вітамінами й органічними кислотами, фенольними сполуками, речовинами вуглеводної і білкової природи, мікро- і макроелементами. Тому нами запропоновано настоювати сировину у воді при температурі 20 º С в гіпобаричних умовах протягом 30 хв з перепадами тиску кожні 5 хв.

Відомо, що використання пульсуючого вакууму (перепади тиску через рівні проміжки часу) збільшують клітинну проникність [9]. Цей показник тим вищий, чим більше число перепадів. Значення клітинної проникності при цьому може збільшуватися в 2…4 рази в порівнянні з початковим значенням. Збільшення клітинної проникності при екстрагуванні дає можливість повнішого переходу вмісту клітини в міжклітинний простір, а значить і в сам екстрагент. У порівнянні з традиційними методами настоювання запропонований метод приводить до швидкого насичення екстракту, збереження всіх БАР (оскільки процес відбувається при температурі 20 ºС) і скорочення часу настоювання у 8…12 разів.

Автором [8] показано, що попередня обробка яблук з використанням вакууму значно зменшує масову частку кисню в міжклітинному просторі, що уповільнює небажані окислювальні перетворення БАР у процесі подрібнення. Обробка цілих яблук протягом 20-ти хв при тиску 30 кПа видаляє до 70 % кисню з міжклітинників плодів. Такі зміни газового складу створюють сприятливі умови для збереження БАР у процесі подрібнення [8].

Відновлення атмосферного тиску після зняття вакууму приводить до повторного насичення плодів киснем повітря. Крім того, в процесі вакуумної обробки з плодів видаляються не тільки гази, але й водяна пара. Це приводить до часткового усихання цілих плодів. При 20-хвилинному вакуумуванні яблук вміст вільної вологи зменшується на 10,5 % [8]. Тому, для запобігання усиханню і повторному насиченню киснем повітря вакуумну обробку плодів проводили у воді, соку і насиченому водному екстракті шипшини. Вміст фенольних сполук і L-аскорбінової кислоти наведені на рис. 1 та рис. 2.

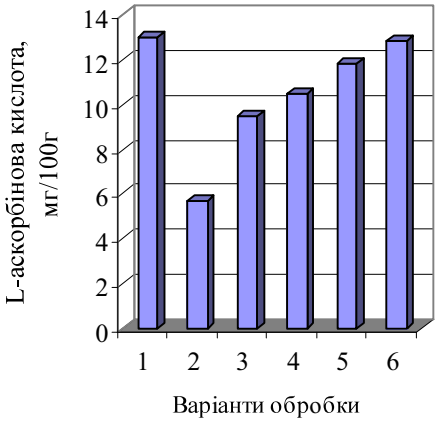


Рис. 1 – Зміни вмісту L-аскорбінової кислоти в залежності від варіанту оброки

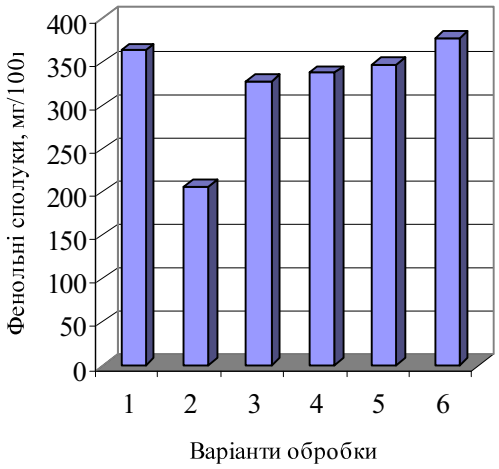


Рис. 2 – Зміни вмісту фенольних сполук в залежності від варіанту обробки

1 – яблука без обробки (контроль); 2 – сік, отриманий за традиційною технологією; 3-6 – соки, отримані при вакуумуванні плодів (τ=20 хв, Р=30 кПа) в середовищах: 3 – повітря, 4 – вода; 5 – яблучний сік; 6 – екстракт шипшини

Запропоновані методи попередньої обробки яблук у різній мірі сприяють збереженню БАР в отриманому соку. Витримка в умовах вакууму залежно від середовища, в якому проводили обробку, зберігає до 74 % L-аскорбінової кислоти і до 90 % фенольних сполук. При використанні середовища екстракту

шипшини, в процесі попередньої обробки, відбувається незначне насичення соку фенольними сполуками, які знаходяться в лікарській сировині. Це можна пояснити тим, що в процесі вакуумування виділяються гази з міжклітинників плодів, які заповнюються концентрованим екстрактом шипшини. Дослідним шляхом встановлено [8], що розчин екстракту всотується на глибину до 5…7 мм, а маса плоду збільшується при цьому на 0,3..0,5 %.

Для отримання збагачених соків вичавки обліпихи настоювали в яблучному соку в гіпобаричних умовах. Такий технологічний прийом застосовували для гармонізації складу соку, поліпшення органолептичних показників і набуття ним додаткових функціональних властивостей.

Показники соків, отриманих різними способами, наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Показники яблучного соку, отримані різними способами (n=3; p= 0,95)

Показники	Яблучний сік (традиційна технологія)	Яблучний сік, отриманий з використанням вакууму	Яблучний сік, збагачений шипшиною
Сухі речовини, %	11,8	12,2	13,3
L-аскорбінова кислота, мг/100 г	5,7	9,3	25,2
Фенольні сполуки, мг/100 г	207	328	988
Титрована кислотність, %	0,54	0,55	0,56
Кольоровість, од. опт. густини	1,6	1,2	1,3
Прозорість, %	65	85	78
В'язкість, $м^2/с \cdot 10^{-6}$	3,17	2,12	2,28

Порівнюючи соки, отримані за традиційною технологією і за запропонованою, можна відзначити, що збагачені соки містили майже в 5 разів більше L-аскорбінової кислоти, в 4 рази більше фенольних сполук і були прозоріші. Такий високий вміст антиоксидантів дає можливість віднести дану продукцію до групи напоїв, рекомендованих для зміцнення імунної системи організму і усунення променевих уражень [10]. Сік, збагачений екстрактом шипшини, характеризувався приємним ароматом, властивим даному виду сировини, гармонійним оксамитовим смаком, світлим відтінком кольору.

Для отримання сокового напою вичавки шипшини вакуумували в розчині лимонної кислоти. Відфільтрований екстракт змішували з соком у процентному співвідношенні 70:30. Порівняльну характеристику соків, отриманих різними методами, і напою, збагаченого екстрактом шипшини, наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика соків і напою, збагаченого екстрактом шипшини (n=3; p =0,95)

Показники	Яблучний сік (традиційна технологія)	Яблучний сік, отриманий з використанням вакууму	Напій, збагачений екстрактом шипшини
Сухі речовини, %	11,8	12,2	9,2
L-аскорбінова кислота, мг/100 г	5,7	9,3	19,7
Фенольні сполуки, мг/100 г	207	328	668
Титрована кислотність, %	0,54	0,55	0,52
Кольоровість, од. опт. густини	1,6	1,2	1,4
Прозорість, %	65	85	82
В'язкість, $м^2/с \cdot 10^{-6}$	3,17	2,12	2,02

Соковий напій, маючи лише 30 % соку, містить у декілька разів більше біологічно активних речовин, ніж сік, отриманий за традиційною технологією. Враховуючи високу біологічну цінність таких напоїв, їх можна рекомендувати для масового виробництва.

Висновки

Результати досліджень показали, що обробка цілих плодів у гіпобаричних умовах сприяє збереженню БАР в отриманому соку. Збільшити їх ступінь збереження можливо при вакуумуванні плодів у середовищі води, соку або екстракту шипшини. Отримання сокових напоїв на основі екстракту шипшини розширює асортимент сокової продукції і дає можливість збагатити її необхідними нутрієнтами. Збагачення продукції інгредієнтами лікарської сировини приводить до набуття нею додаткових функціональних властивостей і поліпшення органолептичних показників. Соки і напої мають гармонійно наповнений смак, приємний аромат і колір.

Література

1. Карпенко П.О. Проблемы питания и здоровья. Биологически активные добавки и биопродукты. – К.: Нора-принт, 2000. – С.3-8.
2. Кудряшова А.А. Пища XXI века и особенности её создания // Пищевая промышленность. – 1999. – № 12. – С.48-50.
3. Батурин А.К., Мендельсон Г.И. Питание и здоровье: Проблемы XXI века // Пищевая промышленность. – 2004. – №7. – С. 90–95.
4. Шатнюк Л.Н., Спиричев В.Б. Обогащение напитков микронутриентами // Пищевая промышленность. –2002. – №8. – С. 54-58.
5. Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочная таблица содержания основных пищевых веществ и энергетическая ценность пищевых продуктов // Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарёва. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ВО «Агропроиздат», 1987. – 244 с.
6. Стоянова Л.А., Верхивкер Я.Г., Стоянова С.В. Изменение состава фенольных и пектиновых веществ при комплексной переработке фруктового сырья // Техника и технология. – 2005. – №3. – С.44-45.
7. Соколенко А.И., Костин В.Б., Василькивский К.В. и другие. Физико-химические методы обработки сырья и продуктов питания. – К.: Артек, – 2000. – 306 с.
8. Суткович Т.Ю. Вдосконалення технології яблучного соку з використанням вакууму: Дис. канд. техн. наук. – Одеса, – 2007. – 152 с.
9. Осипова Л.А., Капрельянц Л.В., Бурдо О.Г. Функциональные напитки. – Одесса: «Друк», – 2007. – 288 с.

УДК 664.8/9

ЕКСТРАКТ ЗЕЛЕНОГО ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА – ПЕРСПЕКТИВНИЙ КОМПОНЕНТ ДЛЯ СТВОРЕННЯ НАПОЇВ З БАР

Тюрікова І.С, канд. техн. наук, доцент
Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава

Стаття присвячена дослідженням безвідходного використання зелених частин волоського горіху для створення корисних напоїв. Проведений аналіз фізико-хімічних показників в екстрактах різних років виготовлення. Розглянуто доцільність повторного екстрагування горіхового осаду. Вивчено влив процесу заморожування на вміст БАР рослинної сировини. Підтверджено, що зелений навколоплідник є цінною біологічною сировиною, екстракти якого доцільно використовувати для створення функціональних продуктів.

The article is devoted to researches of the zero-emission using of walnut green parts for creation of useful drinks. The analysis of physical and chemical indexes in the extracts of different years of origin is conducted. The expedience of the repeated extracting of nut sediment is considered. It is studied infusing of the freezing process on content of BAR digester. It is confirmed, that green navkoloplidnik is valuable biological raw material, the extracts of which it are expedient to use for creation of functional products.

Ключові слова: волоський горіх, водно-етиловий екстракт, біологічно-активні речовини, навколоплідник, функціональні напої.

Незважаючи на покращення умов життя людини внаслідок розвитку цивілізації (скорочення частки важкої фізичної праці завдяки автоматизації та комп'ютеризації), рівень здоров'я населення все ж не покращується. Можна виділити основні причини цього явища: дієтичні та побутові деформації способу

життя людини; екологічні та соціальні фактори; шкідливі звички, зокрема алкоголізм, куріння, наркоманію.

Загальновідомий факт: рівень здоров'я людини на 50 % залежить від умов і способу життя, на 20 % – від генетичних факторів, ще на 20 % – від екології навколишнього середовища і тільки на 10 % – від медицини. Сучасна медицина зі своїм арсеналом 12 тисяч медикаментів виявляється в багатьох випадках безсилою перед 10 тисячами захворювань, зареєстрованих у міжнародній класифікації. А за даними ВООЗ, смертність від застосування медикаментів посіла друге місце у світі.

Фахівці з раціонального харчування стверджують, що 80 % нашого здоров'я безпосередньо залежить від здорового харчування, яке полягає у встановленні гармонії між продуктами харчування та гомеостазом організму людини. Водночас треба враховувати вік, стать, наявність хронічних захворювань та інші критерії [1].

Вітаміни і мікроелементи – необхідна частина раціону будь-якої людини. Стан нашої шкіри, волосся і нігтів, тонус і гарний настрій безпосередньо залежать від них. Життєво важливі вітаміни – це в першу чергу А (ретинол, каротин), С і Е, що є антиоксидантами, а також вітаміни групи В. Основних мінеральних речовин, необхідних для здорового організму, шість: це кальцій, йод, залізо, магній, фосфор і цинк. Поширена думка, що прийому цих речовин у вигляді харчових добавок – пігулок або крапель – цілком достатньо. На жаль, це не зовсім так. Вітаміни і мінерали у вигляді пігулок не повністю засвоюються організмом, до того ж, приймаючи їх неправильно, легко перевищити допустиме дозування. Багато хто бачить вихід у вживанні свіжих фруктів і овочів, які немов спеціально створені природою для оздоровлення і зміцнення людського організму. Тим паче, що фрукти і овочі містять у великій кількості клітковину, а вона, хоч і не засвоюється повністю, але сприяє здоровому травленню. Проте не кожен шлунок здатний без збитку перетравити сирі плоди: при вживанні великої їх кількості можливі серйозні проблеми з кишковиною. Адже щоб спожити, наприклад, денну норму необхідних вітамінів з яблук, потрібно з'їсти їх не менше кілограма. Тому, для отримання в необхідній кількості життєво важливих вітамінів і мікроелементів, не травмуючи при цьому травний тракт, рекомендуємо систематично вживати соки або напої на їх основі.

Останнім часом велика увага приділяється напоям підвищеної цінності й функціональним напоям, що містять збалансований склад вітамінів і мінералів, макро- і мікроелементів.

Рекордсменом (за наявністю вітаміну С) з усіх частин рослини волоського горіха по праву вважається його нестиглий плід. У той час, коли горіх є зеленим і його можна проткнути голкою, в ньому міститься максимальна кількість аскорбінової кислоти – близько 2500 міліграмів. Зелені горіхи багаті вуглеводами: з полісахаридів переважає крохмаль, з цукрів – глюкоза. В міру достигання кількість крохмалю падає, глюкоза зникає, накопичуються жири.

Зелені горіхи характеризуються фітонцидною, антимікробною властивостями та виділяють ароматичні й ефірні речовини, що мають сильний запах, який відлякує мух і мошок, і тим самим надають санітарно-оздоровчу дію. За вмістом вітаміну С нестиглий горіх у 8 разів перевершує чорну смородину і в 50 разів плоди цитрусових. Відомо, що аскорбінова кислота сприяє синтезу дезоксирибонуклеїнової кислоти, бере участь в окислювально-відновних процесах, в обміні та синтезі стероїдних гормонів кори надниркових і гормонів щитовидної залози, забезпечує нормальну проникність капілярів, підвищує еластичність і міцність кровоносних судин, відіграє велику антиінфекційну роль [2].

Останніми роками вченими встановлено, що кожна викурена сигарета краде у нас до 30 мг вітаміну С, тобто майже половину добової дози, а також негативно впливає на оточення, а стрес протягом 20 хвилин коштує нам до 300 мг аскорбінової кислоти.

Концентрат аскорбінової кислоти, отриманий з нестиглих плодів волоського горіха, містить вітаміну С – 1…2 %, таніну – 1…3 %, органічних кислот – 2,3… 2,9 %, а також мінеральні елементи, залізо, фосфат кальцію. Вітамін B_2, що міститься в зелених плодах, стимулює в організмі процеси окислення глюкози, фруктози та інших вуглеводів, сприяє розщеплюванню піровиноградної кислоти, накопичення якої при порушеннях вуглеводного обміну негативно діє на організм – на периферичну, нервову, серцево-судинну системи. Він є також складовою частиною двох важливих ферментів, які беруть участь у перетворенні вуглеводів і жирів на енергію. Тим, хто постійно зазнає стресів, потрібно особливо багато рибофлавіну, який сприяє викиду в кров гормонів стресу, наприклад адреналіну. Вітамін Р, наявний в зелених горіхах, сприяє підвищенню міцності капілярів, застосовується при різних кровотечах. Він також сприяє утриманню вітаміну С в організмі. Завдяки вмісту в рослині волоського горіха комплексу вітамінів, мінеральних та інших біологічно активних речовин він протягом багатьох століть є природною скарбничкою і перспективним джерелом для здобуття життєво важливих природних лікарських препаратів і боротьби з багатьма хворобами [3].

Мета нашої роботи – дослідження можливостей максимального вилучення БАР із зелених частин волоського горіха і використання екстрактів на їх основі для створення напоїв функціонального призначення.

У лабораторних умовах нами розроблено технологію виробництва екстракту імуномоделюючої дії на основі волоського горіха в молочній стадії стиглості, який використовуємо для створення профілактичних напоїв [4,5]. Фізико-хімічні показники водно-етилового екстракту наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники водно-етилового екстракту волоського горіху

Найменування показників	Сухі речовини, %	Титрована кислотність, %	pH	Вітамін С, мг/100 г	Фенольні речовини, мг/100 г	Спирт, %
Горіховий екстракт	12,2	0,40	4,3	440	3150	48

Дані таблиці 1 свідчать про наявність у водно-етиловому екстракті значної кількості вітаміну С та фенольних речовин, що підтверджує перспективність його подальшого використання для створення продуктів імуномоделюючої та антиоксидантної дії.

Подальше зберігання волоського горіха в молочної стадії стиглості в умовах екстрагування протягом 1-4 років у негерметично закупореній тарі при кімнатній температурі показало, що відбуваються суттєві зміни фізико-хімічних показників екстрактів (таблиця 2).

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники горіхових екстрактів різних років виготовлення

Рік виготовлення екстракту	Сухі речовини, %	Титрована кислотність, %	pH	Вітамін С, мг/100 г	Фенольні речовини, мг/100 г	Спирт, %
2006	14,3	0,335	4,35	4,1	142,5	10
2007	14,1	0,435	4,3	156	145,5	20
2008	11,5	0,464	4,3	369	216	25
2009	11,3	0,502	4,3	492	456	30

Згідно з даними таблиці 2 pH-кислотність майже не змінюється за рахунок використання в якості екстрагента 70 %-го етилового розчину. Проте, концентрація спирту через чотири роки майже досягла мінімуму через зберігання у негерметичних умовах. Екстракт, який був виготовлений у 2006 році, мав найбільший вміст сухих речовин, що говорить про залишок в осаді (тверда фаза) цінних рослинних компонентів. Із збільшенням терміну зберігання екстракту з осадом спостерігалося суттєве зменшення вмісту вітаміну С і фенольних речовин. Таким чином, проведені дослідження підтвердили необхідність зберігання екстрактів після декантації з осаду.

Враховуючи цінність досліджуваної сировини і перспективність її подальшого використання ми прослідкували зміни вмісту біологічно активних речовин в екстрактах різних років виготовлення, які відбулися в твердій (осад) і рідкій (екстракт) фазах у процесі зберігання. Результати досліджень наведені на рисунках 1, 2.

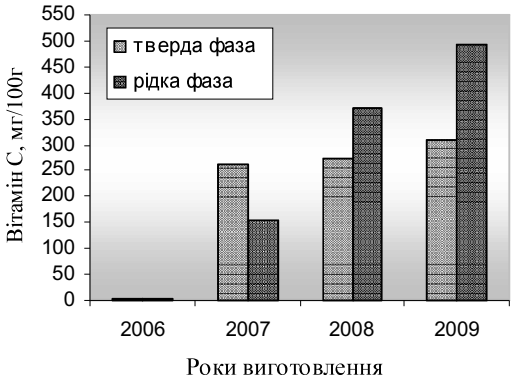


Рис.1 Вміст вітаміну С у екстрактах 2006-2009 р.р. виготовлення

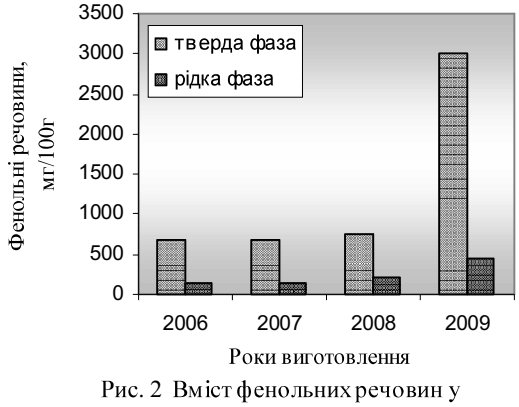


Рис. 2 Вміст фенольних речовин у екстрактах 2006-2009 р.р. виготовлення

З рисунків 1 і 2 видно, що у твердій фазі залишається значна кількість вітаміну С і фенольних речовин, що підтверджує доцільність проведення і вивчення повторних процесів екстрагування з метою повного вилучення біологічно активних речовин.

Відомо, що в народній медицині спиртова настоянка з зеленої шкірки волоського горіха застосовується при катарах шлунку, дизентерії, болях у нирках, сечовивідних органах та ін. Але після достигання горіха і скидання з нього шкірки на землю вона зберігається у зеленому стані до 3…5 днів (в залежності від погодних умов) і поступово темніє. Враховуючи корисні властивості навколоплідника, ми провели екстрагування у 50 %-ому водно-етиловому розчині свіжої сировини і після зберігання у замороженому стані. По закінченні процесу екстрагування дослідили фізико-хімічні показники дослідних зразків екстрактів із навколоплідника, які наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Фізико-хімічні показники екстрактів із навколоплідника волоського горіха

Екстракти	Сухі речовини, %	Титрована кислотність, %	pH	Вітамін С, мг/100 г	Фенольні речовини, мг/100 г
Свіжий навколоплідник	17,8	0,234	4,05	4,81	338
Навколоплідник після заморожування	13	0,210	4,05	4,52	316

Результати досліджень підтвердили, що в екстрактах із свіжого горіхового навколоплідника, а також навколоплідника після зберігання в умовах заморожування міститься значна кількість біологічно активних речовин. Дослідження осаду показали, що в ньому залишається 2…4 мг/100 г вітаміну С та до 2500…2800 мг/100 г фенольних речовин. Тобто не відбулося повного вилучення фенольних речовин і необхідне проведення повторного екстрагування.

Таким чином, проведені дослідження підтвердили біологічну цінність екстрактів, отриманих із плодів волоського горіха в молочній стадії стиглості. Виявлено, що після декантації осаду в ньому залишається значна кількість БАР, тому є необхідність у дослідженнях з повторного його екстрагування. Підтверджено, що зелений навколоплідник є цінною сировиною, особливо, щодо вмісту фенольних речовин, тому його застосування у харчовій галузі вирішить питання безвідходної переробки плодів волоського горіха. Отримані екстракти є важливими рецептурними компонентами для створення консервованих напоїв функціонального направлення, яке охопить імуномоделюючу, профілактичну, оздоровчу дії.

Література

1. Еникеева Р.А. Исследование по фармакогностическому изучению и стандартизации сырья и препаратов Ореха грецкого (*Juglans regia* L.) [Текст]: Автореферат/ Еникеева Р.А. – Москва: ВИЛАР, Москва, 2008. – 21 с.
2. Туркин В.А. Использование дикорастущих плодово-ягодных и орехоплодных растений [Текст]: Туркин В.А. – М.: Гос. изд-во с/х литературы, 1954. – С. 368-397.
3. Тюрікова І.С., Рибак. Г.М., Холодний Л.П. Волоський горіх молочної стадії стиглості – джерело БАР [Текст]: Тюрікова І.С. Рибак. Г.М.; Тематичний збірник наук. праць “Обладнання та технології харчових виробництв" Донец. нац. ун-ту економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановского. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2008. – Вип. 18. – С. 53-57.
4. Тюрікова І.С., Рибак. Г.М., Плахотін В.Я. Розробка технології напою функціонального призначення з використання горіхового екстракту [Текст]: Тюрікова І.С. Рибак. Г.М. Плахотін В.Я.; Тематичний збірник наук. праць „Обладнання та технології харчових виробництв” Донец. нац. ун-ту економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановского. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2010. – Вип.23. – С.130-134.
5. Тюрікова І.С., Рибак. Г.М., Плахотін В.Я. Наукові дослідження з розробки технології виробництва екстрактів з плодів волоського горіху [Текст]: Тюрікова І.С., Рибак. Г.М. Плахотін В.Я.; Збірник наук. праць “Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі" Харківського держ. ун-ту харчових технологій. – Харків: ХДУХТ, 2009. – Випуск 2(10). – С. 198-204.

УДК 664.8.022.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЗАБАРВЛЕННЯ РОЗЧИНІВ КРІАС-ПОРОШКУ З ЧОРНОПЛІДНОЇ ГОРОБИНИ

Туз Н.Ф., асистент, Артамонова М.В., канд. техн. наук, доцент,
Лисюк Г.М., д-р техн. наук, професор
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Розглянуто залежність оптичної густини та інтенсивності забарвлення розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини за різних умов зберігання.

Dependence of absorbancy and intensity of colouring of solutions of krias-powder from a black rowan at different terms storages is considered.

Ключеві слова: натуральні пігменти, кріас-порошок з чорноплідної горобини, розчини, екстракція, функціонально-технологічні властивості, оптична густина, інтенсивність забарвлення.

Зовнішній вигляд та колір харчових продуктів поряд зі смаковими властивостями є основними показниками їх якості. З початку XX сторіччя для надання приємного зовнішнього вигляду харчовим продуктам широко застосовують яскраві і стійкі синтетичні барвники, які майже витіснили натуральні пігменти. Сучасні дослідження синтетичних барвників виявили їх шкідливий або потенційно небезпечний вплив на здоров'я людини. З цієї причини останнім часом намітилась стійка тенденція до використання в харчових цілях переважно барвників природного походження.

Майже всі водорозчинні рослинні барвники – від червоного до синього – є антоціановими барвниками (Е 163) та належать до представників флавоноїдних сполук [1]. За хімічною структурою антоціани – це моно- та диглікозиди антоціанідинів. Природні антоціани мають більш високу розчинність, але характеризуються меншою інтенсивністю забарвлення, ніж відповідні антоціанідини [1, 2]. Суттєвим недоліком природних барвників є нестабільність складу, фізико-хімічних і спектральних характеристик [3].

Чутливість та точність визначення оптичної густини забарвлених розчинів залежать від довжини хвилі світла. Довжину хвилі максимального поглинання світла знаходять за спектром поглинання. Спектр поглинання отримують, вимірюючи оптичну густину розчину за різними довжинами хвиль. Максимум поглинання світла у визначеній спектральній області є важливою характеристикою речовини, а весь спектр поглинання характеризує його якісну індивідуальність [4]. Інтенсивність забарвлення розчину залежить від постійного складу забарвлювальної речовини і є одним з основних чинників, які впливають на точність колориметричного визначення [3].

Вивчення функціонально-технологічних властивостей розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини дозволить більш ефективно застосовувати його для забарвлення кондитерських виробів.

Метою дослідження було визначення оптичної густини водних, водно-спиртових та спиртових розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини та встановлення залежності інтенсивності їх забарвлення за різних умов зберігання.

Відповідно до мети досліджень були поставлені такі завдання:

визначити оптичну густину водних, водно-спиртових та спиртових розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини;

визначити інтенсивність забарвлення водних, водно-спиртових та спиртових розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини;

встановити залежність інтенсивності забарвлення розчинів кріас-порошку від умов зберігання.

Як об'єкти дослідження були обрані розчини кріас-порошку з чорноплідної горобини червоного кольору, одержані шляхом водної, водно-спиртової та спиртової екстракції. У роботі досліджено вплив різних умов зберігання на інтенсивність забарвлення водних, водно-спиртових та спиртових розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини, що дозволить з більшою ефективністю застосовувати цей порошок для надання кольору кондитерським виробам.

З цією метою за допомогою спектрального аналізу знято спектри поглинання водних, водно-спиртових та спиртових розчинів кріас-порошку через дві, вісім та двадцять чотири години після приготування розчинів. Розчини зберігались за таких умов: з доступом світла за t= 18…20 °С; без доступу світла за t = 18…20 °С; без доступу світла за t = 4…6 °С.

Вибір умов дає можливість використовувати розчини кріас-порошку з кожної партії приготування продукції або одноразово протягом 1–2 робочих змін виробництва.

Для вивчення були взяті водні, водно-спиртові та спиртові розчини кріас-порошку з чорноплідної горобини таких концентрацій: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5 %. Оптичну густину визначали за довжинами хвиль від 300 до 400 нм в інфрачервоній та від 400 до 750 нм у видимій області поглинання світла за температури 18…20 °С на фотоелектроколориметрі КФК-3.

Візуально встановлено, що колір досліджуваних водних розчинів з чорноплідної горобини залежно від концентрації від блідо-рожевого до рожевого. На відміну від водних, водно-спиртові розчини мають насичені рубінові відтінки, спиртові – бліді відтінки рожевого.

Згідно з отриманими показниками оптичної густини встановлено, що перехід забарвлювальних речовин у водно-спиртові розчини в 1,5…2 рази вищий ніж у водні та в 2,5…3 рази вищий, ніж у спиртові. Зберігання цих розчинів за різних умов призводить до зміни їх оптичної густини. А саме, під час зберігання цей показник водних розчинів знижується на 25 %, водно-спиртових розчинів – на 10 %, спиртових – на 16 % порівняно з контрольним зразком.

Унаслідок того, що умови зберігання розчинів приводять до певних змін їх оптичної густини в досліджуваному інтервалі довжин хвиль, для об'єктивного порівняння впливу умов зберігання на рожевий колір був проведений розрахунок інтенсивності забарвлення розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини за значення довжини хвилі λ=540 нм, що відповідає наявності саме антоціанових забарвлювальних речовин у розчині. Показник оцінювали як відношення A_x/A_0, де A_x – величина оптичної густини досліджуваного розчину певної концентрації за різних умов зберігання; A_0 – оптична густина контрольного водяного розчину барвника. Результати розрахунків інтенсивності забарвлення водяних розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Інтенсивність забарвлення водяних розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини за різних умов зберігання

Концентрація розчину кріас-порошку, %	Контроль (A_0), %	Через 24 години зберігання (A_x), %		
		З доступом світла	Без доступу світла	
			за t=20˚С	за t=+5˚С
0,25	100	86,6	88,9	89,5
0,5	100	85,6	86,5	87,0
0,75	100	78,6	84,3	84,9
1,0	100	77,2	81,7	84,5
1,5	100	76,8	81,0	84,2

Як видно з таблиці 1, інтенсивність забарвлення водних розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини за всіх умов зберігання зменшується, причому зменшення відбувається від меншої концентрації до більшої. Зменшення інтенсивності забарвлення можна пояснити розпадом речовин, які обумовлюють забарвлення розчину. Так, під час зберігання розчинів з доступом світла інтенсивність забарвлення розчинів зменшується від 86,6 % до 76,8 %; при зберіганні розчинів без доступу світла за температури 18…20 ˚С – від 88,9 % до 81,0 %; при зберіганні за температури 4…6 ˚С – від 89,5 % до 84,2 % порівняно з контролем. З проведеного дослідження зроблено висновок, що зміна інтенсивності забарвлення в межах 25 % відповідно до контрольного зразка є досить суттєва, тому пропонується готувати розчини безпосередньо перед приготуванням виробів.

У табл. 2 наведено результати визначення інтенсивності забарвлення водно-спиртових розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини.

Таблиця 2 – Інтенсивність забарвлення водно-спиртових розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини за різних умов зберігання

Концентрація розчину кріас-порошку, %	Контроль (A_0), %	Через 24 години зберігання (A_x), %		
		З доступом світла	Без доступу світла	
			за t=20˚С	за t=+5˚С
0,25	100	90,0	92,2	93,0
0,50	100	90,6	93,4	94,2
0,75	100	92,0	94,1	94,3
1,00	100	92,6	94,5	94,3
1,50	100	92,8	94,7	95,0

З таблиці 2 видно, що значення показника інтенсивності забарвлення водно-спиртових розчинів кріас-порошку за досліджених умов зберігання зменшується. На відміну від водних у водно-спиртових розчинів зменшення відбувається від більшої до меншої концентрації кріас-порошку. Під час зберігання водних розчинів з доступом світла за температури 18…20 ºС інтенсивність забарвлення зменшується від 90 % до 92,8 % у порівняні з контролем; при зберіганні без доступу світла за температури 18…20 ˚С – від 92,2 % до 94,7 %; зберігання без доступу світла за температури 4…6 ˚С призводить до зміни показника від 93,0 % до 95,0 %. Результати досліджень показують, що зменшення інтенсивності забарвлення в межах 10,0 % можна вважати несуттєвими, що дає можливість зберігати водно-спиртові розчини кріас-порошку з чорноплідної горобини протягом двадцяти чотирьох годин за досліджених умов.

У табл. 3 наведено результати визначення інтенсивності забарвлення спиртових розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини.

Таблиця 3 – Інтенсивність забарвлення спиртових розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини за різних умов зберігання

Концентрація розчину кріас-порошку, %	Контроль (A_0), %	Через 24 години зберігання (A_x), %		
		З доступом світла	Без доступу світла	
			за t=20˚С	за t=+5˚С
0,25	100	84,1	84,3	93,8
0,50	100	85,6	85,1	94,7
0,75	100	87,7	87,3	96,5
1,00	100	88,7	89,8	96,8
1,50	100	88,7	89,6	97,0

З таблиці 3 видно, що інтенсивність забарвлення водно-спиртових розчинів кріас-порошку за всіх умов зберігання зменшується. При зберіганні водних розчинів з доступом світла інтенсивність забарвлення розчинів зменшується від 84,1 % до 88,7 %, зберігання розчинів без доступу світла за температури 18…20 ˚С призводить до зміни показника від 84,3 % до 89,6 %; під час зберігання розчинів за температури 4…6 ˚С – від 93,8 % до 97,0 % порівняно з контролем. Результати досліджень показують, що зменшення інтенсивності забарвлення в межах 16,0 % є суттєвим. Таке зниження спостерігається під час зберігання спиртових розчинів з доступом або без доступу світла за температури 18…20 ºС. Тому передбачено підготовку і зберігання спиртових розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини за температури зберігання 4…6 ºС протягом двадцяти чотирьох годин або ж використовувати розчини відразу після приготування.

Висновки

З проведених досліджень можна зробити висновок, що проведення водно-спиртової екстракції під час приготування розчину кріас-порошку з чорноплідної горобини приводить до переходу забарвлювальних речовин у розчин в 1,5…2 рази вищий, ніж під час водної та в 2,5…3 рази вищий, ніж спиртової.

Установлено, що показники оптичної густини та інтенсивності забарвлення для всіх вищезазначених розчинів за всіх концентрацій та за досліджених умов зберігання зменшуються порівняно з контролем.

Отже, для збереження інтенсивності забарвлення розчинів кріас-порошку з чорноплідної горобини нами рекомендовано: водні – готувати безпосередньо перед їх використанням; водно-спиртові – зберігати за всіх дослідних умов, спиртові – зберігати протягом доби за температури 4…6 ºС без доступу світла.

Література

1. Кричман, Е. С. Некоторые аспекты применения пищевых красителей в производстве кондитерских изделий [Текст] / Е. С. Кричман // Кондитерское производство. – 2007. – № 2. – С. 24-25.
2. Болотов, В. М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, приминение [Текст] / В. М. Болотов, А. П. Нечаев, Л. А. Сарафанова – СПб. : ГИОРД, 2008 – 240 с.
3. Булатов, М. И. Практическое руководство по колориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа [Текст] / М. И. Булатов, И. П. Калинкин. – М. : Химия, 1965. – 230 с.
4. Великая, Е. И. Лабораторный практикум по курсу общей технологии бродильных производств (общие методы контроля) [Текст] / Е. И. Великая, В. Ф. Суходол. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Лёгкая и пищевая пром-сть, 1983. – 312 с.

УДК 543.422.7:631.577

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ЯГОД

Черевко А.И., д-р техн. наук, профессор, Одарченко А.Н., канд. техн. наук, доцент, Мищенко Т.В., ассистент, Звягинцева А.Л., магистр
Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков

Статья посвящена исследованию цветовых характеристик водных экстрактов ягод в зависимости от их предварительной обработки перед хранением. С помощью определения основных цветовых параметров установлено влияние частичного обезвоживания и обработки сырья раствором метилцеллюлозы на качество ягод.

The article is devoted to the research color characteristics of the aqueous extracts of berries, depending on their pre-treatment before storage. With the definition of basic color settings, the influence of partial dehydration and processing of raw material solution of methylcellulose is determined on the quality of berries.

Ключевые слова: ягодное сырье, натрий-карбоксиметилцеллюлоза, цветовые параметры, коэффициент пропускания, частичное обезвоживание

Цвет продуктов питания относится к одному из показателей их качества. Как известно окраску любого биологического объекта определяет его пигментный комплекс. В пищевой промышленности не редко переработка пищевого сырья приводит к деструктивному влиянию на присутствующие в нем пигменты и вследствие – к изменению цвета пищевого продукта. Измерение цвета, способы его выражения, все эти понятия относящиеся к колориметрии, позволяют объективно оценивать цвет продукта, а следовательно и в некоторой степени его качество.

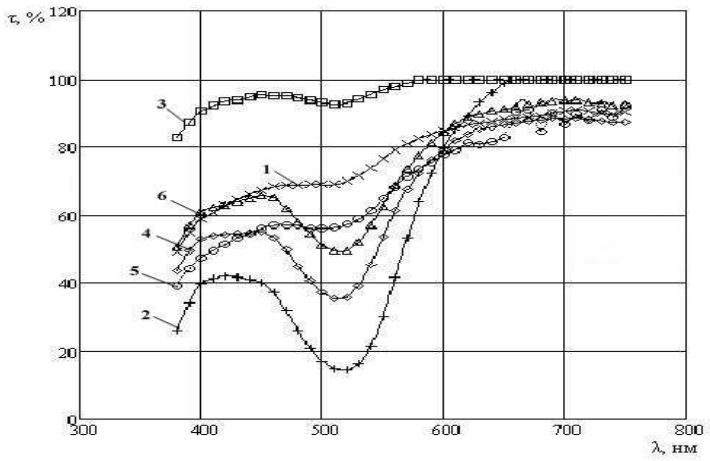
На сегодняшний день колориметрия получила широкое распространение в полиграфии, лакокрасочной, текстильной, фармацевтической, пищевой и ряде других отраслей [1]. Разнообразие объектов колориметрического анализа определяет наличие множества методик проведения цветовых измерений, которые имеют свои преимущества и недостатки. Как известно, в колориметрии существует три основных метода цветовых измерений: визуальный, расчетный и объективный (фотоэлектрический). Авторами был проведен литературный анализ использования данных методик в научных исследованиях связанных с пищевыми технологиями. В результате установлено, что на сегодняшний день применение методов анализа цветности приобретает больший интерес и становится более популярным, особенно в качестве экспесс-анализа [2–4], в ходе которого цветовые измерения осуществляются посредством фотоэлектрического метода. Выяснено, что использование визуального метода в связи с развитием фотоэлектрических методик колориметрии на сегодняшний день становится не объективным, трудоемким и не актуальным. Расчетные методы, более точные методы из всех выше перечисленных. На сегодняшний день основные работы связанные с определением цветовых параметров на основании спектральных данных принадлежат зарубежным авторам [5–8]. Существуют отдельные работы, связанные с применением расчетного метода [9–11]. Исследования, связанные с применением расчетных методов контроля цветности при получении водных экстрактов ягод, насколько известно авторам, не проводилось. В связи с этим представлялось целесообразным определить колориметрические параметры водных вытяжек ягод методом взвешенных ординат и цветового графика [11–12], а также установить изменение цветовых параметров в зависимости от способа предварительной обработки сырья и, как следствие, определить рациональные методы, позволяющие исключить, или снизить необходимость цветокоррекции готового продукта.

В данной работе исследование колориметрических параметров проводилось для двух способов предварительной обработки ягодного сырья, а именно частичного обезвоживания и стабилизации нативных свойств ягод метилцеллюлозой.

Для проведения исследования использовали особо очищенную натрий-карбоксиметилцеллюлозу (Na-КМЦ) БЛАНОЗЕтм (BLANOSE®) Cellulose Gum, которая представляет собой натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы, очищенную в соответствии со спецификациями по чистоте, установленными ЕС, Пищевой и Сельскохозяйственной Организацией ВОЗ ООН (FAO/WHO) и Кодексом Пищевых Химических Продуктов США (US Food Chemicals Codex).

Образцы водных экстракты крыжовника, черной и красной смородины, малины и клубники были приготовлены следующим образом: крыжовник – 25 г продукта заливали 150 мл воды, 5 мин варили (приготовление экстракта), черная и красная смородина – такое же соотношение компонентов доводили до кипения и настаивали, малина – 25 г продукта заливали 65 мл кипящей воды и настаивали, экстракт

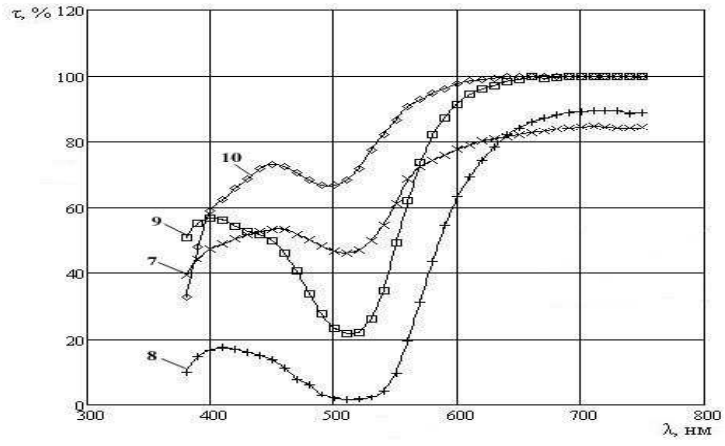
клубники готовился аналогично экстракту крыжовника. Такая продолжительность варки и соотношение компонентов были выбраны экспериментально с целью получения оптимального экстракта ягод для расчета цветовых характеристик. В качестве контроля был использован водный экстракт свежих ягод.



1 – экстракт крыжовника сушеного; 2 – экстракт черной смородины сушеной; 3 – экстракт смородины красной сушеной; 4 – экстракт малины сушеной; 5 – экстракт крыжовника обработанного метилцеллюзой; 6 – экстракт малины обработанный метилцеллюлозой

Рис. 1 – Спектры пропускания водных экстрактов сушеных ягод и ягод стабилизированных

Частичное обезвоживание ягод было осуществлено конвективным методом до снижения влагосодержания на (10...15) %. Обработка ягод метилцеллюлозой производилась следующим образом: ягоды черной смородины погружали в раствор Na-КМЦ на 10 мин, затем сливали раствор и оставляли на 5-10 мин для подсыхания поверхности. При этом вкус и запах ягод, обработанных Na-КМЦ, ничем не отличались от свежих, а поверхность становилась глянцевой.



7 – экстракт крыжовника свежего; 8 – экстракт смородины черной свежей; 9 – экстракт смородины красной свежей; 10 – экстракт клубники свежей

Рис. 2 – Спектры пропускания контрольных водных экстрактов ягод

Колориметрический анализ был проведен для следующих образцов: образец № 1 – экстракт крыжовника сушеного, образец № 2 – экстракт черной смородины сушеной, образец № 3 – экстракт смородины красной сушеной, образец № 4 – экстракт малины сушеной, образец № 5 – экстракт крыжовника обработанного метилцеллюлозой, образец № 6 – экстракт малины обработанный метилцеллюлозой. В кон-

трольные образцы входили водные экстракты, приготовленные из свежих ягод, а именно: образец № 7 – экстракт крыжовника свежего, образец № 8 – экстракт смородины черной свежей, образец № 9 – экстракт смородины красной свежей, образец № 10 – экстракт клубники свежей.

Колориметрические расчеты были выполнены с применением разработанной программы с среде математического пакета Mathcad 14, что значительно интенсифицирует процесс измерений.

Поскольку измерение характеристик цвета расчетным методом взвешенных ординат подразумевает использование спектрофотометрических данных образцов, для всех опытных групп и контроля был определен спектральный состав при помощи фотоколориметра КФК-3. Результаты данного исследования приведены на рис. 1 и 2.

Из спектральных данных следует, что все образцы не относятся к монохроматическим цветам. Образцы №1, 3, 5 не имеют четко выраженного максимума коэффициента пропускания, и цветность данных экстрактов определяется всеми компонентами видимого диапазона электромагнитного излучения, при этом образец № 3 имеет высокое значение коэффициента пропускания на всем диапазоне измерений. Образец № 2 имеет яркий цвет, на что указывает большая амплитуда спектра пропускания. Для экспериментальных образцов № 4 и 6 наблюдается характерный минимум коэффициента пропускания в области 490 – 530 нм видимого электромагнитного излучения.

Полученные результаты спектрофотометрических исследований водных экстрактов контролей указывают на то, что цвета всех образцов имеют сложную природу, отличную от монохроматического излучения. Вклад в цветность вносит вся область видимого электромагнитного излучения за исключением образца № 8, где влияние на цветность области 490-530 нм видимого диапазона не является значительной. Спектры № 8 и 9 в отличие от образцов № 7 и 10 имеют большую амплитуду. Все образцы характеризуются четко выраженным минимумом коэффициента пропускания.

Согласно методу взвешенных ординат вычисление цветовых параметров осуществляется с помощью следующих выражений:

$$X = \int_{380}^{750} \overline{x}(\lambda)\tau(\lambda)I_{\lambda}(A)d\lambda$$

$$Y = \int_{380}^{750} \overline{y}(\lambda)\tau(\lambda)I_{\lambda}(A)d\lambda \qquad (1)$$

$$Z = \int_{380}^{750} \overline{z}(\lambda)\tau(\lambda)I_{\lambda}(A)d\lambda$$

где $\overline{x}(\lambda)$, $\overline{y}(\lambda)$, $\overline{z}(\lambda)$ – стандартизованные функции смешения цветов, $\tau(\lambda)$ – коэффициент пропускания исследуемых образцов, $I_{\lambda}(A)$ – спектральная плотность источника излучения A, $d\lambda$ – ширина спектрального интервала.

Для каждого образца по полученным координатам цвета были рассчитаны трехцветные коэффициенты следующим образом:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, y = \frac{Y}{X+Y+Z} \qquad (2)$$

Последние дают возможность нанести цветность вычисленных образцов на плоскость цветового графика и вычислить цветовой тон, а также колориметрическую чистоту. Цветовой тон определяется длиной волны λ такого монохроматического излучения, которое необходимо смешать с белым цветом, для того, чтобы цветность смеси совпала с цветностью заданного излучения. Колориметрическая чистота выражается отношением яркости монохроматического излучения, которую необходимо добавить к яркости белого цвета, для того чтобы получить исследуемый цвет, к общей яркости получаемой смеси.

Цветовой график представляет собой треугольник, в вершинах которого расположены единичные цвета X Y Z, в центре тяжести треугольника помещен белый цвет. На плоскость графика нанесена кривая цветности монохроматического излучения. Пересечение кривой спектральных тонов и прямой, проведенной через точку белого цвета и через точку нанесенной цветности определяет цветовой тон. Колориметрическая чистота определяется согласно выражению:

$$p_c = \frac{y_{\lambda}}{y_N} \cdot \frac{y_N - y_W}{y_{\lambda} - y_W} \qquad (3)$$

где y_λ – трехцветный коэффициент точки пересечения прямой проведенной через точку белого цвета и точку рассчитанной цветности с линией спектральных тонов, y_N – трехцветный коэффициент вычисляемого образца, y_W – трехцветный коэффициент белого цвета.

Цветовой тон и колориметрическая чистота, по сравнению с координатами цвета, являются более наглядными колориметрическими параметрами, поскольку цвета монохроматических излучений хорошо изучены.

Результаты измерения колориметрических параметров водных экстрактов ягод, а также контрольных образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Цветовые характеристики исследуемых водных экстрактов ягод и контрольных образцов

Образец	Характеристики цвета				
	Координаты цвета			Цветовой тон(λ), нм. $\lambda \pm S_\lambda$, $S_\lambda = \pm 2$	Колориметрическая чистота цвета (P_c), отн. ед.
	$X \cdot 10^{-3}$	$Y \cdot 10^{-3}$	$Z \cdot 10^{-3}$		
Образец № 1	9,2	8,0	2,4	5,85	0,71
Образец № 2	8,1	5,4	1,2	598	0,78
Образец № 3	11,0	9,8	3,4	584	0,66
Образец № 4	8,3	6,4	1,8	591	0,73
Образец № 5	8,4	7,0	2,0	587	0,72
Образец № 6	9,0	7,2	2,2	590	0,70
Образец № 7	8,3	6,8	1,8	588	0,74
Образец № 8	6,2	3,6	0,4	602	0,90
Образец № 9	9,3	6,7	1,5	594	0,78
Образец № 10	10	9,0	2,5	586	0,73

Представленные результаты указывают на отличие параметров цвета контрольных образцов и опытных соответственно. К таким отличиям, прежде всего, относятся результаты колориметрических измерений водных экстрактов крыжовника полученных во все сериях экспериментов. Водный экстракт свежего крыжовника имеет цветовой тон, относящийся к желтой области электромагнитного излучения видимой области (образец № 7). При получении водного экстракта из сушеной данной ягоды цветовой тон и колориметрическая чистота смещаются в сторону зеленого монохроматического излучения (образец № 1), что выражается уменьшением по величине цветовых параметров. Такое изменение колориметрических характеристик вероятно связано с окислением карротиноидов, а также следует учесть действие температурного фактора. Для образца водного экстракта крыжовника стабилизированного метилцеллюлозой (образец № 5) зафиксировано незначительное изменение цветовых параметров в область зеленого цвета, что указывает на протекторное действие метилцеллюлозы на пигментный комплекс крыжовника.

Следует также обратить внимание на результаты цветовых измерений черной и красной смородины. Полученные цветовые характеристики водных экстрактов из сушеных ягод (образцы № 2 и 3) указывают на смещение цветового тона в сторону желтой области видимого излучения по сравнению с контрольными образцами № 8 и 9. Относительно колориметрической чистоты цвета не обходимо заметить уменьшение значения по величине опытных образцов относительно контроля. Образцы № 2,3,8 и 9 имеют доминирующую длину волны, принадлежащую к оранжевому монохроматическому цвету.

Цветовой тон водного экстракта малины сушеной (образец № 4) относится к оранжевой области спектральных тонов, обработка ягоды метилцеллюлозой (образец № 6) приводит к незначительному смещению цветового тона в сторону желтого видимого излучения, колориметрическая чистота по величине уменьшается, что указывает на уменьшение яркости цвета.

В ходе проведенного исследование также было установлены цветовые характеристики водного экстракта свежей клубники (образец № 10), цветовой тон принадлежит к оранжевой области спектральных тонов.

Таким образом, в результате проведенных колориметрических исследований вычислены основные цветовые параметры водных экстрактов свежих, сушенных, а также ягод стабилизированных метилцеллюлозой.

Установлено, что процесс частичного обезвоживания не оказывает существенного влияния на цветовые параметры крыжовника и смородины черной, поскольку изменение цветового тона и колориметрической чистоты, опытных образцов не является значительным относительно контрольных образцов.

Найдено, что предварительная обработка крыжовника метилцеллюлозой оказывает определенное протекторное действие на пигментный комплекс ягоды, на что указывает незначительное изменения цветовых характеристик по величине по сравнению с контролем.

Литература

1. Иванов, В. М. Химическая цветометрия: возможности метода, области применения и перспективы. [Текст] / В. М. Иванов, О. В. Кузнецова // Успехи химии. Т. 70. – 2001. – № 5. – С. 411–428.
2. Байдичева О.В. Цифровой метод определения пива. [Текст] / О.В. Байдичева, О.Б. Рудаков, В.В. Хрипушин // Пиво и напитки. – 2006. – №6. – С. 44 – 45.
3. Ломова Т.С. Цветометрическое количественное определение антоциановых пигментов в спиртовых и водных растворах. [Текст] / Т.С. Ломова [и др.] // Пиво и напитки. – 2008. – №1. – С. 42 – 44.
4. Байдичева О.В. Цветометрия – новый метод контроля качества пищевой продукции. [Текст] / О.В. Байдичева [и др.] // Пищевая промышленность. – 2008. – №5. – С. 20 – 22.
5. R.Mateo, F.Bosch-Reig. J. Agric. Food Chem., 46, 393 (1998).
6. B.Baco, P.Pipek, W.Dolata, T.Radomyski. Pol. J. Food Nutr. Sci., 6, 51 (1997).
7. J. Chasco, G. Lizaso, M. J. Beriain. Meat Sci., 44, 203 (1996).
8. T.M|.P.Cattaneo, R.Lizzano, R.Giangiacomo. Ind. Aliment., 38, 233 (1999).
9. Бывальцев А.И. Определение цветности продуктов переработки сахарной свеклы с использованием спектрофотометра. [Текст] / А.И. Бывальцев [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – №12. – С. 50 – 52.
10. Дубініна А.А. Трансформація речовин пігментного комплексу і вплив її на колір рослинної сировини. [Текст]]: зб. наук. праць / А.А. Дубініна, Т.В. Щербакова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – ХДУХТ, 2006. – Вип. 2(4). – С.385-391.
11. Гуревич М.М., Ицко Э.Ф., Середенко М.М. Оптические свойства лакокрасочных покрытий. – Л.: “Химия”, 1984. – С.29-34.5.
12. Джад, Д. Цвет в науке и технике [Текст] / Д. Джад, Г. Вышецки; пер. с англ. под ред. Л. Ф. Артюшина. – М. : Мир, 1978. – 592 с.

УДК 664.48:613.292

ВИКОРИСТАННЯ ВОДОРОЗЧИННОГО КАРОТИНУ ТА БОРОШНА ПРИ СТВОРЕННІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ НАПОЇВ

Жулінська О. В., Пересічний М.І., Кричковська Л.В.
Харьківський торговельно-економічний інститут КНТЕУ, м. Харків

Робота присвячена пошуку ефективних біологічно активних домішок для створення функціональних напоїв, що повинні підвищити імунний рівень населення різного віку. Каротиноїди, що відіграють велику роль у процесах обміну та захисту мембран клітин від руйнівної дії перекисних радикалів і в рівні імунологічної активності, були апробовані у вигляді водорозчинного компонента. Вони недостатньо вживаються в раціоні харчування як дітей, так і дорослих, а між тим їх застосування є необхідним ланцюгом при створенні функціональних продуктів харчування.

The work is dedicated to the searching effective biologically active additives for development of functional drinks increasing immune level in population of different ages. Carotenoids plays a enormous role in metabolic processes and ways , protection for membranes cells against destructive activity of free oxidative radicals and in levels of immunological protection have been tested as water – soluble components .They are used not enough in the nutritive ration as for children so for adults , but among this their usage is the necessary point in creating of functional foodstuffs.

Ключові слова: напої, каротини, вітаміни, зернові продукти.

Сучасний ринок продуктів харчування спостерігає підвищення асортименту безалкогольних напоїв, оскільки вони задовольняють потребу організму у воді, вгамовують спрагу, забезпечують необхідними біологічно-активними речовинами. Харчовою промисловістю розвинутих країн світу розробляються напої функціонального призначення для різних груп населення, а Україна трохи відстає в цьому напрямку.

Сьогодні в нашу країну надходять в основному дешеві сокоподібні сурогати і концентрати для виробництва соків. Але їх енергетична цінність незначна і вони виготовляються з додаванням хімічних та природних речовин, що стимулюють нервову систему, прискорюють енергетичний обмін. Вживання таких напоїв може мати ряд негативних наслідків для організму, особливо дитячого. Виходячи з вищевказаного, розробка нових технологій, що можуть забезпечувати високу харчову цінність, функціональну активність обміну речовин і високі органолептичні показники напоїв, є пріоритетним напрямком наших досліджень.

Одним із напрямків вирішення цієї проблеми є збагачення фруктових, овочевих соків рослинними культурами. Твердження, що фруктові напої поповнюють організм людини необхідними нутрієнтами – помилкове. В дійсності фрукти й овочі, а також виготовлені на їх основі напої можуть бути тільки джерелом вітамінів С, Р і частково фолієвої кислоти. Низький склад у соках цих вітамінів зумовлений не тільки недостатнім рівнем у початковій сировині, але й суттєвими тратами в процесі їх виробничої переробки. Ці втрати складають до 90 % [1, 2].

Зернові продукти на відміну від соків мають повний набір харчових речовин, необхідних для нормальної життєдіяльності організму. Вони є найбільш цінним джерелом вуглеводів, білків, вітамінів, ферментів, харчових волокон, фосфоліпідів та інших біологічно активних речовин (табл. 1).

Таблиця 1 – Інтегральний скор вітамінів (мг%) борошна ЄСО

Показники	Добова потреба	Пшеничне	Соєве	Рисове	Просяне	Вівсяне	Зародки пшениці
Каротини	2,0	-	5,0	-	0,5	-	-
Вітамін Є	15,00	17,10	125,4	6,67	15,33	22,60	105,33
Тіамін	1,75	9,71	60,0	4,97	18,25	28,01	120,00
Рибофлавін	2,25	1,78	11,2	1,96	10,67	4,89	57,78
Біотин	0,23	0,89	28,93	5,33	-	8,89	0,11

За рахунок вживання зернових продуктів покривається до 40 % потреби у вітамінах групи В та до 50 % добових енергетичних потреб людини [3-5], тому для вирішення проблеми напої збагачують біологічно активними речовинами за рахунок використання круп (рисової та вівсяної). Зернові продукти на відміну від соків мають повний набір харчових речовин, необхідних для нормальної життєдіяльності організму. Вони є найбільш цінним джерелом вуглеводів, білків, вітамінів, ферментів, фосфоліпідів та інших біологічно-активних речовин. Крім того, враховуючи важливу роль каротиноїдів в обмінних процесах, нами було апробовано введення до складу функціонального напою мікробіологічного каротину, котрий володіє антиоксидантними, антимутагенними, антистресовими та імуномодулюючими властивостями, що може додати продукту високу біологічну активність.

Одна з найважливіших функцій каротиноїдів – А-провітамінна активність. Людина не в змозі синтезувати ні каротин, ні вітамін А, що є незамінними для росту, зору, репродукції, нормального функціювання шкіри й слизових оболонок. Вітамін А може бути отримано тільки шляхом переутворення провітаміну-А активних каротиноїдів (перш за все b-аротину, а також а-каротину, астаксантину, кантаксантину та ін.) [6]. Каротиноїди залучаються в різні захисні механізми:

завдяки наявності супряжених подвійних зв'язків можуть зв'язувати синглетний кисень та інгібувати утворення вільних радикалів, запобігаючи їх негативному впливу на організм;

забезпечують захист від ультрафіолету, оскільки можуть трансформувати енергію УФ-світла у видиме світло;

виступаючи в ролі антиоксидантів, захищають чутливі тканини та лабільні з'єднання від окиснення.

Експеримент щодо вивчення дії тривалого застосування збагаченого біологічно активними речовинами напою (12 діб) було проведено на мишах, котрим замість води давали напій, збагачений водорозчинним каротином та борошном, що повинно було підвищувати рівень імунних клітин організму.

Оцінювали дію довгострокового вживання напою на первинну імунну відповідь тварин на тимусзалежний антиген – ерітроцити барана (ЕБ).

Вираженість імунної відповіді оцінювали за кількістю прямих антитілоутворювальних клітин (АОК) селезінки та легенів, рівнем антитіл (АТ) у сироватці крові, а також за вираженістю кожної реакції гіперчутливості уповільнювального типу. Кількість АОК визначали в гомогенаті селезінки або легенів методом локального гемолізу в агаровому гелі. Суспензії з клітин отримували за допомогою гомогенізатора зі скла. Число АОК розраховували на 10^6 ядровмісних клітин. Рівень антитіл (АТ) визначали у декомплементировій прогріванням при 56 °С (30хвилин) сироватці крові. Антитіла проти еритроцитів барана визначали в реакції гемаглютинації методом двократного розведення в лунках полістеролових аглютинаційних планшетів.

Результати досліджень показали, що довгостроковий прийом напою, збагаченного водорозчинним каротином, проявляє деякий вплив на імунокомпетентні клітини в умовах цілісного організму. При цьому встановлено, що напій виявляє підвищення рівня первинної імунної відповіді на корпускулярний тимусзалежний антиген, котрим є еритроцити барана (табл.2).

Таблиця 2 – Первинна імунна відповідь мишей на ЕБ під впливом прийому напоїв з каротином та борошном

Лінія мишей	Показники	Контроль	Імунна відповідь мишей, що отримували напій			
			-5-4-3	-3-2-1	0+1	-2-3
СВА	АОК	252±36	-	105±27*	256±45	225±44
	АТ	2,8±0,2	-	2,5±0,3	4,4±0,3	4,3±0,3
Balb/c	АОК	79±12	-	105±21	183±34	-
	АТ	1,8±0,12	-	2,4±0,24	3,8±0,4	-

Здатність напоїв з біологічно активними компонентами (каротиноїдами) виявляти стимулюючу дію на виробіток антитіл у первинній відповіді у тварин Balb/c, що відповідають на ЕБ не так активно, як миші лінії СВА, можна в деякій мірі трактувати як прояв властивостей фенотипичної імунокорекції генетично детермінованого невисокого рівня імунної відповіді. Робота в даному напрямку продовжується.

До недавнього часу каротин і каротиноїди використовували, головним чином, як червоний барвник, а не для підвищення вітамінної цінності продуктів. Однак, досліди останніх років встановили самостійну функцію каротину. Він підвищує захисні сили організму проти шкідливої дії радіаційного опромінення, злоякісних новоутворень. Доведено, що каротин знижує ризик виникнення серцево-судинних та кишково-шлункових захворювань [7].

В останні роки все більш популярним стає застосування каротиновмісної продукції в різних галузях харчової промисловості, таких як олійно-жирова, молочна, хлібобулочна та макаронна.

Висновки

Створення водорозчинних форм каротину, тим паче натурального походження, розширює рамки застосування каротину, що отримують мікробіологічним способом, у тому числі в напоях.

Література

1. Пересічний М.І., Кравченко М.Ф., Карпенко П.О. Технологія продукції громадського харчування з використанням біологічно активних добавок. – Київ. – 2003. – 321 с.
2. Аминина М.Н. Новый подход к получению лечебно-профилактических продуктов //Матер. респ. науч. конф. «Эколого-гигиенические проблемы питания населения. – Киев, 1992. – С. 24-28.
3. Биологически активные вещества пищевых продуктов. – К.: Урожай, 1992, – 123 с.
4. Левинтон Ж.Б. Медико-биологические аспекты разработки продуктов питания радиопротекторного, иммуностимулирующего и антиоксидантного действия // Тезисы док. укр. науч. практ. конф. «Актуальные проблемы ликвидации медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС».
5. Павлюк Р.Ю. Новые технологии витаминных углеолдсодержащих добавок и их исследования в продуктах профилактического действия. – Харьков. – К., 1997. – 285 с.
6. Махмудов Р.А., Мажидов К.Х., Макиенко Ю.И. О зародышевых хлопьях зерна пшеницы //Пищевая промышленность. – 1995. – № 3. – С. 16.
7. Кирица Е.П. Направленный синтез каротиноидов у дрожжей и перспектива их использования. //Автореф. дис. … докт. биол. наук. Кишинев, 2005. – 26 с.

УДК 663.3

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПЛОДІВ БУЗИНИ ЧОРНОЇ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НЕКРІПЛЕНИХ ВИНОМАТЕРІАЛІВ З НИХ

Токар А.Ю., канд. с.-г. наук, доцент
Уманський національний університет садівництва, м. Умань

Наведено дані про вміст компонентів хімічного складу в плодах дикорослої бузини чорної та некріплених виноматеріалах з них.

Data about of the contents of components the chemical composition in fruits of wild black elderberry and non-fortified wine materials with them.

Ключові слова: бузина чорна, погодні умови, вегетація, плоди, обробка, сік, некріплені виноматеріали.

Вітчизняні ґрунти та клімат народжують плоди, ягоди, лікарські рослини, збагачені необхідними для здоров'я речовинами – мікро- та макроелементами, вітамінами, амінокислотами, органічними кислотами, фенольними, пектиновими та іншими сполуками, тільки вміле поєднання їх перетворює у найкращі ліки. Вино є нешкідливим, а навпаки – корисним для людини напоєм, та одним із засобів боротьби з алкоголізмом [1].

Плоди і ягоди мають антиокислювальні властивості. Аскорбінова кислота виявляє специфічну антирадіаційну дію, має антиокислювальні властивості, позитивно діє на центральну нервову систему. Встановлено протизапальні, антивірусні, протиканцерогенні властивості флавоноїдів, антоціанів і проантоціанідинів [2–4].

За останні роки стала більш відомою надзвичайна корисність плодів бузини чорної. Проте їх не споживають свіжими і в Україні не застосовують для промислового виготовлення вин, які готують тільки в домашніх умовах. Тому проведення хіміко-технологічної оцінки плодів бузини чорної з метою визначення їх придатності для виготовлення кондиційних некріплених виноматеріалів на промисловій основі є своєчасним.

За даними вчених [5,6], плоди бузини дрібні, їх середні розміри близько 6-7 мм. Вони мають темний, майже чорний колір. Ягоди містять (11,2-18,2) % сухих речовин, (3,36-10,48) % – загальних цукрів, (2,2-5,8) г/дм^3 – титрованих кислот, (11,0–19,6) г/дм^3 – барвних речовин, 0,29 % – дубильних і барвних речовин, 0,61 % – пектинових речовин, 51,8 мг% – вітаміну С, 1140-1200 – поліфенолів, 420-570 мг% – катехінів і лейкоантоціанів. В Україні в дикорослому стані є майже у всіх областях [7].

Дослідження проводили протягом 1994-2007 років в Уманському національному університеті садівництва. Метою роботи було проведення хіміко-технологічної оцінки ягід бузини чорної дикорослої з метою визначення їх придатності для виготовлення некріплених виноматеріалів. Витягання соку проводили за двома технологіями: А – до підготовлених ягід бузини додавали (10-15) % прокип'яченої води і нагрівали плоди до температури (80-85) °С 3–5 хвилин. З розрахунку середнього виходу соку додавали цукор-пісок і доводили початкову масову концентрацію цукрів до необхідної. Після охолодження до температури (18-20) °С у сусло додавали розводку чистої культури дріжджів і бродіння проводили з мезгою. Виноматеріали за технологією А виготовляли у 1994-1996, 1999, 2006 і 2007 рр. За технологією Б – до ягід бузини додавали (10-15) % прокип'яченої питної води і нагрівали до температури (80-85) °С 3-5 хвилин, після охолодження пресували, одержували сік І фракції. Вичавки заливали кип'яченою водою у співвідношенні 2:1, настоювали 4 години і пресували повторно. Соки І та ІІ фракції змішували, з них готували виноматеріали. Масова концентрація цукрів до бродіння у суслі була 26,6 і 27,5 г/100см^3. У 1994, 1995, 1999, 2000 і 2005 роках для зброджування застосовували расу Сидрова 101, у 2006 році – різні раси, у 2007 році – активні сухі дріжджі ЕС-1118. Компоненти хімічного складу визначали стандартними методами.

Результати досліджень. Плоди бузини чорної у роки досліджень накопичували від 6,0 до 10,0 % СРР (табл. 1). Вміст цукрів також змінювався у досить широких межах. Їх частка переважала у СРР. За середніми даними вони складали 60,5 %. Однак у плодах, зібраних у 2000 році, вміст цукрів був усього 46,7 % від вмісту СРР. В окремі роки питомий вміст цукрів у плодах бузини досить високий. Зокрема, 67,6 % – у 1994 р. та 71,1 % – у 2006 р. Вміст СРР та цукрів у плодах бузини значно менший у порівнянні з окультуреними видами плодової та ягідної сировини, вирощеної в умовах Центрального Лісостепу України.

Плоди бузини дуже відрізнялися за масовою часткою титрованих кислот. Найменше (0,56 %) титрованих кислот містили плоди врожаю 2006 року. У 2000 р. вони накопичили титрованих кислот у 2,14 рази, а 1999 р. – у 2,23 рази більше. У більшості варіантів вміст титрованих кислот був наближеним до

оптимального у виноробстві. Винятком є плоди 1999 та 2000 років урожаю, коли вміст титрованих кислот перевищував оптимальний.

Таблиця 1 – Вміст компонентів хімічного складу у плодах бузини чорної

Рік урожаю	Масова частка, %			Вміст аскорбінової кислоти, мг у 100 г
	СРР	цукрів	титрованих кислот	
1994	7,4	5,0	0,93	52,0
1995	8,7	4,9	0,64	46,0
1996	7,2	4,2	0,72	50,8
1999	9,6	6,0	1,25	64,4
2000	6,0	2,8	1,20	82,0
2004	10,0	6,5	0,88	49,3
2005	8,6	5,0	0,77	54,0
2006	9,0	6,4	0,56	33,0
2007	9,2	5,4	0,75	46,0
$НІР_{05}$	*0,8*	*0,4*	*0,08*	*4,4*
Середнє	8,4	4,9	0,86	53,1

Отже, при виготовленні некріплених виноматеріалів з плодів чорної бузини матимуть місце високі витрати цукру-піску, однак соки не потребують нормалізації за вмістом титрованих кислот.

Очевидним є вплив погодних умов вегетаційного періоду на формування якості плодів бузини чорної. За найбільшої суми опадів протягом вегетаційного періоду в 1996, 2000 і 2005 рр. середньомісячні температури відрізнялися всього на (0,1-0,4) °С, у плодах накопичилася найменша кількість СРР та цукрів. Найбільша концентрація органічних кислот відмічена у плодах бузини врожаю 1999 р. за максимальної кількості опадів та найвищої середньомісячної температури вегетаційного періоду. У цьому році був найвищим гідротермічний коефіцієнт, із зниженням значення якого концентрація органічних кислот у плодах бузини чорної знижується.

Плоди бузини чорної накопичували 33–82 мг у 100 г аскорбінової кислоти, найбільший вміст якої був за найвищої концентрації титрованих кислот у плодах.

При витяганні соку за технологією Б, вихід соку в перерахунку на клітинний сік плодів перевищував вихід за технологією А на 2,2 дал/т (рис. 1).

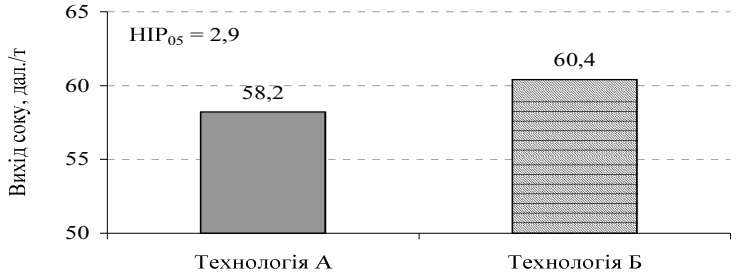


Рис. 1 – Вихід соку з плодів бузини чорної залежно від технології (середній за роки досліджень)

При цьому відходи і втрати при зберіганні, сортуванні, митті, інспекції дорівнювали 6 %, кількість гребенів (10-15) %. Результати дисперсійного аналізу показали, що на вихід соку з плодів бузини найбільш істотно впливали умови року та взаємодія факторів, вплив способу витягання був менший (ступінь впливу відповідно такий 55,0 %; 28,1; 16,7 %).

Соки з ягід бузини чорної також відрізнялися між собою за густиною та за фізико-хімічними показниками якості (табл. 2).

Так, соки, одержані за технологією Б, містили менше чи на одному рівні СРР і цукрів із соками за технологією А. Результати дисперсійного аналізу показали, що ступінь впливу на густину та фізико-хімічні показники фактора – умови року був найголовнішим, від 32,0 до 84,3 %, вплив взаємодії факторів технології та умов року – (13,0-33,9) %. Вплив технології на густину, вміст СРР та цукрів у сокові з бузини приблизно на одному рівні (23,6-26,9) %, а от на масову концентрацію титрованих кислот вплив технології дорівнював усього 0,1 %.

Таблиця 2 – Густина та фізико-хімічні показники якості соків з плодів бузини чорної

Технологія	Рік урожаю	Густина	Масова частка СРР, %	Масова концентрація, г/дм^3	
				цукрів	титрованих кислот
А	1994	1,027	7,2	48	9,0
А	1995	1,029	7,6	43	5,6
А	1996	1,026	7,0	41	7,0
А	1999	1,033	8,6	54	1,2
Б	2000	1,018	4,9	23	9,8
Б	2004	1,031	8,2	53	7,2
Б	2005	1,026	7,0	41	6,2
А	2006	1,034	9,0	64	5,6
А	2007	1,035	9,2	54	7,5
$НІР_{05}$		*0,003*	*0,2*	*4*	*0,6*

У роки досліджень тривалість бродіння сусел з плодів бузини чорної була 31-60 діб (табл. 3). Сусла досить швидко заброджували й інтенсивно бродили. Об'ємна частка етилового спирту вища за 13 % визначалася вже через 12-15 днів бродіння. Потім сусла повільно добродживали і в кінці бродіння іноді спостерігалося підвищення етилового спирту.

В результаті бродіння у виноматеріалах накопичувалась різна кількість етилового спирту, об'ємна частка якого була від 13 до 16,6 %. Відповідно до концентрації етилового спирту різною була концентрація залишкових цукрів у виноматеріалах.

Таблиця 3 – Тривалість бродіння та фізико-хімічні показники якості виноматеріалів з плодів бузини чорної

Рік урожаю, технологія	Тривалість бродіння, доба	Об'ємна частка етилового спирту, %	Масова концентрація, г/дм^3				Вміст аскорбінової кислоти, мг у 100 г
			залишкових цукрів	титрованих кислот	летких кислот	залишкового екстракту	
1994, А	31	16,0	2	6,4	0,72	28,8	20,0
1995, А	46	16,6	1	4,5	0,26	32,7	30,5
1996, А	38	16,0	1	6,1	0,61	36,4	30,0
1999, А	48	15,5	18	9,0	0,75	25,0	32,0
2000, Б	40	15,6	0	8,4	0,88	14,6	22,0
2004, Б	60	14,6	18	7,0	0,96	24,7	24,8
2005, Б	44	13,0	45	5,2	0,40	22,8	16,0
2006, А	42	15,1	7	4,8	0,25	35,0	18,0
2007, А	37	16,0	2	6,4	1,00	24,1	23,0
$НІР_{05}$		*0,4*	*4*	*0,2*	*0,08*	*2,1*	*4,8*
А (середнє)	40	15,9	5	6,2	0,60	30,3	26,2
Б (середнє)	48	14,4	21	6,9	0,75	20,7	20,7

Масова концентрація титрованих, летких і аскорбінової кислот істотно відрізнялася залежно від технології та умов року.

Зниження концентрації титрованих кислот під час бродіння сусел з плодів бузини чорної було нижчим за 4 %. Винятком були сусла з плодів урожаю 1994 р. – 16,9 % і 1999 р. – 9,1 %. Якщо в суслі з плодів 1999 р. врожаю масова концентрація титрованих кислот до бродіння була високою – 9,7 г/дм^3, то у суслі з плодів урожаю 1994 р. – помірною (7,7 г/дм^3).

Залишковий екстракт у виноматеріалах з бузини чорної у трьох варіантах був рівним чи перевищував 30 г/дм^3, проте у 2000 році, коли була апробована технологія Б, вміст залишкового екстракту досить низький, 14,6 г/дм^3.

Порівняння двох технологій між собою за середніми даними показало, що при зброджуванні сусел без плодів процес триває на вісім днів довше. При цьому об'ємна частка етилового спирту була на 1,5 % меншою, у виноматеріалах залишалося на 16 г/100 см^3 більше залишкового цукру, накопичувалося більше летких кислот, вони мали нижчий на 9,6 г/дм^3 залишковий екстракт. Поступалися виноматеріали також за вмістом аскорбінової кислоти.

На формування якості некріплених виноматеріалів з плодів бузини чорної за визначеними показниками відмічався переважний вплив технології (42,6–51,5) % або взаємодії факторів (41,7–73,7) %. Ступінь впливу умов року складав (9,4 – 35,9) % і на жоден показник не мав переважного впливу.

У виноматеріалах з чорної бузини містилося аскорбінової кислоти 16,0–32,0 мг у 100 г. Виготовлення некріплених виноматеріалів з плодів чорної бузини рекомендуємо проводити способом бродіння з мезгою. Оптимальна тривалість процесу бродіння періодичним способом 42 доби, але може затягтися до 60 діб.

Збереженість аскорбінової кислоти у виноматеріалах з бузини чорної щодо її вмісту у плодах бузини чорної значно відрізнялася за варіантами (рис. 2). У 2000 та 2005 роках відсоток збереження був найнижчий, усього 26,8 і 29,6. Це можна пояснити тим, що виноматеріали виготовляли за технологією Б, яка передбачала настоювання мезги з водою для отримання соку другої фракції та розведення соку водою.

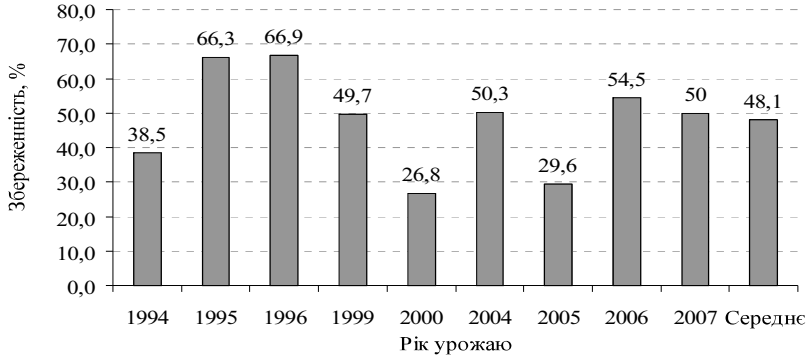


Рис. 2 – Збереженість аскорбінової кислоти у виноматеріалах з плодів бузини чорної щодо її вмісту у плодах

Підтверджено вплив суми опадів за період вегетації на накопичення СРР і цукрів, а гідротермічного коефіцієнта – на концентрацію титрованих кислот у плодах бузини чорної (табл. 4). Концентрація титрованих кислот у виноматеріалах з них може бути розрахована за погодними умовами періоду вегетації, залишкового екстракту – за вмістом титрованих чи аскорбінової кислот у плодах та інші показники. Зокрема, масову частку цукрів (у, г/100 $см^3$) за масовою часткою СРР (х, %) у плодах бузини чорної можна порахувати за рівнянням: $y = 0{,}70x - 1{,}01$, $\sigma_x = 0{,}2$ г/100 $см^3$ і навіть з більшою точністю за рівнянням третього порядку.

Таблиця 4 – Коефіцієнти кореляції та рівняння регресії між погодними умовами періоду вегетації та компонентами хімічного складу соків і виноматеріалів з плодів бузини чорної

Назва показника, що є функцією (у)	Назва показника, що є аргументом (х)	Коефіцієнт кореляції (r)* з відхиленнями	Рівняння регресії
М. ч. СРР у плодах, %	СО, мм	0,75±0,27	$y = -0{,}003x^2 + 0{,}165x - 10{,}24$
М. к. цукрів у плодах, %	СО, мм	–0,97±0,10	$y = -0{,}0001x^2 + 0{,}0586x + 0{,}165$
М. к. цукрів у плодах, %	М.ч. СРР у плодах, %	0,71±0,03	$y = 070x - 1{,}01$
М. к. цукрів у плодах, %	М.ч. СРР у плодах, %	0,97±0,10	$y = 0{,}21x^3 - 5{,}11x^2 + 41{,}39x - 107{,}2$
М. к. ТК у плодах, %	ГТК	0,79±0,01	$y = 0{,}823x - 0{,}21$
Вміст АК у плодах, мг у 100 г	М. ч. ТК у плодах, %	0,85±0,01	$y = 49{,}55 + 11{,}24$
М. к. ТК у виноматеріалах, г/$дм^3$	СТ, град.	0,86±0,21	$y = -8{,}465x^3 + 429{,}9x^2 - 7263{,}6x + 40831$
М. к. ТК у виноматеріалах, г/$дм^3$	СА, град.	0,97±0,10	$y = 0{,}0004x^2 - 2{,}029x + 2411{,}6$
М. к. ТК у виноматеріалах, г/$дм^3$	ГТК	0,88±0,20	$y = 28{,}432x^2 - 61{,}786x + 38{,}6$
М. к. ТК у виноматеріалах, г/$дм^3$	М. к. ТК у плодах, %	0,78±0,01	$y = 15{,}92x - 6{,}05$
М. к. ЗЕ у виноматеріалах, г/$дм^3$	М. к. ТК у плодах, %	-0,68±0,04	$y = -19{,}96x + 44{,}29$
М. к. ЗЕ у виноматеріалах, г/$дм^3$	Вміст АК у плодах, мг у 100 г	0,91±0,17	$y = -0{,}0009x^3 + 0{,}014x^2 - 7{,}791x + 167{,}2$

* Примітка. За криволінійної залежності кореляційне відхилення (η_{yx}).

Висновки

1. Плоди бузини чорної в умовах Правобережного Лісостепу України накопичують (6-10) % СРР, (2,8-6,5) – цукрів, (0,56-1,25) % – титрованих кислот та (33,0-82,0) мг у 100 г аскорбінової кислоти. На формування якості плодів істотно впливають показники погоди періоду вегетації. На 5 %-ному рівні значущості виявлено обернені сильні зв'язки між сумою опадів за вегетаційний період та накопиченням сухих розчинних речовин (r = –0,72±0,03) і цукрів (r = –0,67±0,05) у плодах бузини. Виявлено також сильний кореляційний зв'язок між гідротермічним коефіцієнтом вегетаційного періоду та вмістом титрованих кислот у плодах бузини (r = 0,79±0,01).

Між вмістом компонентів хімічного складу також виявлені сильні зв'язки. Зокрема, сильний кореляційний зв'язок між масовою часткою СРР та цукрів (r = 0,71±0,03), що забезпечує визначення вмісту цукрів (у, г/см^3) у плодах чорної бузини розрахунковим шляхом за вмістом ССР (х, %): у = 0,70х–1,01.

2. Відходи і втрати при зберіганні, сортуванні, митті, інспекції плодів чорної бузини становлять 6 %, при чищенні (відділенні гребенів) – (10-15) %. Вихід соку при додаванні (10-15) % прокип'яченої води, пастеризації сусла і бродінні з мезгою 58,2 дал/т; при нагріванні мезги до (80-85) °С, пресуванні, настоюванні вичавок з водою у співвідношенні 2:1 протягом 4 годин, змішуванні соків першої і другої фракції. Загальний вихід соку 72,9 дал/т, у перерахунку на клітинний сік 60,4 дал/т.

3. У виноматеріалах з плодів чорної бузини, виготовлених способом бродіння з мезгою, об'ємна частка етилового спирту дорівнює (15,1-16,6) %, титрованих кислот – (4,5-9,0) г/дм^3, летких кислот – 0,26-1,00, залишкового екстракту – (24,1-36,4) г/дм^3, вміст аскорбінової кислоти – (18,0-32,0) мг у 100 г. У виноматеріалах, виготовлених шляхом бродіння без мезги, вищезазначені показники відповідно такі: 13,0–15,6; 5,2–8,4; 0,40–0,96; 14,6–24,7; 16,0–24,8. Збереженість аскорбінової кислоти при виготовленні некріплених виноматеріалів з плодів чорної бузини (26,8–66,9) %. Плоди бузини чорної придатні для виготовлення некріплених виноматеріалів.

4. Виявлено сильні зв'язки між показниками погоди періоду вегетації бузини чорної та масовою концентрацією титрованих кислот у виноматеріалах. Зокрема, з сумою середньомісячних температур (r = 0,69±0,04), сумою активних температур (r = 0,67±0,05) – зв'язок сильний і може перейти у середній. Сильний кореляційний зв'язок виявлено між ГТК та масовою концентрацією титрованих кислот у виноматеріалах з них (r = 0,88±0,02). Сильний зв'язок також між масовою концентрацією титрованих кислот у виноматеріалах та їх вмістом у плодах бузини (r = 0,78±0,01).

Література

1. Виноградное вино и алкоголизм. Записка В.Е. Таирова, консультанта Главного Управления Землеустройства и Земледелия по вопросам виноградарства и виноделия // Сад, виноград і вино України. – 1999. – № 1. – С. 30–31.
2. Гудковский В.А. Антиокислительные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения / Гудковский В.А. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 4. – С. 13–19.
3. Иванова Т.Н. Плодоовощные нектары – сырье для приготовления молочних напитков / Иванова Т.Н., Мартынова О.В., Зайцева Е.А. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 4. – С. 63–64.
4. Барабашова Л.Ю. Вітамінний щит від радіації / Барабашова Л.Ю. // Сад, виноград і вино України. – 1999. – № 2. – С. 22–23.
5. Бузина [Ред. стаття] / Квіти України. – 2004. – № 4. – С. 32.
6. Химический состав бузины черной и малины / [И. Купатадзе, А. Хотивари, А. Киладзе и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 6. – С. 55–56.
7. Гаммерман А.Ф. Лекарственные растения / Гаммерман А.Ф., Кадаев Г.Н., Хмелевский А.А. – М.: Высшая школа, 1990. – 544 с.

УДК 664.83/.85-025

ОТРИМАННЯ ФРУКТОВИХ ТА ОВОЧЕВИХ КОНЦЕНТРАТІВ ДЛЯ ЗАБАРВЛЕННЯ SPA-НАПОЇВ

Бурдо А.К., канд. техн. наук, Тележенко Л.М., д-р техн. наук, професор,
Михайлова К.А, магістр
Одеська національна академія харчових технологій, Одеса

Згущення соків збільшує концентрацію барвних і фізіологічно важливих речовин, підвищує збереження цих компонентів у процесі зберігання, а також поширює галузь використання фруктових та овочевих соків як харчових дієтичних продуктів, у тому числі у SPA-технологіях. Серед методів концентрування низькотемпературне згущення є одним із пріоритетних напрямів харчової промисловості.

Thickened juice concentrates coloring and physiologically important substances, enhances conservation of these components during storage and spreading the use of fruit and vegetable juices as dietary food products, including SPA-technology. Among the methods of concentrating low thickening is one of the priorities of the food industry.

Ключові слова: концентрат, сік, буряк, бетанін, стабілізація, виморожування.

Інтеграція України у світовий економічний простір потребує суттєвих змін у системі пріоритетів державної політики щодо соціально-економічного розвитку країни та забезпечення підвищення життєвого рівня населення. У вирішенні цих завдань вагомого значення набуває один із секторів економіки, що розвивається швидкими темпами, – SPA- і WELLNESS-індустрія. Спираючись на вищезазначене, пропонуємо виділяти сім головних критеріїв, що мають бути покладені в основу кожної SPA-кухні: екологічність, що передбачає використання у раціонах тільки натуральних інгредієнтів без консервантів, барвників, синтетичних харчових добавок для посилення смаку тощо, які вирощуються в екологічно чистих регіонах та не є генномодифікованими; сприйняття, тобто орієнтації на ефект комплексного чуттєвого враження від страв і напоїв; оздоровлення, або формування раціонів, спрямованих на загальне оздоровлення їх споживачів із урахуванням індивідуальних особливостей кожної людини; збалансованість, тобто пошук оптимального балансу мікронутрієнтів та калорій при формуванні раціонів; технологічність, або використання так званих «здорових» способів і технологій приготування їжі, що дозволяють максимально зберегти харчову цінність продуктів; помірність, що передбачає обмеження обсягів порцій страв; просвітництво, що передбачає виховання та поступове розповсюдження культури SPA-харчування серед широких мас населення.

Засвоєння харчових продуктів в організмі людини значною мірою залежить від їх зорового сприйняття і насамперед від забарвлення. Виробництво харчових концентратів барвних речовин отримало широкий розвиток в усьому світі. Видалення частини води з соку дозволяє зменшити об'єм рідини, що має позитивний вплив для зберігання і знижує вартість транспортування, дозволяє уникнути небажаних хімічних і біохімічних реакцій та мікробіологічних процесів. Отримати природні концентрати барвних речовин можна різними шляхами: випарюванням, виморожуванням (кріоконцентруванням) або за допомогою мембран. Концентрування бажано робити таким чином, щоб продукт зазнавав мінімальних змінНайбільш розповсюджений спосіб концентрування соків – випарювання у вакуумних установках. При цьому вода випарюється з продукту під розрідженням і при більш низькій температурі. Існує можливість частково уловлювати в дистиляційній колоні ароматичні речовини, які леткі разом із водяною парою [1, 2, 3, 4]. Проте повністю позбавитися від негативного впливу підвищених температур на якість концентрату не вдається. У процесі згущення харчові рідини втрачають значну частину вітамінів і аромату, до того ж змінюються їх смакові властивості та колір.

Основним мембранним способом, що застосовується для концентрування соків, є зворотний осмос [5, 6]. До переваг зворотного осмосу належать низькі енергетичні витрати, відсутність теплової та окисної деградації продукту, простота установки і легке збільшення її продуктивності завдяки монтажу додаткових модулів. Швидкість проходжень води через мембрану залежить від доданого тиску, температури і в'язкості соку [7]. Максимально зворотним осмосом можна концентрувати соки до (30…40) % сухих речовин. До недоліків мембранних технологій відносять також дорожнечу мембран і складність їх виготовлення [4, 8].

Концентрування виморожуванням засноване на охолодженні продукту дещо нижче температури його замерзання. При цьому частина води замерзає і у вигляді кристалів льоду відділяється від концентрату.

Концентрація соку залежить від кінцевої температури заморожування, чим нижча температура, тим вищий вміст сухих речовин та, відповідно, масова частка цукру, кислот, колоїдних та інших сполук у соку. Теоретично найбільш високий ступінь концентрації обмежений евтектичною точкою розчину, за якою неможливо відокремити воду у вигляді льоду. Величина втрат соку є ще одним важливим критерієм, що визначає оптимальний ступінь концентрації: чим вища концентрація, тим вищі втрати соку.

Основною перевагою способу виморожування є те, що процес проводиться при низьких температурах і продукт зазнає мінімальних змін. Концентрат після розведення водою дає продукт, за хімічним складом та органолептичними властивостями близький до свіжого вихідного соку.

Нами розроблена технологія отримання концентрату барвних речовин із столового буряку. Буряк – багате джерело речовин фізіологічно важливих для організму людини. У буряковому соку відзначено високий вміст вітамінів B_1, B_2, PP, йоду, заліза, ацетилхоліну. Барвники буряків – беталаїни, потрапивши в організм людини, здатні покращувати засвоєння продуктів і дію аскорбінової кислоти. Бетаціани бурякового соку – вкрай нестійкі з'єднання і піддаються змінам під дією кисню повітря, pH середовища, температури, важких металів. Нагрівання розчинів бетаніну призводить до зменшення червоно-фіолетового забарвлення і поступового накопичення коричневих продуктів.

При збереженні натурального бурякового соку методом теплової стерилізації значні втрати бетаніну неминучі. При використанні заморожування натурального бурякового соку зниження біологічної цінності готового продукту мінімальне, але при зберіганні протягом 6 місяців втрати бетаніну становлять 3,6 %, а через 9 місяців – 12,6 %. Концентрування соку до 30 % сухих речовин дозволяє підвищити стабільність бетаніну в процесі зберігання.

Стабілізація бетаніну концентруванням дозволяє також збільшити вміст біологічно активних речовин у продукті. Для порівняння впливу способу концентрування на якість одержуваних концентратів досліджували 30 % буряковий кріоконцентрат та 30 % буряковий концентрат, отриманий випаровуванням. Зразки натурального бурякового соку (10 % сухих речовин), а також концентрованого випаровуванням (30 % сухих речовин) і виморожуванням (30 % сухих речовин) розбавляли підкисленим соляною кислотою спиртом і отримані втяжки аналізували на фотоелектрокалориметрі. Були отримані спектри досліджуваних зразків, на яких підвищення оптичної густини при довжині хвилі 540 нм відповідає збільшенню концентрації бетаніну (рис.1).

У 30 % буряковому концентраті, отриманому випаровуванням, вміст червоних пігментів на 14 % менший, ніж у 30 % кріоконцентраті. Отриманий результат свідчить про деградацію барвників бурякового соку в процесі випаровування. При розведенні кріоконцентрату водою до вмісту сухих речовин 10 % якість отриманого продукту наближена до натурального бурякового соку (з такою самою концентрацією сухих речовин).

Результати порівняльного аналізу характеристик концентрованого випаровуванням і виморожуванням бурякового соку ще раз підтверджують, що при виробництві високоякісних концентратів, пріоритетне становище займають кріотехнології. Тому подальші дослідження були присвячені розробці технології концентрованого бурякового соку виморожуванням.

Натуральний буряковий сік охолоджують до (2…4) ºС у трубчастому теплообміннику і направляють в установку, в якій його піддають виморожуванню протягом 2 годин у системі концентраторів до максимально можливого вмісту сухих речовин на першому ступені концентрування. Захоплений блоком льоду сік відокремлюють гравітаційним сепаруванням протягом 1,5 години, змішують з концентратом першого ступеня і направляють у систему концентраторів другого ступеня. Процес концентрування бурякового соку методом блочного виморожування до концентрації сухих речовин 30…40% здійснюють постадійно, поступово збільшуючи вихідну концентрацію сухих речовин у кристалізаторі та знижуючи температуру охолоджуваного стрижня.

Отримання кріоконцентрату бурякового соку із вмістом сухих речовин (30…40) % вимагає значних обсягів сировини. Кріоконцентрований буряковий сік зберігає колір, смак та аромат натурального продукту, а втрати біологічно активних речовин незначні. Так, втрати бетаніну при кріоконцентруванні не перевищують 5 %.

Уведення до SPA-напою концентрату невеликими порціями дозволяє отримати забарвлений продукт і задовольнити потребу організму в біологічно цінних речовинах.

У розроблених SPA-напоях визначали показники їх біологічної активності, а саме: масову частку вмісту антоціанів, лейкоантоціанів, бетаніну та антиоксидантну активність. Показники біологічної активності SPA-напоїв наведено у табл. 3.

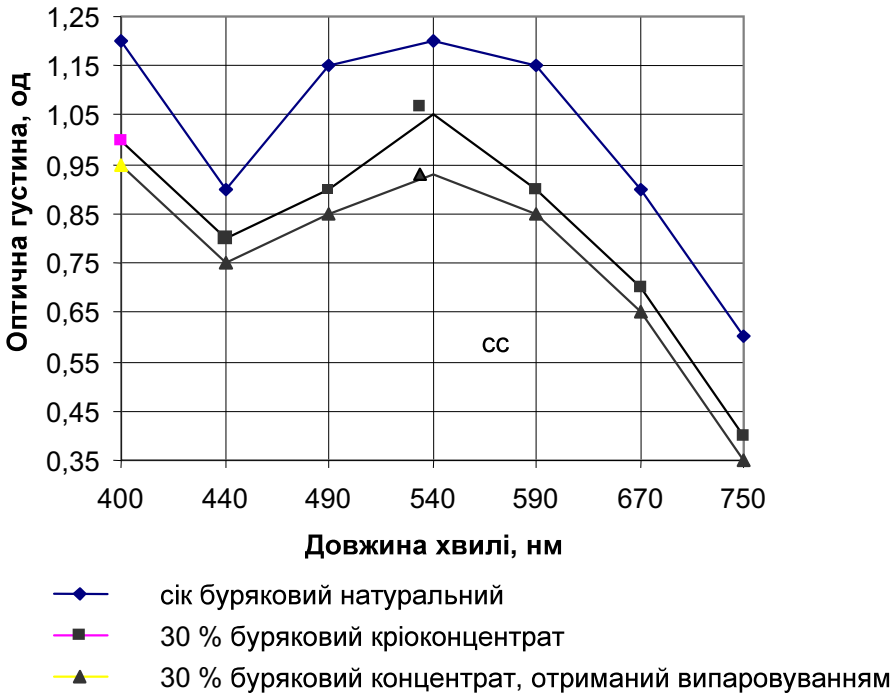


Рис. 1 – Спектральні криві бурякового соку натурального і концентрованого виморожуванням та випаровуванням

Таблиця 3 – Показники біологічної активності SPA-напоїв

Вид spa-напою	Сухі речовини, %	Анто-ціани, мг/100 г	Лейко антоціани, мг/100 г	Бетанін, мг/100 г	АО активність, %
Яблучний з мінеральною водою	12,9	–	18,7	–	87,0
Яблучно-буряковий	13,3	–	24,9	38,6	94,6
Яблучнобуряковочорноплідно-горобиновий	15,2	28,6	23,4	40,2	98,0

Висновки

1. Концентрування соків випаровуванням приводить до втрати значної частини вітамінів, аромату, смакових властивостей та кольору.
2. Основною перевагою способу виморожування є те, що процес проводиться при низьких температурах і продукт зазнає мінімальних змін. Концентрат після розведення водою дає продукт, за хімічним складом та органолептичними властивостями близький до свіжого вихідного соку.
3. На процес концентрування виморожуванням суттєво впливає температура охолоджуваного стрижня. На першому ступені процесу виморожування температура стрижня рекомендується більш висока (–10 ºС) порівняно з другим (–15 ºС) та третім (–20 ºС) ступенями.
4. Шляхом експериментальних досліджень показано можливість підвищення якості рідких харчових продуктів, що використовуються у SPA-харчуванні, для покращення їх засвоєння організмом людини.

Література

1. Бурдо А.К. Разработка технологии получения и стабилизации окраски свекольного криоконцентрата. Дис. канд., техн., наук 05.18.13. – Одеса, 2000. – 196 с.
2. Грубы Я. Производство замороженных продуктов /Пер. с чешск., ред. и предисл. д-ра техн. наук, проф. И.Ф. Бугаенко. – М.: Агропромиздат, 1990. –336 с.
3. Сепеш Э., Надабан П. Процессы выпаривания в пищевых производствах: Пер. с венгерского. – М.: Пищевая пром-сть, 1969. – 311с.
4. S. Deshpande, M. Cheryan, S. Sathe, D. Salunkhe. Freeze Concentration of Fruit juicts //CRS. Critical Review in Food Science and Nutrition. – 1984. – P. 173-244.
5. Самсонова А.Н., Ушева В.Б. Фруктовые и овощные соки. – 2-е изд. Перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.
6. Самсонова А.Н., Ушева В.Б. Фруктовые и овощные соки. –М.: Пищевая пром-сть, 1976. – София: Техника, 1976. – 274 с.
7. Muller J. Freeze – concentration of liquid foods. Theory, Practice and Economics //Food Technology. – 1967. – P. 49-53.
8. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 272 с.

УДК 664.669

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИРОВИНИ З МЕТОЮ ВИКОРИСТАННЯ ЇЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ

Белінська К. О., магістр техн. наук, Фалендиш Н. О., канд. техн. наук, доцент,
Ковбаса В. М., д-р техн. наук, професор, Терлецька В. А., канд. техн. наук, доцент
Київський національний університет харчових технологій, м Київ

У статті описані основні проблеми на ринку дитячого харчування. Запропоновано заходи щодо покращення стану ринку.

Проведені органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні властивості сировини. На основі отриманих результатів розробленні рецептурні суміші .Досліджено фізико-хімічні, мікробіологічні властивості сумішей та зміну властивостей в процесі зберігання.

The article describes the main problems in the baby food market. Shown on measures to improve market conditions.

Conducted organoleptic, physical-chemical and microbiological properties of raw materials. Based on the results of the development mix recipe. Investigation of physical-chemical, microbiological properties of mixtures and changes of properties during storage.

Ключові слова: сухі дитячі суміші, екструзія, чай Плантекс, фруктоза, набухання, водопоглинання, розчинність, зберігання.

На здоров’я людини впливають різні фактори: спадковість, спосіб життя, лікування. Але головна роль відводиться харчуванню. Харчування на 40 % формує здоров’я організму. Здорове харчування з народження забезпечить тривале та повноцінне життя дорослої людини [4].

Найкращим та повноцінним харчуванням немовлят є материнське молоко, яке забезпечує дитину всіма речовинами в таких кількостях, в яких потребує організм. Природа ідеально створила взаємозв’язок між матір’ю та дитиною. Під час вагітності материнський організм наче «програмується», він вивчає дитину досконало, знає всі її потреби, всі недоліки. І при годуванні через молоко організм мами постачає дитину саме такими речовинами, які потрібні дитині в оптимальних кількостях. Доведено, що молоко жінки є ідеальним продуктом для годування власної дитини [2, 3].

На жаль, у багатьох випадках діти не отримують ідеального харчування взагалі або отримують в недостатній кількості. Причин може бути багато, і проблем від цього ще більше. До сьогоднішнього дня не знайдено 100 % замінника материнського молока, і навряд чи можна його знайти. Тому основним завданням сьогодні є створення замінника, який би максимально був наближений до складу грудного молока [1, 5].

Як відомо, склад материнського молока непостійний, він змінюється. Тому і суміші не повинні бути однакові за складом для дітей різних вікових груп. У кожному віці свої потреби, отже, і склад дитячого харчування має відповідати цим потребам [4].

Сухі молочні суміші виготовляють для щойно народжених дітей, для дітей з п'ятимісячного чи шестимісячного віку, для дітей з восьмимісячного віку, для недоношених дітей, для дітей з різними вадами здоров'я (закрепи, алергія, непереносимість деяких речовин та ін.).

Асортимент таких продуктів надзвичайно широкий, як вітчизняних, так і закордонних виробників. Відповідно великий і діапазон цін.

Аналіз ринку свідчить, що асортимент сухих молочних сумішей для дітей віком до 1 року надзвичайно великий. Проте неможливо не помітити катастрофічну нестачу цих продуктів від вітчизняних виробників [5].

В останні роки вітчизняна індустрія дитячого харчування перебуває в складному фінансовому стані, що негативно позначається на обсягах виробництва цієї продукції. За оцінками фахівців на сьогодні внутрішній попит на продукти дитячого харчування більше, ніж наполовину задовольняється за рахунок продукції іноземного походження.

Раціональне харчування – один з найбільш важливих факторів, що впливають на розвиток та здоров'я дітей, особливо в перший рік їх життя. Для дітей грудного віку найкращою їжею є материнське молоко. Незважаючи на переваги грудного годування, число дітей, переведених на змішане чи штучне годування, збільшується. Так для годування використовують спеціальні молочні суміші, наближені за складом до жіночого молока [6-8].

Проблема забезпечення дітей високоякісними, біологічно повноцінними продуктами харчування має велике соціальне та народногосподарське значення. Якість багатьох видів дитячого харчування, яке пропонується на українському ринку, не відповідає встановленим вимогам. У таблиці 1 зображені основні вимоги до дитячого харчування.

Таблиця 1 – Добова потреба дітей в поживних речовинах з розрахунку на 1 кг маси тіла

Вік немовлят, міс.	Білки, г		Жири, г	Вуглеводи, г	Енергія, кКал
	загальні	тваринні			
0-3	2,2	2,2	6,5	13	120
4-6	2,6	2,5	6.0	13	115
7-12	2,9	2,3	5,5	13	110

Продукти для дітей раннього віку повинні, крім достатньої харчової цінності, задовольняти особливі вимоги, які ставляться до них у зв'язку зі своєрідним організмом дитини. Основна вимога – це добра засвоюваність продукту організмом дитини. Продукти для харчування дітей віком до 1 року не повинні містити компонентів, які можуть викликати алергічні реакції в організмі дитини.

Було досліджено сировину, яка використовується для виробництва продуктів дитячого харчування. Досліджувалось молоко сухе, борошно кукурудзяне, борошно гречане, борошно рисове. Проведено фізико-хімічні дослідження екструдатів – визначення здатності до набухання, розчинності, водопоглинальної здатності, а також визначення масової частки білка, масової частки жиру, кислотності. В молоці визначено групу чистоти, індекс розчинності, масову частку білка, масову частку жиру та масову частку вологи. За всіма показниками сировина відповідає вимогам нормативної документації. Тому на її основі були розроблені композиції сухих дитячих сумішей.

При розробленні рецептурних композицій за основу була взята рецептура сухої суміші «Малыш». До складу суміші входять такі основні компоненти:

молоко сухе – 65 %;

борошно екструдоване – 12 %;

цукор-пісок – 23 %.

Нами передбачено введення у склад сумішей чаю Плантекс, який має профілактичну дію, та заміну сахарози іншим цукром – фруктозою.

Аналіз якості сучасних продуктів для харчування дітей показав, що дані продукти не ідеально скомпоновані й підлаштовані для сприймання їх організмом немовлят. Відомо, що вплив сахарози на організм дитини не завжди позитивний. Вживання сахарози може призвести до негативних наслідків: зниження імунітету, погіршення мінерального обміну, роздратованості та дитячих капризів, дефіциту хрому та міді, підвищення рівня глюкози та інсуліну, ускладнення засвоєння кальцію та магнію, підвищення концентрації

нейромедіатора сератоніну, підвищення рівня адреналіну, погіршення продукування гормону росту, підвищення рівня холестерину, розвитку екземи, появи алергічних реакцій, розвитку діабету, сонливості.

Для попередження захворювань та дисгармонії організму дитини доцільно сахарозу замінити іншим цукром – фруктозою.

Фруктоза – це натуральний плодовий цукор, на відміну від сахарози, міститься в натуральному вигляді в плодах, нектарах та в меді.

Вона не тільки не шкодить організму, але й справляє позитивний вплив. Фруктоза переходить у глюкозу в процесі обміну речовин, але збільшення концентрації глюкози в крові відбувається дуже плавно і поступово, не викликаючи, наприклад, загострення діабету. Крім того, для засвоєння фруктози не потрібен інсулін, і тому не створюється додаткового навантаження на підшлункову залозу. Засвоюваність фруктози краща, ніж у сахарози.

Чай Плантекс – це препарат, який використовується в педіатрії для лікування і профілактики функціональних кишкових розладів. Даний лікувальний препарат позитивно впливає на кишечник дитини і справляє спазмолітичну дію, допомагаючи звільнитись від газів, що накопичились, і полегшити загальне самопочуття.

Чай Плантекс є повністю натуральним препаратом, до складу якого входять плоди та ефірні масла фенхеля, а також лактоза. Дані компоненти чаю стимулюють травлення, збільшують секрецію шлункового соку і підсилюють перистальтику кишечнику. Саме тому шлунково-кишковий тракт дитини набагато швидше розщеплює і всмоктує їжу.

Розроблені суміші також було досліджено за всіма показниками, передбаченими нормативною документацією: масова частка вологи, масова частка білка, кислотність, мікробіологічні показники і т. д. Також було досліджено органолептичні показники та зміни їх властивостей у процесі зберігання.

В результаті розрахунку хімічного складу, енергетичної цінності та біологічної цінності встановлено, що хімічний склад сумішей повністю задовольняє організм дитини в поживних речовинах. Крім того, амінокислотний склад ідеально збалансований. Енергетична цінність композицій представлена в таблиці 2.

Таблиця 2 – Енергетична цінність сумішей

Показники	Номер суміші								
	1	2	3	4	5	6	7	8	«Детолакт»
Енергетична цінність, кКал	447,9	447,32	447,03	447,68	447,48	446,21	446,6	449,07	504,3

За допомогою оптимізації були обрані три найкращі рецептури, для яких підібрано оптимальну кількість відновника.

Висновки

1. Дитяче харчування потребує удосконалення та розширення асортименту від вітчизняних виробників.
2. Встановлено, що розроблені суміші є повноцінним та найкращим харчуванням після материнського молока.
3. Введення нетрадиційної сировини є доцільним, оскільки покращує властивості продукту, сприяє кращому засвоєнню та спричинює позитивну дію на організм дитини.
4. Дані продукти, завдяки вмісту фруктози, можуть також бути використані при вигодовуванні дітей, які хворіють на целіакію.

Література

1. Азбука харчування. Харчування дітей: Довідник/ За ред. С. К. Ткаченко, І. О. Мартинюка. – Львів: Світ, 1995. – 200 с.
2. Гігієна харчування з основами нутриціології. – К.: Здоров'я, 1999. – 568 с.
3. Иванов Н. П. Рациональное питание детей// Твое здоровье. – М.: Знание, 1991. – С. 8-13.
4. Иунихин В. С. Совершенствование технологии детской и диетической муки из крупных продуктов: Дис. к.т.н. – М., 1986. – 191 с.
5. Шаманова Г.П., Киселева Р. М. Производство сухих молочных продуктов детского питания «Пищевая промышленность», 1978 г.
6. CAC (Codex Alimentarius Commission). Codex standart for infant formula. — Codex stan.72$1981. — 7 p.
7. CAC (Codex Alimentarius Commission) Codex standart 156$1987.
8. CAC (Codex Alimentarius Commission) Codex standart 73$1981.

УДК 577.15:664.858

АРОМАТИЗАЦИЯ ГОМОГЕНИЗИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Дубова Г.Е., канд. техн. наук, доцент
Полтавский университет экономики и торговли, г. Полтава

Статья посвящена вопросу ароматизации пюреобразных продуктов путем предварительной ферментативной обработки. На восстановление компонентов ароматических веществ оказывает влияние выбор предшественника аромата и фермент-восстановитель. Рассмотрена возможность восстановления ароматических компонентов с помощью ферментов растительного происхождения, изучено их влияние на компоненты аромата.

This article is devoted to the aromatization of puree products by enzymatic pre-treatment. The affects synthesis of components of aromatic substances the choice of aroma precursor and enzyme-reductant. The possibility of extracting the aromatic components with the help of plant origin enzymes is considered, their influence on the flavor components is studied.

Ключевые слова: предшественники аромата, ароматические компоненты, ферменты, биотрансформация.

Некоторые ароматические вещества являются продуктами вторичных метаболитов. Многие из них синтезируются растениями в ответ на стресс: повреждение целостности клетки, изменение температуры и другие. Несмотря на многообразие ароматических веществ их классифицируют по трем группам: терпены, фенилпропаноиды (бензеноиды) и производные жирных кислот.

Во фруктах и овощах преобладают ароматические вещества производные жирных кислот, образующихся в результате разрушения липидов (в т.ч. фосфолипидов), жирных кислот под действием ферментных систем – липоксигеназ, гидропероксидаз, изомераз, дегидрогеназ, в результате чего образуются альдегиды, кетоны, спирты, эфиры, кислоты. Биосинтез каждого компонента запаха является многоступенчатым процессом, осуществляемый ферментами при наличии молекулы предшественника.

Изучение путей образования компонентов запаха, их взаимосвязи с другими биохимическими, химическими процессами позволит направленно воздействовать на запах продуктов с утраченным естественным ароматом.

Ранее было показано [1] участие свободных жирных кислот в усилении аромата фруктов и овощей. Подобные вещества могут образовываться из липидов под действием липазы и липоксидазы. При низких концентрациях свободных жирных кислот аромат усиливается при этом новые ароматы не образуются, при средних и высоких проявляются ароматы отличные от естественных. В растительном сырье присутствует множество ферментных систем участвующих в образовании аромата. Это протеазы, амилазы, липазы, полифенолоксидазы и другие. В определенных условиях проявляется их совместное действие с образованием специфического аромата. Так в присутствии полифенолоксидазы полифенолы окисляются до хинонов, которые взаимодействуют с продуктами протеолиза (аминокислоты, пептиды) образуют комплексы со специфическим ароматом.

Образование ароматов можно достичь путем ферментативных изменений, ускоряя их протекание обработкой сырья, полуфабрикатов различными ферментами или кофакторами. Изменение аромата яблочного сока связывают с действием полифенолоксидазы и участием хинонов в образовании аромата. Эстеразы, в том числе липазы, участвуют в образовании аромата.. В растениях липаза содержится в двух формах – в виде нерастворимого и растворимого фермента. Действие липазы направлено на гидролиз глицеридов до жирных кислот и глицерина. В определенных условиях липазы участвуют в образовании сложных эфиров [2].

Ароматобразующие ферменты можно получать экстракцией свежего сырья. При этом выделение ферментов не всегда необходимо. Для восстановления утраченного аромата можно вносить тонкоизмельченное сырье (рис. 1).

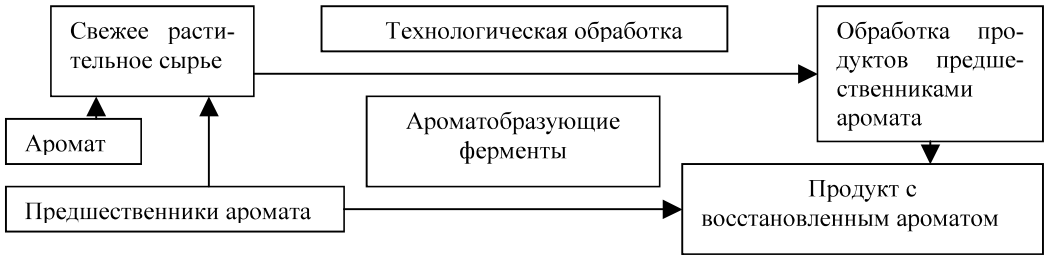


Рис. 1 – Схема восстановления аромата в продуктах

Установлено [3], что в большинстве фруктов и овощей содержатся предшественники аромата, но не всегда содержатся необходимые ароматобразующие ферменты, чтобы придать продукту нужный аромат. Аромат может быть восстановлен после его потери в результате тепловой (замораживание, консервирование или высушивание) обработки продукта водными экстрактами свежего сырья. Процесс восстановления аромата является ферментативным. Восстановление аромата зависит от присутствия предшественников в обрабатываемых продуктах и наличия ферментов, которые специфически образуют ароматические вещества из предшественников. Эти ферменты должны содержаться в растительном сырье в достаточных концентрациях для ферментативного образования аромата, которые происходят за счет последовательных гидролитических и окислительных процессов.

Плоды (огурцы, тыква, перец, арбуз) бланшировали, охлаждали и протирали до получения пюре. После протирания все перечисленные плоды не содержали аромата характерного для свежих плодов. К пюре вносили ферментные препараты, полученные из отдельных видов сырья. Смесь выдерживали при температуре 20±2 ºС в течение различного времени. Образование ароматических веществ судили по «числу аромата», газовой хроматографией паров, образовавшихся над продуктом, органолептической оценкой систем тыква-банан, яблоко-клубника, огурец-яблоко. Опыты проводили с целью установления идентичности предшественников аромата при действии ароматобразующих ферментов из определенного вида плодов.

Субстратами служили консервированные (потерявшие естественный аромат) огурцы, клубника, банан, арбуз, тыква. Источники ферментов: бананы, огурцы, клубника, яблоки, перец. Процесс получения ферментных препаратов из фруктов и овощей заключается в водной экстракции измельченного сырья, отделении жидкой фазы и осаждение ферментов охлажденным до 5-10 ºС ацетоном. Образовавшийся осадок отделяют центрифугированием с последующей сушкой при пониженном давлении.

Предшественники аромата получали из плодов после извлечения клеточного сока центрифугированием либо экстракцией горячей (кипящей) водой или высушиванием мякоти под вакуумом лиофильно [5]. Обработка предшественников полученных из различных видов плодов комплексом ферментов из одних плодов развивается аромат, характерный для сырья из которого получены ферменты. Пюре (50 г) обрабатывали ферментом, полученным из 500 г соответствующего сырья, перемешивали и выдерживали в течение 1-5 часов при комнатной температуре.

Измельчение фруктов и овощей при технологических операциях получения консервированных продуктов приводит к усилению обмена веществ, нарушению окислительно-восстановительных процессов. Ранее исследовалось усиленное новообразование аскорбиновой кислоты при механическом воздействии на поврежденную ткань, особенно для яблок, и очень незначительно для моркови и тыквы [6].

L-аскорбиновая кислота является активным звеном в общей цепи окислительно-восстановительных реакций, происходящих в растительной ткани. Установлена роль L-аскорбиновой кислоты в окислительной системе пероксидазных растений (чем выше пероксидазная активность тем больше сохраняется L-аскорбиновая кислота). Роль L-аскорбиновой кислоты растениях менее ясна. Исследовали влияние активности аскорбиноксидазы, содержания L-аскорбиновой кислоты в сырье на восстановление аромата табл. 1.

Установлено наличие прямой корреляции между содержанием аскорбиновой кислоты, активностью аскорбатоксидазы и возможностью ароматизации полуфабрикатов. Плоды перца не имеют аскорбинатоксидазы и отличаются высоким содержанием аскорбиновой кислоты. В огурцах, тыкве, кабачках аскорбинатоксидаза обладает высокой активностью, поэтому они мало содержат аскорбиновой кислоты**.** Чем активнее аскорбинатоксидаза (табл. 1) (яблоки‹тыква‹огурец‹кабачок) тем интенсивнее выделяются компоненты вносимого аромата в сырье, где этот фермент был активен (яблоко) и затем внесен дополнительно (огурец). В сырье, где аскорбинатоксидаза была не активна, но содержалось много аскорбиновой

кислоты, аромат восстанавливается сырьем (перец) в котором содержится больше аскорбиновой кислоты (клубника). Некоторые исключения (при смешивании огурца, содержащего предшественник аромата, и сладкого перца (содержащего необходимый фермент) преобладает запах менее активного перца) связаны с дополнительным влиянием пероксидазы.

Таблица 1 – Влияние обработки фруктоовощных полуфабрикатов комплексом ферментов на изменение аромата

Сырье	Метод получения предшественников	Источник фермента	Соотношение фермента к субстрату	Условия		Характер аромата
				температура	продолжительность, часов	
1	2	3	4	5	6	7
Огурец	экстрагирование	тыква	1:50	35	1	Огуречный
					5	Тыквенный
	лиофилизация	перец	1:100	20	1	Огуречный
					5	Смешанный
Арбуз	экстрагирование	перец	1:50	35	5	Арбузный
	лиофилизация	кабачок	1:100	20	5	
Яблоко	экстрагирование	клубника	1:50	35	1	Яблочный
					5	Клубничный
	лиофилизация	огурец	1:100	20	1	Слабо огурец
					5	Огуречный
Тыква	экстрагирование	клубника	1:100	35	1	Слабо тыква
			1:100	35	5	Клубничный
	лиофилизация	банан	1:100	20	1	Банановый
			1:100	20	5	
Клубника	Экстрагирование	перец	1:100	35	1	Усиливается клубника
			1:100	35	5	
	лиофилизация	кабачок	1:100	20	1	Значительно клубничный
			1:100	20	5	

Смешивание клубника-кабачок, тыква-клубника подтверждает влияние полифенолоксидазы. Клубничный свежеотжатый сок через несколько минут теряет аромат, если этот сок нагреть через время, аромат не улучшится, тогда как экстрагирование ягод горячей водой или лиофильное высушивание формирует устойчивую матрицу аромата, которая сохраняется долгое время (рис.2). Аскорбиновая кислота в клубнике защищена флавонолами. Природная смесь флавоноидов является сильным стабилизатором аскорбиновой кислоты.

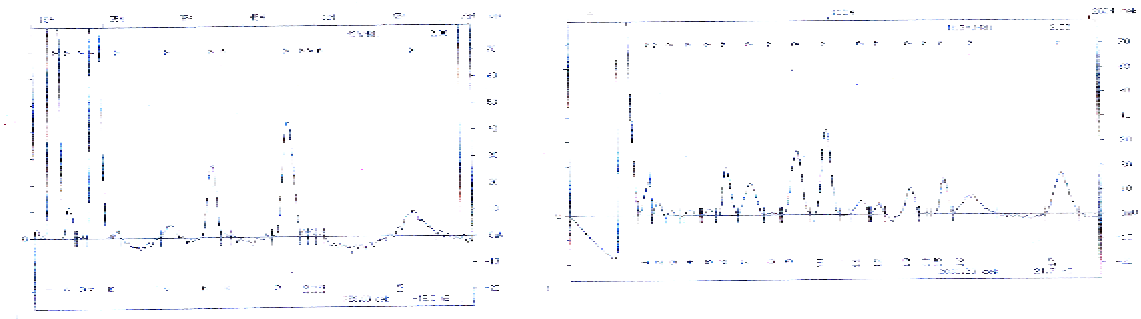
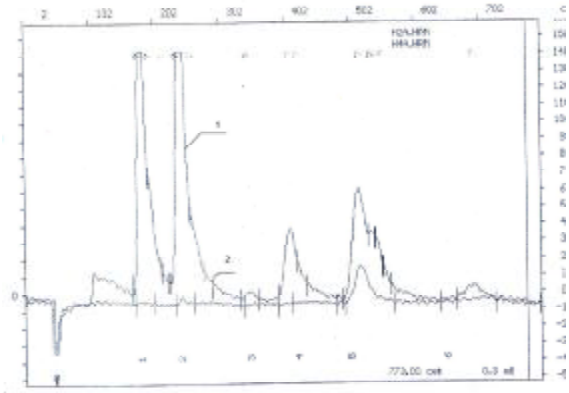


Рис. 2 – Ароматограмма аромата клубники после лиофильного высушивания и после ферментации сладким перцем

С другой стороны известны случаи ингибирующего влияния на активность ферментов и восстановленной формы аскорбиновой кислоты. Это показано для полифенолоксидазы [4] и протеолитических ферментов, для которых аскорбиновая кислота является антагонистом. Аскорбиновая кислота вызывала лаг-фазу в активности пероксидазы, которая снималась аскорбатоксидазой. В случае добавления ферментов сладкого перца показано (рис. 3) ферментативное формирование аромата.



1 – восстановленный аромат клубники
2 – деароматизированный плодовый субстрат

Рис. 3 – Ароматограмма ферментативного восстановления аромата клубники в плодовом субстрате

Образование аромата при добавлении экстракта перца связано с усилением аскорбатзависимого перекисного окисления липидов. Показанная возможность стимуляции окисления жирных кислот (особенно линолевой) в присутствии увеличивающихся доз аскорбиновой кислоты была ранее не изучена. Присутствие определенных кислот в продукте также имеет значение в образовании аромата [1]. Наиболее существенное физиологическое воздействие аскорбиновой кислоты на аромат обусловлено тем, что она оказывает влияние на ферментативную активность. В ее присутствии активируется тиоглюкозидаза, мирозиназа, ферментативный гидролиз бензилглюкозинолата, протеазы, амилазы.

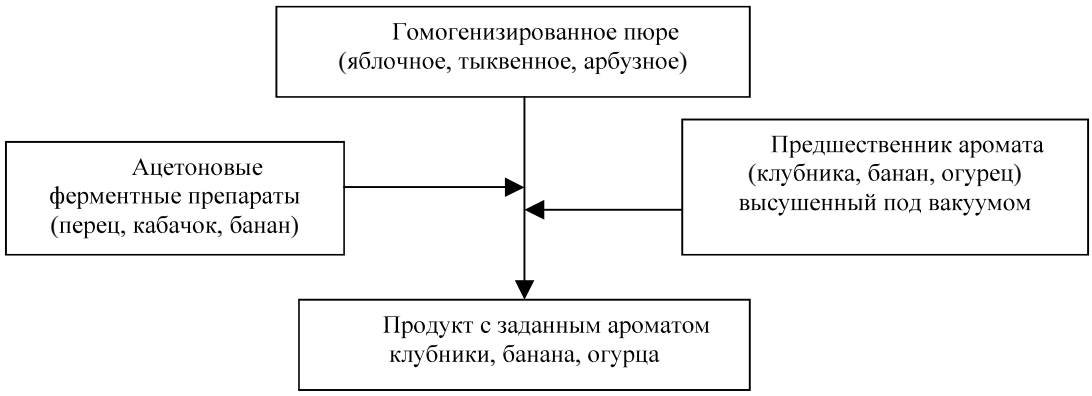


Рис. 4 – Схема ароматизации гомогенизированных продуктов

Потенциальными источниками натуральных ароматических веществ являются «растительные гомогенаты». Особый интерес представляют соединения с «зелеными нотами» – гексаналь, изомерные гексанали и соответствующие C_6 – спирты. Однако промышленно значимые количества таких продуктов в настоящее время не доступны. Тем не менее, некоторые процессы с использованием в качестве «гомогенатов» земляничных листьев, соевых бобов, грибов запатентованы. Способ получения производных 1-октен-3-ола, например, предусматривает добавление к грибному «гомогенату» липидов богатых линоленовой кислотой, и промышленно доступной липазы.

Получены комплексы ароматических веществ биотрансформацией липидов аскорбиноксидазой, при этом в смеси ароматов преобладает цис-3-гексеналь. Разработана технология ароматизации гомогенизированных продуктов, по которой используются отдельно приготовленные предшественники аромата и ферментные препараты.

Литература

1. Дубова Г.Є. Роль ферментов в образовании аромата пищевых продуктов // Пищевая наука и технология. – 2009. – №3(8) – С. 42 – 44 .
2. Методы биохимического исследования растений / А.И.Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош и др. Под ред. А.И. Ермакова.–Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
3. Дж.Рид. Ферменты в пищевой промышленности. – М.: Пищевая пром-сть,1971. – С. 351-358.

4. Смирнов Е.В. Пищевые ароматизаторы. Справочник. – СПб.: Издат-во «Профессия», 2008. – 736 с.
5. Безусов А.Т., Дубова Г.Е., Мельник О.И. Новая технология получения ароматических веществ [Текст] // Пищевая наука и технология.– 2008. - № 4(5). – С.35-38.
6. Колесник Е.Г. Биохимия растений.–Л.: Агропромиздат, 1967. – 430 с.

УДК 664.29.061.3:634.11-027.332:663.433

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН ІЗ СВІЖИХ ЯБЛУЧНИХ ВИЧАВОК

Нікітчіна Т.І., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Наведені дослідження біохімічних процесів гідролізу й екстрагування пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок. В якості гідролізуючих агентів використовували ферменти рослинного та мікробного походження. Одержані технологічні параметри гідроліз-екстрагування водорозчинного пектину із якісними технологічними властивостями.

Researches of biochemical processes of hydrolysis and extracting of pectin matters are resulted from fresh apple spues. In quality gidrolizuyuchikh agents utillized the enzymes of vegetable and microbal origin. Technological parameters are got a hydrolysis is extracting of vodovodorozchinnogo pectin with high-quality technological properties.

Ключові слова: гідроліз, екстрагування, пектинові речовини, свіжі яблучні вичавки, біотехнологія, ферменти рослинного та мікробного походження.

Гідроліз і екстракція є важливими етапами в технології одержання пектину, від раціонального проведення яких значною мірою залежать не тільки якість і вихід продукції, але й рентабельність виробництва в цілому.

Традиційна технологія передбачає гідроліз шляхом обробки сушених вичавок гарячим водним розчином азотної (HNO_3) або сірчистої (H_2SO_4) чи інших кислот. У результаті гідролізу протопектин сушених яблучних вичавок переходить у розчинний пектин, який утворює колоїдний розчин. З набухлої сировини у розчин переходить тільки частина пектину. Тому традиційно після відокремлення гідролізату вичавки екстрагують водою [1].

Якість сировини протягом сезону змінюється, тому на практиці режим гідролізу-екстрагування підбирають дослідним шляхом і на який впливають такі фактори:

збільшення температури, тривалість теплової дії і зниження pH при гідролізі до визначеної межі, які сприяють виходу розчинного пектину, але одночасно знижують його желеутворювальні властивості через посилену деградацію;

низька температура при кислотному гідролізі та недостатня кислотність середовища призводять до неповного гідролізу і втрат розчинного пектину, знижуючи його якість [2, 3].

Таким чином, гідроліз та екстрагування пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок залежать від природи реагенту, температури, гідромодуля процесу, pH середовища та інших факторів, які впливають на вихід і якість цільового продукту [4].

Метою роботи стало розроблення параметрів виділення пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок з використанням способів біотехнології (ферментів природного та мікробного походження).

Свіжі яблучні вичавки характеризуються високою полігалактуроназною активністю, що призводить до руйнування пектинових речовин і зниження їх драглеутворювальних властивостей. Тому вичавки повинні бути перероблені протягом однієї години з моменту їх утворення. Для руйнування ферментних систем свіжих яблучних вичавок передбачено їх інактивування, яке проводили шляхом змішування вичавок з водою, нагрітою до 85 °С, при гідромодулі 1:1, витримуванням протягом 15 хв із подальшим охолодженням до 40 °С.

Замість теплової інактивації ферментів можна використовувати бензойнокислий натр у кількості 0,1 % від маси вичавок. В'язкість пектинового екстракту після теплової обробки чи застосування бензойнокислого натру протягом трьох годин витримування залишається незмінною і становить відповідно 1,52 і 1,2 Па·с (рис.1).

В'язкість екстракту, одержаного із свіжих яблучних вичавок після тригодинного зберігання, знижується на 61 %. Одержані дані вказують на деструкцію пектинової молекули пектолітичними ферментами, які знаходяться у свіжих яблучних вичавках.·

Як джерела ферментативних систем використовували пророщене зерно вівса, ячменю (зелений солод), яким властиві целюлазна, геміцелюлазна, протеазна активності. Пророщений овес характеризується незначною полігалактуразною активністю, в той самий час у ячмінному солоді вона відсутня.

Свіжі яблучні вичавки змішували із подрібненими пророщеними вівсом і ячменем, термостатували при співвідношенні вичавки : вода 1 : 2, pH 4,6 – 4,8 при 40 ºС.

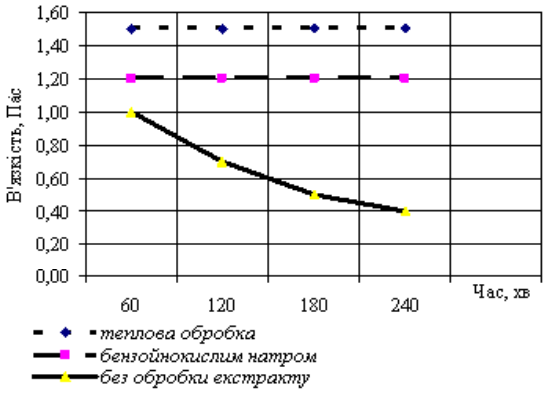


Рис.1 – Кінетика зміни в'язкості пектинового екстракту при зберіганні після гідролізу яблучних вичавок різними способами

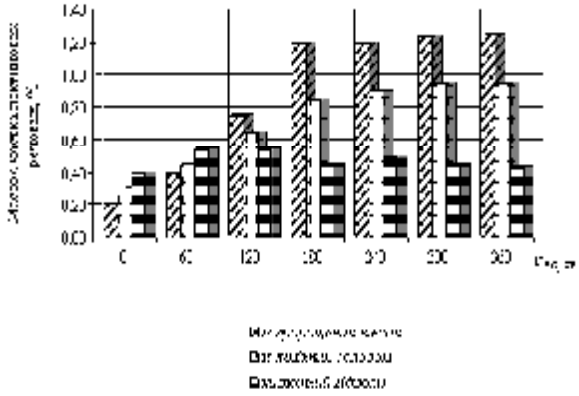


Рис.2 – Кінетика екстракції пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок різних сортів яблук залежно від способу обробки

Зростання масової частки пектинових речовин до 1,1 % із використанням пектинових речовин по відношенню до початкової сировини склало до 70 %.

Для контролю було взято пектиновий екстракт, який одержували за допомогою 0,3 н розчину сірчистої кислоти при температурі 80±2 ºС. Масова частка пектинових речовин у такому екстракті склала 0,45 % (рис. 2), а вихід пектину досягав 25 %.

Використання як ферментативного каталізатора цитолітичного комплексу пророщеного зерна дозволяє збільшити вихід пектинових речовин від 25 % до 55-70 %. На швидкість ферментативних реакцій впливає температура екстрагування пектинових речовин. Коплекс мацеруючих ферментів пророщеного зерна термолабільний. Температурний оптимум його дії припадає на 40 °С. Після нагрівання ферментативної витяжки протягом 5 хв геміцелюлазна активність зберігається на рівні 30 %. Повна інактивація мацеруючого комплексу ферментів пророщеного зерна настає при нагріванні витяжки більше 60 хв при 60 °С.

Дослідження показали, що при чотиригодинній дії мацеруючого комплексу ферментів пророщеного зерна спостерігається максимальний вихід (від 60 % до 70 %) пектину в екстракт (таблиця 1).

У пектиновому екстракті масова частка сухих речовин склала від 4,6 % до 4,8 % і пектинових речовин від 1,14 % до 1,18 % .

Таблиця 1 – Характеристика пектинового екстракту

№ з/п	Способи гідролізу	Масова частка пектинових речовин (ПР), %			Вихід ПР, %	Відносна в'язкість екстракту, Па·с
		сировина	екстракт	залишок		
Свіжі яблучні вичавки (після одержання яблучного соку)						
1	Кислотний гідроліз (хлорводневою кислотою)	1,68	0,66	1,02	25	1,40
2	Ферментативний гідроліз із пророщеним ячменем	1,68	1,18	0,51	70	3,90
Свіжі яблучні витерки (після одержання яблучного пюре)						
1	Кислотний гідроліз (хлорводневою кислотою)	1,58	0,57	1,00	23	1,15
2	Ферментативний гідроліз із пророщеним ячменем	1,58	1,14	0,44	72	4,15

За другим варіантом, при використанні ферменту мікробного походження “Фруктаміл НТ” масова частка пектинових речовин в екстракті збільшується до 1,55 % (рис. 3 і 4).

Фермент “Фруктаміл НТ” з активністю не менше ніж 10000 од/г у рідкому стані (співвідношення вичавки : фермент – 1,000 : 0,005,) перемішують протягом 5 хв. Ферментативний гідроліз проводили при кімнатній температурі від 2 до 6 год (рис.5).

Використання ферменту мікробного походження дозволяє скоротити час виходу пектинових речовин у 2 рази стосовно традиційного кислотного гідролізу.

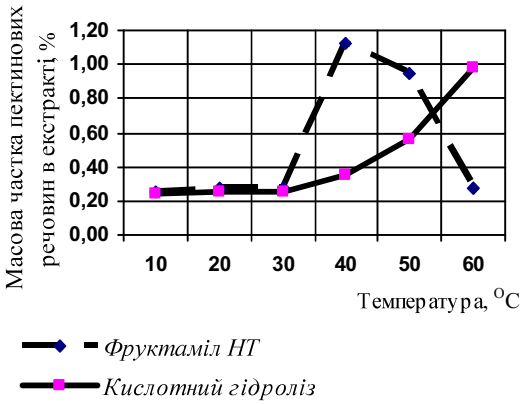


Рис. 3 – Вплив температури на вихід пектинових речовин при екстракції різними способами

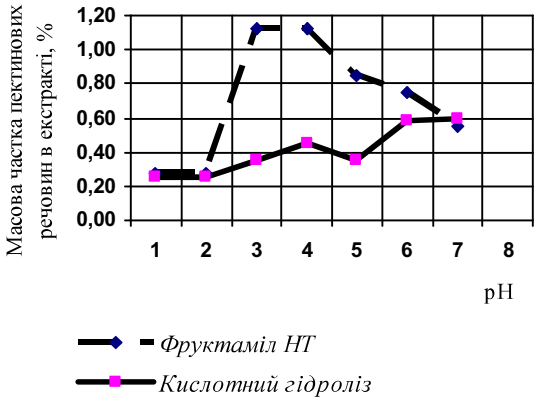


Рис. 4 – Вплив активної кислотності на вихід пектинових речовин при екстракції різними способами

Відділення екстракту від твердих нерозчинних речовин проводили методом центрифугування. Пектиновий екстракт містить сухих речовин 4,6 % і пектинових речовин 1,1%.

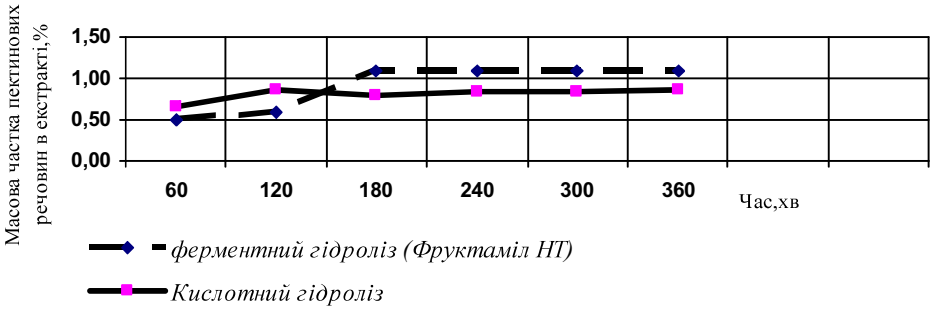


Рис. 5 – Зміна масової частки пектинових речовин яблучного екстракту при ферментативному і кислотному гідролізі

У результаті досліджень були відпрацьовані основні технологічні параметри процесів екстрагування пектинового екстракту із свіжих яблучних вичавок, які остаточно встановлені такими:

для екстракції пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок з ячмінним солодом або пророщеним вівсом: попередня термічна обробка свіжих яблучних вичавок при гідромодулі 1:1, температурі 85ºС від 10 до 15 хв, власне гідроліз-екстрагування ферментами пророщеного зерна при температурі (40 ± 5)ºС і pH (4,0 ± 0,3) протягом 3-4 год;

для екстракції з ферментним препаратом “Фруктаміл НТ”: після термічної обробки свіжих вичавок при гідромодулі 1:1, температурі 85 ºС протягом від 10 до 15 хв, ферментування при температурі 40 ºС і pH (4,0 ± 0,3) протягом 3 год.

Література

1. Кочеткова А.А., Колеснов А.Ю. Строение, функциональные свойства и производство пектина // Пищевая пром-сть. – 1993. - №1. – С. 31-33.

2. Безусов А.Т., Білоконь Т.І., Технологія пектинового екстракту та концентрату // Наукові праці: Вип. 16 /ОДАХТ, Одеса, 1996.— 320 с.
3. Нікітчіна Т.І. Одержання яблучного пюре із використанням ферментів солоду ячменю // Наукові праці: Вип. 23 /ОДАХТ, Одеса,- 2002.— 322 с.
4. Нікітчіна Т.І. Біочинник, який визначає ефективність екстрагування пектинових речовин зі свіжих яблучних вичавків. // Науково-виробничий журнал. Харчова наука і технологія / ОНАХТ, №4(9). — Одеса, 2009. – С. 30-32.

УДК 664.856-035.2:635.11

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАБАРВЛЮВАЛЬНОГО КОНЦЕНТРАТУ З БУРЯКУ У ВИРОБНИЦТВІ ЖЕЛЬОВАНИХ ВИРОБІВ

Павленкова П.П., канд. техн. наук, доцент, Топор Г.А., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті розглядаються різні способи одержання забарвлювального концентрату з буряку та можливість його використання у виробництві плодового желе.

In the article the different methods of receipt of painting koncentrata from a beet and possibility of his use are examined in the production of fruit jelly.

Ключові слова: забарвлювальний концентрат, барвник, буряковий сік, колір, плодове желе.

У низці харчових добавок барвники для надання забарвлення харчовим продуктам займають особливе місце. Дискусії про необхідність їхнього застосування в останні роки ведуться як спеціалістами, так і громадськістю. Та які б аргументи не наводилися противниками забарвлювання харчових продуктів, у підсвідомості людини смак та колір їжі дуже тісно пов'язані. На жаль, при наявності сучасних технологій виробництва продуктів харчування (кип'ятінні, стерилізації, дії високих температур та ін.) неминуче відбувається часткова або навіть повна втрата початкового забарвлення. Не виникає сумнівів в одному: непривабливий на зовнішній вигляд продукт не викликає апетиту.

Традиція надавати продуктам харчування певне забарвлення сягає корінням у глибоку давнину. Спочатку для цих цілей використовували квіти, листя та коріння рослин, пізніше почали використовувати інтенсивно забарвлені продукти, такі як: куркума, шафран, сушена чорниця, буряк, морква та ін. До початку XIX сторіччя нараховувалось близько 30 барвників природного походження, які активно використовувались для забарвлювання продуктів харчування. Бурхливий розвиток хімічної промисловості на початку XX сторіччя привів до появи великої кількості синтетичних барвників, які завдяки своїм характеристикам (світло-, кислото-, термостійкість, інтенсивність та яскравість забарвлення) витиснули натуральні пігменти [1].

Проте останнім часом спостерігається збільшення інтересу та попиту на натуральні пігменти. Це пов'язано як із суворою регламентацією використання синтетичних барвників, так і прагненням виробників надати продуктам харчування статус натуральних.

На сьогоднішній день залишається актуальним питання заміни у використанні синтетичних барвників натуральними. Все більшу увагу дослідників привертають лікувальні властивості буряку. Буряк та продукти його переробки містять комплекс натуральних біологічно активних речовин, що мають здатність зв'язувати та виводити з організму шкідливі для здоров'я людини сполуки, а також стимулювати імунну систему організму.

Ще у працях Гіппократа ця рослина зазначається як лікувальна більше ніж у 10 % захворювань людини. Здавна на Русі буряковий сік, змішаний в рівній кількості з медом, призначали при підвищеному тиску та безсонні. Сучасні лікарі рекомендують частіше включати буряк до раціону, особливо при атеросклерозі. Завдяки вмісту бетаніну, який активує роботу клітин печінки і попереджує її жирове переродження, буряк повинен включатися в раціон людей, які страждають захворюваннями печінки [2]. Систематичне споживання соку буряку підвищує розумову та фізичну працездатність, стимулює роботу органів кровотворення, посилює стійкість організму до несприятливих факторів навколишнього середовища і тим самим знижує ризик виникнення онкологічних, серцево-судинних та деяких інших захворювань.

Столовий буряк характеризується багатим хімічним складом. У ньому містяться: вода — 82,2 %, азотисті речовини — 1,8 %, вуглеводи — 14,4 %, жир — 0,6 %, клітковина — 0,7 %, органічні кислоти (в перерахунку на яблуневу) — 0,1 %, зола — 1,0 %. Мінеральні речовини буряку представлені (в мг на

100 г їстівної частини): натрієм — 86, калієм — 288, кальцієм — 37, магнієм — 43, фосфором — 43, залізом — 1,4.

В коренеплодах буряку знаходяться вітаміни (в мг на 100 г їстівної частини): β-каротин — 0,01, B_1 — 0,02, B_2 — 0,04, РР — 0,2, С — 10 [3].

Досліджувались властивості соку з буряку, отриманого різними способами. Виявлялась можливість використання концентрату соку з буряку у виробництві жельованих виробів. Для отримання соку буряк попередньо піддавали різним видам обробки з метою отримання максимального виходу соку та забарвлювальних речовин. Сік отримували з буряку сирого, печеного, вареного, мороженого та ферментованого.

Фізично-хімічні показники бурякового соку наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники бурякового соку

Буряк, вид обробки	Вихід, %		Масова частка розчинних сухих речовин, %	Загальна кислотність, % лимонної кислоти	pH	Оптична густина, нм	Колір, бали
	Сік	Сухий залишок					
Сирий	39,5	55	15,3	14,1	6,03	1,3165	5
Морожений	48	46	10,5	9,6	6,028	1,3435	4
Ферментований	35	53,4	10,5	5,12	6,0	1,8340	1
Відварний	57	47	10,5	7,7	6,031	1,3335	2
Запечений	36	63	12,0	6,4	6,031	1,5335	3

У результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що найбільш придатним для виробництва забарвлювального концентрату із соку є морожений буряк, оскільки з мороженого буряку було отримано великий вихід соку з інтенсивним забарвленням.

Для отримання більш високої концентрації забарвлювальних речовин та підвищення терміну зберігання сік концентрували методом блочного виморожування. Початкова концентрація розчинних сухих речовин становила 9,6 %. Виморожування проводилось при температурі –10 °С протягом 3 годин, у результаті чого отримано сік концентрацією 19 % розчинних сухих речовин.

У зв'язку з нестійкістю пігментів столового буряку особливу увагу приділяють способам стабілізації бетаціанових комплексів і збереженню основного червоного пігменту бетаніну. З літературних джерел відомо, що розпад бетаніну при нагріванні бурякового соку значною мірою залежить від активної кислотності [4]. В даних дослідженнях для стабілізації соку використовували лимонну кислоту з розрахунку 72 кг кислоти на 1 тонну концентрованого соку. Технологічна схема виробництва концентрату з буряку представлена на рис. 1. Характеристика забарвлювального бурякового концентрату наведена в табл. 2.

Таблиця 2 – Характеристика забарвлювального бурякового концентрату

Показники	Значення показників
Масова частка розчинних сухих речовин, %	19
pH	2,81
Оптична густина, нм	1,847
Оптична густина при прогріванні, нм	
60 °С	1,807
70 °С	1,803
80 °С	1,743

Таким чином було отримано буряковий концентрат з наступними характеристиками: розчинні сухі речовини — 19 %, загальна кислотність в перерахунку на лимонну кислоту — 9,6 %, активна кислотність (pH) — 2,81, оптична густина — 1,847 нм. При нагріванні бурякового барвника до 60, 70, 80 °С виявлено достатню стійкість до теплової обробки. Оптична густина концентрату зменшилась несуттєво, що корелює з органолептичними показниками.

Об'єктом дослідження можливості використання бурякового забарвлювального концентрату у виробництві жельованих виробів було обрано желе плодове. Концентрат із буряку додавався в процесі виробництва жельованих виробів з метою відновлення природного забарвлення, втраченого в процесі обробки плодів. Було проведено низку досліджень для визначення оптимальної кількості концентрату при додаванні в рецептуру желе. Концентрат вводився в кількості 1,3,5 мл на 100 г желе. Для виготовлення желе використовували свіжу вишню, вишневий та полунично-журавлиний сік промислового виробництва.

Приготування плодового желе здійснювали в такому порядку. Спочатку з підготовлених плодів отримували сік, а вичавки відварювали. В процідженому відварі розчинили цукор та кип'ятили 5-7 хв., потім додавали підготовлений желатин і прогрівали при перемішуванні до розчинення желатину. Після цього додавали плодовий сік та концентрат з буряку. Жельований розчин розливали у форми і витриму-

вали 2 години при температурі (6...8) °С для желювання. Технологічна схема виробництва плодового желе наведена на рис. 2.

Було проведено дослідження фізико-хімічних показників зразків желе плодового з додаванням концентрату, а саме: вміст сухих речовин, кислотність, оптична густина, консистенція, органолептичні показники.

Динаміка розчинних сухих речовин желе в залежності від масової частки забарвлювального концентрату (рис. 3) свідчить про зростання вмісту сухих речовин зразків при збільшенні кількості введеного концентрату завдяки високому вмісту сухих речовин у самому концентраті. При зростанні масової частки бурякового концентрату в рецептурі желе його активна кислотність збільшується (рис. 4). Дослідження консистенції желе на пенетрометрі (рис. 5) показали, що в міру збільшення масової частки забарвлювального концентрату в рецептурі консистенція желе ущільнюється.

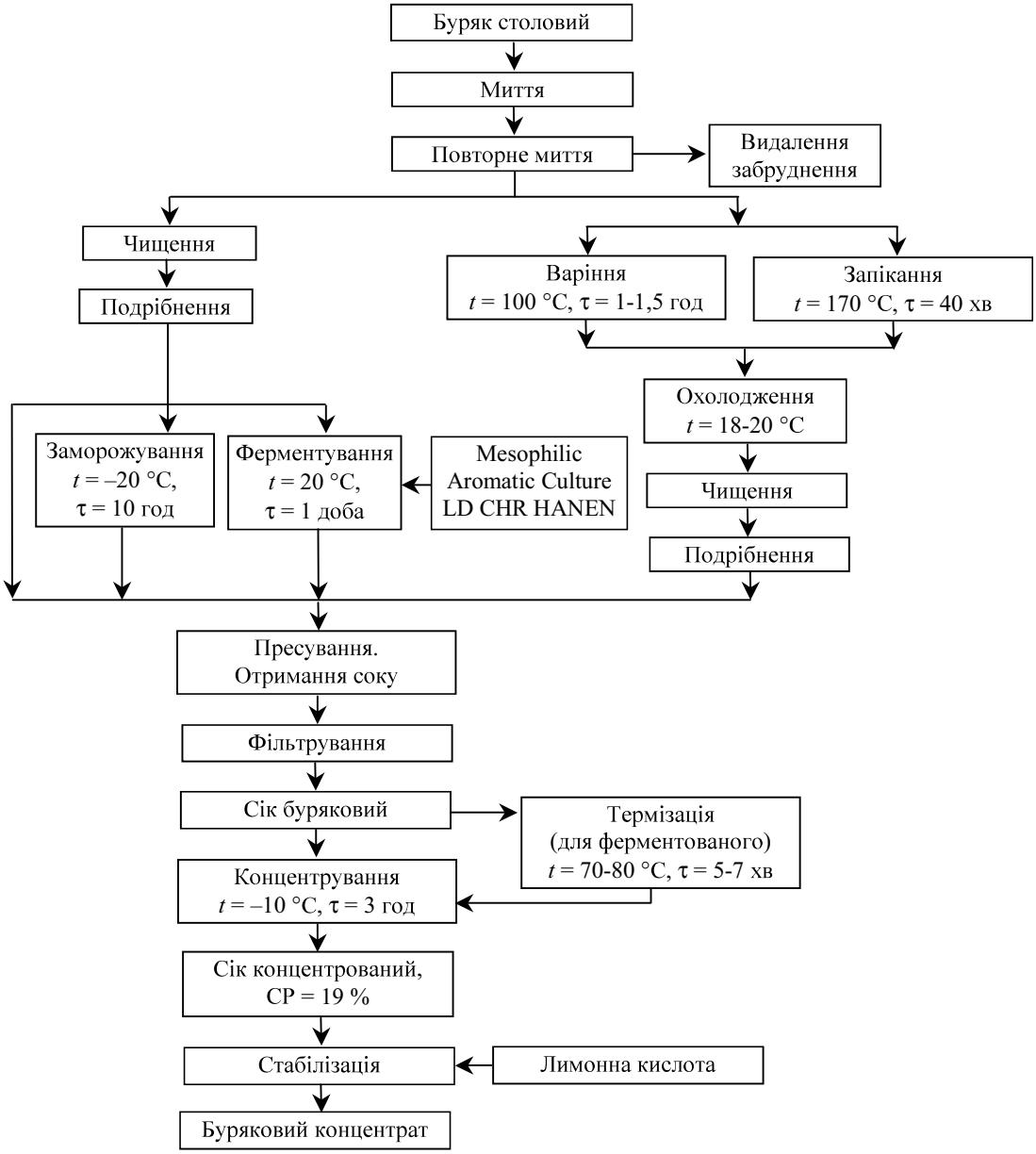


Рис. 1 – Схема виробництва забарвлювального концентрату з буряку

Оптимальною кількістю бурякового концентрату для додавання в рецептуру плодового желе є 3 мл концентрату на порцію желе 100 г. При такій кількості концентрату отримано оптимальні органолептичні показники желе, зокрема показник кольору.

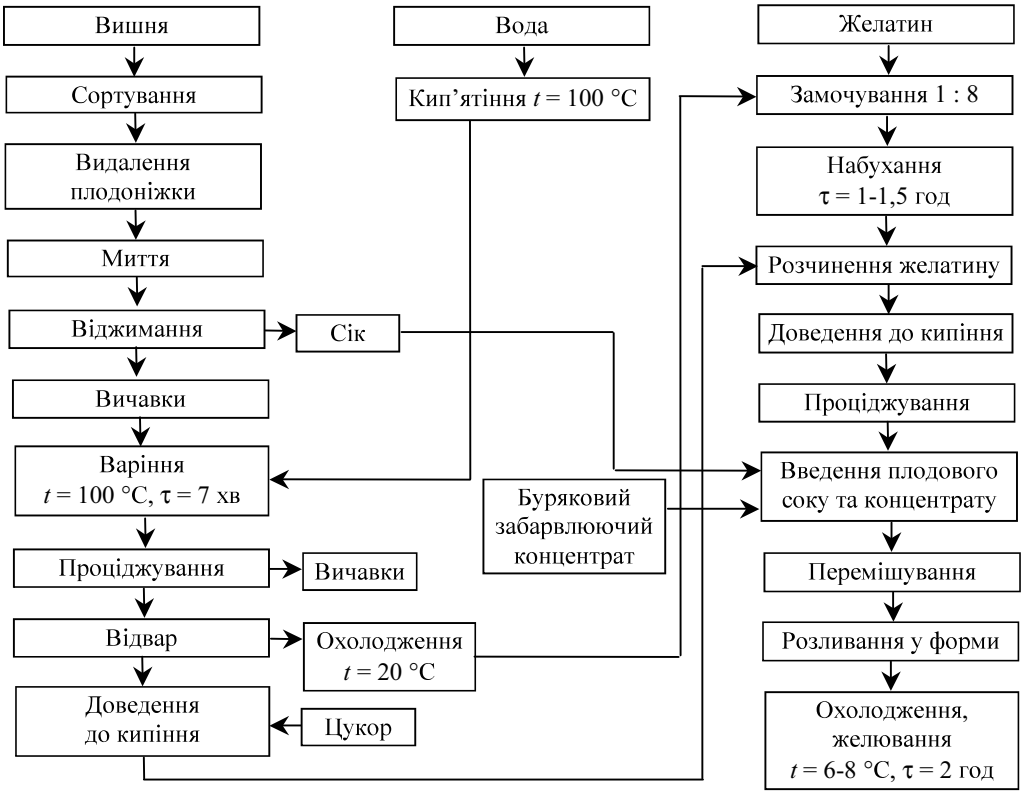
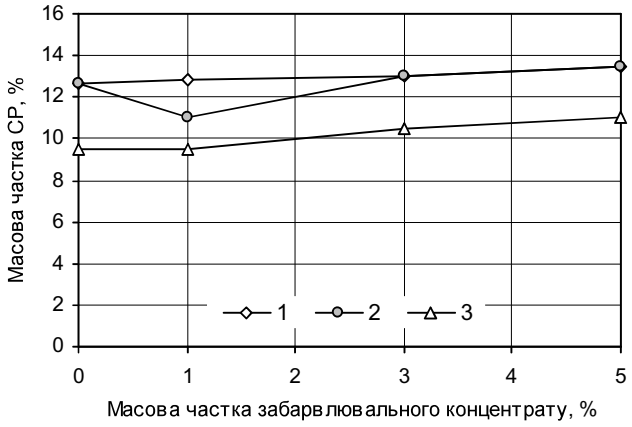
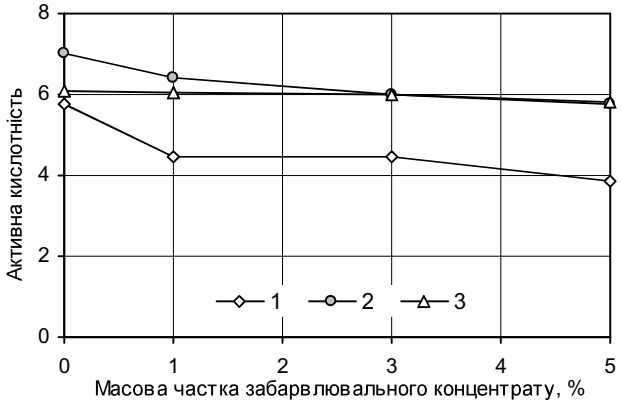


Рис. 2 – Технологічна схема виробництва вишневого желе з буряковим забарвлювальним концентратом



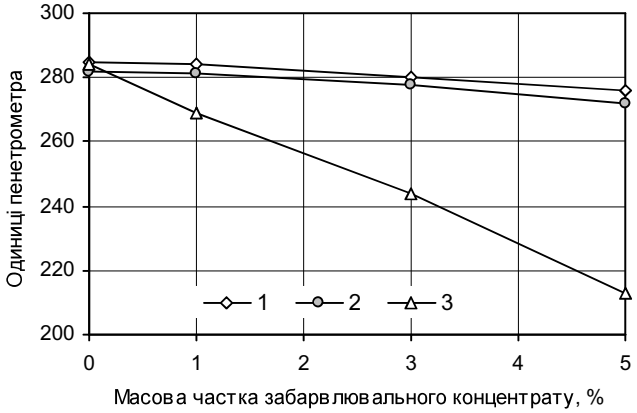
1 – желе з вишні; 2 – желе з вишневого соку;
3 – желе з полунично-журавлиного соку

Рис. 3 – Динаміка розчинних сухих речовин у желе в залежності від масової частки забарвлювального концентрату



1 – желе з вишні; 2 – желе з вишневого соку;
3 – желе з полунично-журавлиного соку

Рис. 4 – Динаміка активної кислотності желе в залежності від масової частки забарвлювального концентрату



1 – желе з вишні; 2 – желе з вишневого соку; 3 – желе з полунично-журавлиного соку

Рис. 5 – Консистенція желе в залежності від масової частки забарвлювального концентрату

Таким чином, у результаті проведених дослідів можна зробити висновок, що додавання бурякового концентрату несуттєво змінює фізичні та структурно-механічні показники плодового желе. А оскільки в буряковому соку знаходяться біологічно активні речовини, то додавання концентрату такого соку приводить до підвищення харчової та біологічної цінності продукції.

Завдяки використанню концентрату з буряку можна замінити використання ненатуральних барвників натуральним продуктом.

Органолептичні властивості плодового желе з буряковим концентратом схвалені дегустаційним оцінюванням на кафедрі технології ресторанного та оздоровчого харчування Одеської національної академії харчових технологій. Розроблена продукція впроваджена у виробництво в ресторані «Українська ласунка» в м. Одеса.

Література

1. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации. – 6-е изд. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 200 с.
2. Журнал «Продукты и ингредиенты», май, 2007.
3. Болотов В.М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В.М. Болотов, А.П. Нечаев, Л.А. Сарафанова. – С.П. ДИОРД, 2008. – 240 с.
4. Бурдо А.К., Тележенко Л.М., Безусов А.Т. Вплив різних факторів на стабільність забарвлення бурякового соку // ОДАХТ, Наукові праці. – Вип. 20. – Одеса, 1999. – С. 105.

УДК 579.67:[664.856:635.11-035.67]

МІКРОБІОЛОГІЧНА БЕЗПЕЧНІСТЬ ПЛОДОВОГО ЖЕЛЕ ІЗ ЗАБАРВЛЮВАЛЬНИМ БУРЯКОВИМ КОНЦЕНТРАТОМ

Павленкова П.П., канд. техн. наук, доцент, Труфкаті Л.В., канд. техн. наук, Топор Г.А., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Досліджувались мікробіологічний стан свіжого концентрованого бурякового соку та в процесі його зберігання, а також мікробіологічна безпека плодового желе з буряковим забарвлювальним концентратом.

Studied microbiological status of fresh and concentrated beet juice during its storage and microbiological safety of fruit jelly zabarvlyuyuchym beet concentrate.

Ключові слова: мікробіологічні показники, буряковий сік, концентрат, зберігання, забарвлювальні речовини.

Люди виявляють привабливість харчового продукту насамперед за його зовнішнім виглядом. У свідомості людини смак і колір їжі тісно пов'язані. На жаль, при кулінарній обробці продуктів відбувається часткова або повна втрата забарвлення. Традиція надавати продуктам харчування певну забарвленість іде з давнини. Спочатку використовували для забарвлення їжі інтенсивно забарвлені продукти, такі як: куркума, сушена чорниця, буряк, морква. Але бурхливий розвиток хімічної промисловості на початку XX сторіччя привів до появи великої кількості синтетичних барвників, які завдяки своїм характеристикам (інтенсивність і яскравість забарвлення, термостійкість) витіснили натуральні пігменти [1].

Останні роки характеризуються різким зростанням уваги населення до проблем харчування. В цей самий час збільшується інтерес і попит на натуральні пігменти. У всьому світі обсяги споживання натуральних барвників зростають приблизно на 10 % у рік. В Україні зростання продажу іде швидше, оскільки раніше наша харчова промисловість була орієнтована в основному на синтетичні барвники, а зараз іде процес переорієнтації [2]. Дослідження маркетологів багатьох фірм і компаній засвідчують, що колір продукту неабияк впливає на ступінь його реалізації. Простежується закономірність тенденції: барвники мають бути максимально натуральними. Споживачі віддають перевагу саме натуральним барвникам, виготовленим з червоних буряків, паприки, винограду. Барвники використовують в усіх галузях харчової промисловості.

Дуже важливо вміти знайти відповідний барвник, адже залежно від харчового продукту і технології переробки барвники мають відповідати певним вимогам. Застосування натуральних барвників регулюють правові положення 94/36 ЄС. Різниця між забарвлювальними харчовими продуктами і натуральними барвниками в тому, що натуральні барвники одержують у результаті селективної екстракції пігментів з харчових продуктів. Щодо натуральних барвників, то їх необхідно декларувати під певним номером з буквою Е, а також враховувати обмеження для їх застосування в окремих харчових продуктах. Забарвлювальні харчові продукти чи витяжки з фруктів або рослин можна використовувати значно ширше.

Один з найпоширеніших кольорів – червоний. Його можна відтворювати за допомогою натуральних пігментів – карміну, бетаніну чи антоціану. Щодо антоціанів чи бетанінвмісних барвників, то з правової точки зору технолог може зробити вибір між забарвлювальним продуктом (сік) або натуральним барвником (Е 163 чи Е 162) [3]. Переваги забарвлювальних продуктів (концентрати соків) у тому, що крім забарвлення вони вносять у харчовий продукт біологічно активні речовини, тобто наділяють його оздоровчими властивостями.

Все більшу увагу дослідників привертають лікувальні властивості буряку. Буряк і продукти його переробки містять комплекс натуральних біологічно активних речовин, що мають здатність зв'язувати та виводити з організму шкідливі для здоров'я людини сполуки, а також стимулювати імунну систему організму. Використання бурякового соку протягом тривалого часу в медичних цілях рекомендують для попередження передчасного старіння, при ожирінні, гіпертонії, захворюваннях печінки та шлунку, нирок, легенів, недокрів'ї, клімаксі, підвищеній функції щитовидної залози, порушенні обміну речовин [2].

Столовий буряк має багатий хімічний склад. У ньому містяться: вода – 82,2 %, азотисті речовини – 1,8 %, вуглеводи – 14,4 %, жир – 0,6 %, клітковина – 0,7 %, органічні кислоти (в перерахунку на яблуневу) – 0,1 %, зола – 1,0 %. Мінеральні речовини буряку представлені (в мг на 100 г їстівної частини): натрієм – 86, калієм – 288, кальцієм – 37, магнієм – 43, фосфором – 43, залізом – 1,4. В коренеплодах буряку знаходяться вітаміни (в мг на 100 г їстівної частини): β-каротин – 0,01, B_1 – 0,02, B_2 – 0,04, РР – 0,2, С – 10 [3].

Досліджувались властивості концентрованого соку з буряку, отриманого різними способами. Виявлялась можливість використання концентрованого соку з буряку для забарвлення жельованих виробів. Для отримання соку буряк попередньо піддавали різним способам обробки з метою отримання максимального виходу соку та забарвлювальних речовин.

Сік отримували з буряку сирого, мороженого, вареного та ферментованого. Було визначено, що оптимальним є варіант використання мороженого буряку, оскільки в цьому разі було відзначено досить великий вихід соку (48 %) і прийнятну концентрацію забарвлювальних речовин. Для підвищення терміну зберігання буряковий сік концентрували методом блочного виморожування. У зв'язку з нестійкістю пігментів столового буряку рекомендується їх стабілізувати. Для стабілізації забарвлювальних речовин використовували лимонну кислоту. Введення в концентрований буряковий сік лимонної кислоти буде також сприяти продовженню терміну його зберігання.

Отриманий концентрований буряковий сік характеризується такими показниками: сухі речовини – 19 %, загальна кислотність (в перерахунку на лимонну кислоту) – 9,6 %, активна кислотність (pH) – 2,81, оптична густина – 1,847 нм.

При нагріванні концентрованого бурякового соку до 60, 70, 80 °С виявлено достатню стійкість до теплової обробки. Оптична густина концентрованого соку зменшилась несуттєво, що корелює з органолептичними показниками.

Концентрований буряковий сік додавався у плодове желе з метою відновлення природного забарвлення, втраченого в процесі обробки плодів. Концентрат буряковий вводився в кількості 1, 3, 5 $см^3$ на 100 г желе. Для виготовлення желе використовували свіжу вишню, вишневий та полунично-журавлиний соки промислового виробництва. Виробництво желе здійснювалося за традиційною схемою за рецептурами № 955 (для желе з вишні) та № 960 (для желе із соків). При виробництві желе з вишні буряковий сік вводили одночасно з віджатим соком, а при використанні соку промислового виробництва (вишневого, полунично-журавлиного) – відразу після розчинення желатину. Технологічна схема виробництва вишневого желе з буряковим забарвлювальним концентратом наведена на рис. 1.

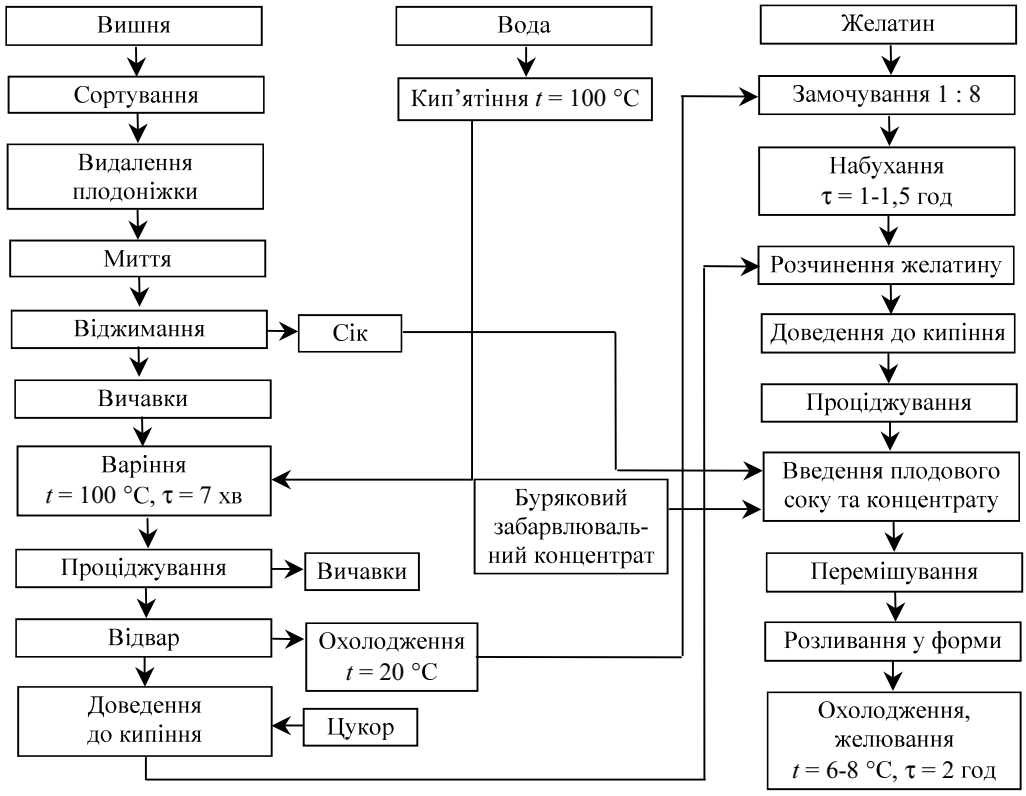


Рис. 1 – Технологічна схема виробництва вишневого желе з буряковим забарвлювальним концентратом

Було проведено дослідження фізико-хімічних показників плодового желе з додаванням концентрованого бурякового соку в різних кількостях, а саме: вміст сухих речовин, загальну кислотність, pH, оптичну густину, консистенцію і органолептичні показники. Здобуті дані дозволяють стверджувати, що при збільшенні кількості барвника в рецептурі желе підвищується вміст сухих речовин від 12,7 % до 13,5 %, pH – знижується з 5,76 до 3,84; загальна кислотність і щільність продукту підвищуються.

Оптимальною кількістю бурякового концентрату для додавання в рецептуру желе є 3 мл концентрованого бурякового соку на порцію желе 100 г. При такому співвідношенні отримано оптимальні органолептичні показники желе, зокрема показник кольору.

Таким чином, у результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що додавання бурякового концентрату не суттєво змінює фізичні та структурно-механічні показники плодового желе, тому немає потреби вводити зміни в технологічний процес виробництва.

Для визначення термінів зберігання бурякового барвника та плодового желе з його додаванням було проведено низку мікробіологічних досліджень (табл. 1). Проводилося визначення загальної кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАнМ), бактерій групи кишкової палички (БГКП), а також наявності плісеневих грибів та дріжджів у зразках до та після зберігання. Зберігали зразки при температурі (5...8) °С, концентрату соку – протягом місяця, желе – 3 доби. Дослідження було проведено за допомогою мікробіологічного експрес-аналізатора «БакТрак 4300» (Відень), який було придбано Одеською національною академією харчових технологій та установлено в науково-дослідній лабораторії мікробіології Науково-дослідного інституту зерна та харчових продуктів на базі кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування.

Принцип роботи «БакТрак 4300» базується на реєстрації електричного опору (імпедансу) поживного середовища, який змінюється в результаті процесів життєдіяльності мікроорганізмів дослідних зразків. Тобто в процесі метаболізму мікроорганізмів макромолекули поживного середовища, які майже не заряджені, гідролізуються до заряджених мікромолекул, що призводить до зміни провідності й відповідно електричного опору. На рис. 2 і 3 наведені експоненціальні криві зміни імпедансу в часі. На кожному графіку є гранична горизонтальна лінія, пересічення якої кривою зміни імпедансу можливе тільки при досягненні порогу (10^6–10^7) КУО/см^3 поживного середовища із дослідним зразком, час необхідний для його досягнення зворотно пропорціональний кількості мікроорганізмів у зразку. Чим більше клітин у зразку, тим швидше відбувається пересічення та отримання результату – кількості мікроорганізмів у дослідному зразку.

На рис. 2 видно, що пересічення кривою граничної лінії відбувається тільки у барвника, який зберігався 1 місяць – кількість плісеневих грибів та дріжджів у ньому становить $6{,}1 \cdot 10^4$ КУО/г, в інших зразків пересічення не відбувалося, що свідчить про те, що клітин мікроорганізмів у вихідних зразках було менше 10. На рис. 3 пересічення спостерігається при посіві желе (контрольний зразок, який виробляли за традиційною технологією та рецептурою), яке зберігалося 3 доби, кількість МАФАнМ у ньому становить $3{,}5 \cdot 10^4$ КУО/г, в інших зразків пересічення не відбувалося. Всі дослідження проводилися як на «БакТрак 4300», так і класичними методами, результати наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати мікробіологічного дослідження зразків барвника та желе до і після зберігання

Зразок	МАФАнМ, КУО/г не більше	Плісеневі гриби та дріжджі, КУО/г	БГКП в 1 г
Концентрат буряковий свіжий	–	–	не виявлено
Концентрат буряковий 2 тижні зберігання	–	–	не виявлено
Концентрат буряковий 1 місяць зберігання	–	$6{,}1 \cdot 10^4$	не виявлено
Желе – контроль, свіже	$3{,}5 \cdot 10^2$	–	не виявлено
Желе – контроль, 2 доби зберігання	$8{,}6 \cdot 10^3$	–	не виявлено
Желе – контроль, 3 доби зберігання	$3{,}5 \cdot 10^4$	–	не виявлено
Желе – дослід, свіже	–	–	не виявлено
Желе – дослід, 2 доби зберігання	–	–	не виявлено
Желе – дослід, 3 доби зберігання	$1{,}7 \cdot 10^2$	–	не виявлено

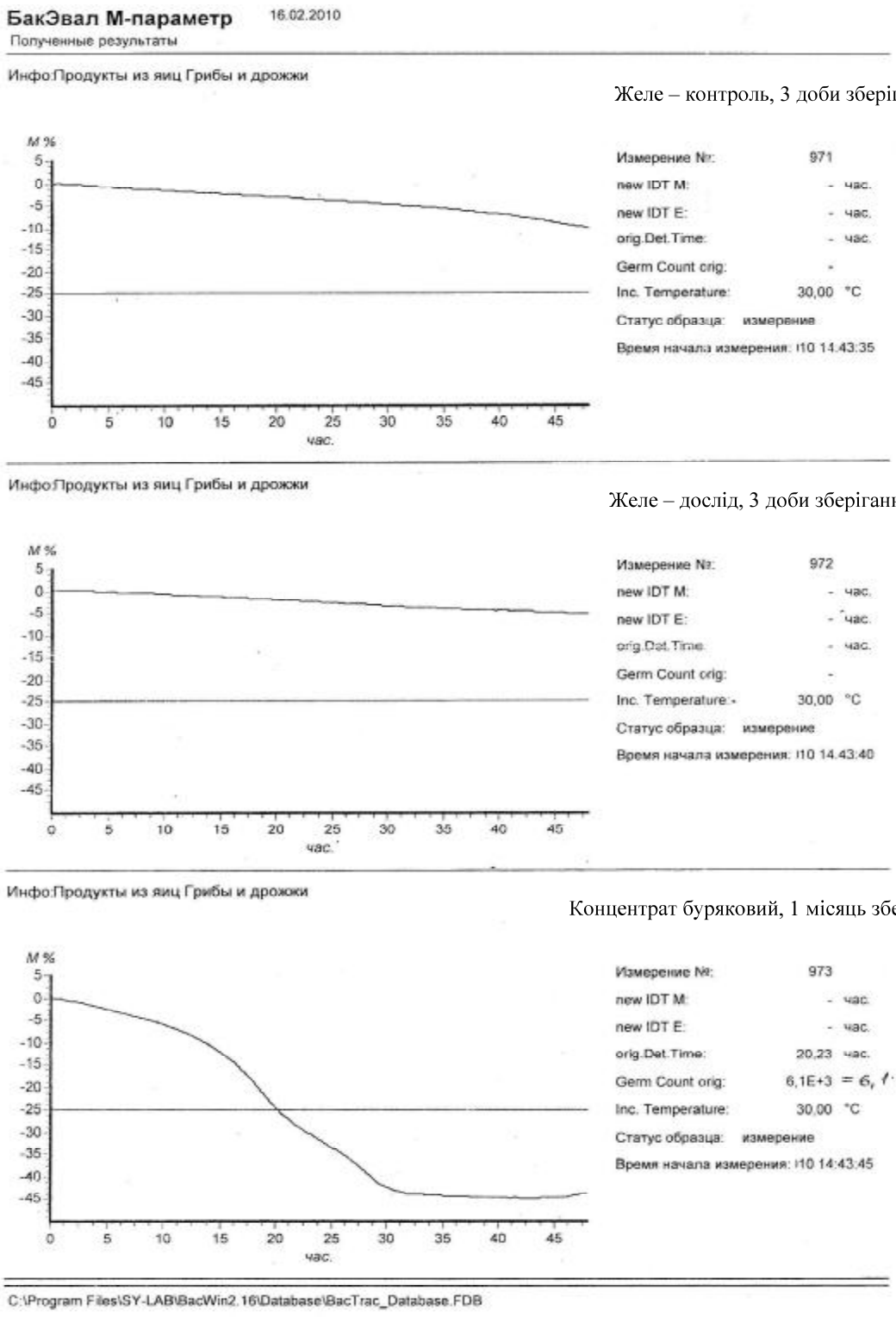


Рис. 2 – Експоненціальні зміни імпедансного сигналу при дослідженні зразків на наявність плісеневих грибів та дріжджів

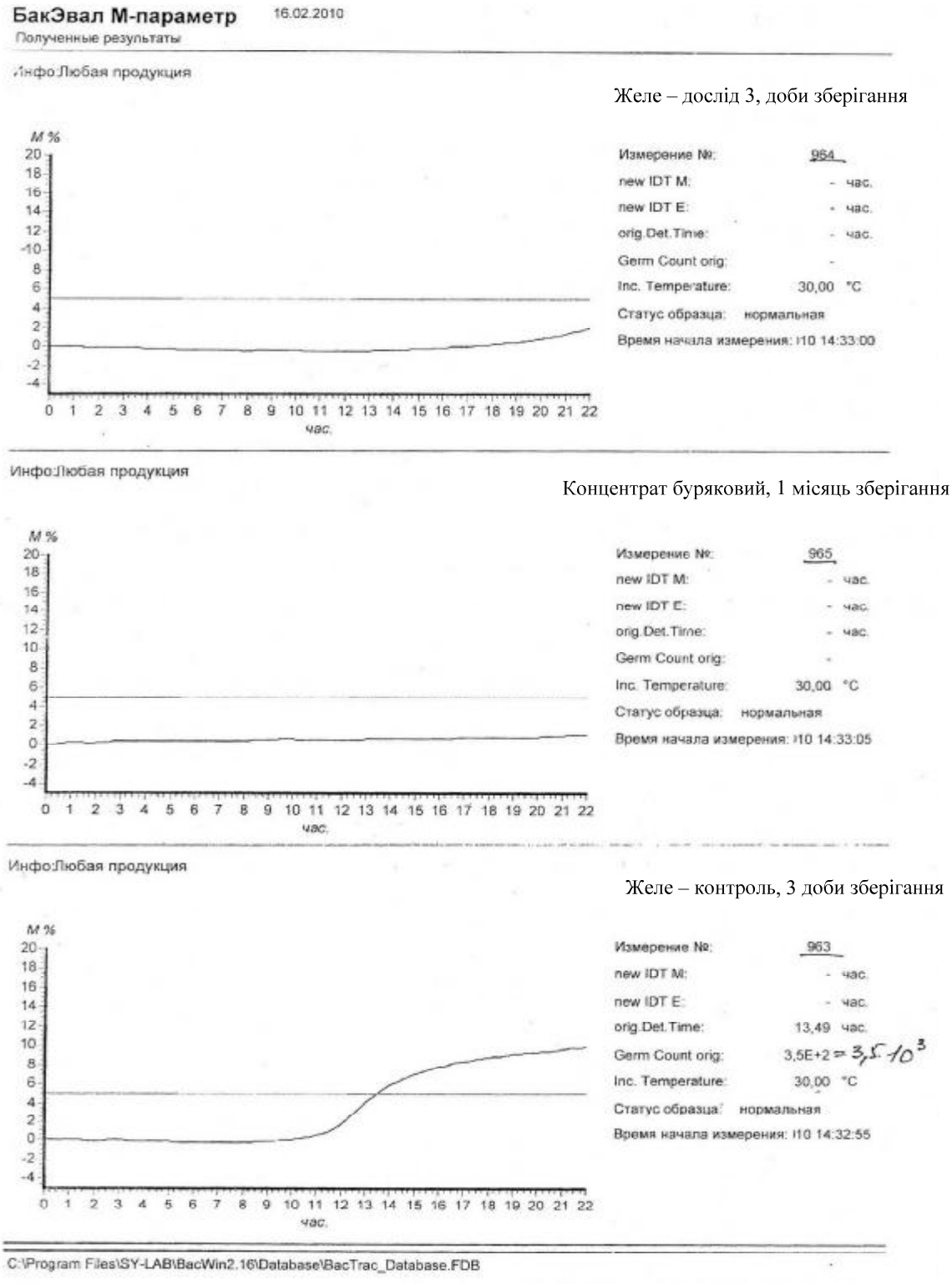


Рис. 3 – Експоненціальні зміни імпедансного сигналу при визначенні МАФАнМ у дослідних зразках

Аналізуючи посіви желе контрольного зразка та оптимального, а також концентрату бурякового, можна зробити висновок, що на зразках виросла допустима кількість мікроорганізмів, тобто продукція відповідає санітарним вимогам. Кишкова паличка не виявлена в жодному зразку, що свідчить про дотримання санітарних норм при виробництві та зберіганні желе і барвника. За кількістю МАФАнМ дослідне желе було у два рази чистіше за контрольне, що показує доцільність застосування технології виробництва та рецептури, які пропонуються, оскільки вони дозволяють отримувати продукт з відмінними органолептичними показниками та більшою стійкістю при зберіганні. Плісеневі гриби та дріжджі у зразках желе не виявлено, але знайдені у барвнику, який зберігався 1 місяць, тобто необхідно переглянути режими його зберігання або скоротити термін придатності.

Висновки. В результаті проведення мікробіологічного дослідження встановлено строки зберігання желе (3 доби), а концентрату бурякового (2 тижні), протягом яких вони проявляють мікробіологічну стабільність та безпечність. Також доведено відповідність умов виробництва та зберігання санітарним нормам. Встановлено, що концентрат буряковий проявляє мікробостатичну дію і продукт з його використанням є більш стабільний при зберіганні у порівнянні з традиційним контрольним желе. Таким чином, застосування концентрату бурякового дозволяє замінити використання синтетичних барвників натуральними, що, безумовно, підвищить якість продукції та її поживну цінність.

Література

1. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации – 6-е изд. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 200 с.
2. Болотов В.М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В.М. Болотов, А.П. Нечаев, Л.А. Сарафанова. – С.П. ДИОРД, 2008. – 240 с.
3. Бурдо А.К., Тележенко Л.М., Безусов А.Т. Вплив різних факторів на стабільність забарвлення бурякового соку // ОДАХТ, Наукові праці. – Вип. 20. – Одеса, 1999. – С. 105.

УДК 664.324

КОМПОЗИЦІЙНІ СУМІШІ З ЗЕРНОПРОДУКТІВ «ЄСО» У ТЕХНОЛОГІЯХ ЕМУЛЬСІЙНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Кравченко М.Ф., д-р техн. наук, професор, Антоненко А.В., асистент
Київський національний торговельно-економічний університет

Досліджено нові соуси „Сонячний", „Баланс", „Горець" і „Веселка", виготовлені на основі композиційної суміші із білково-жирової добавки „Супер" ЄСО® з мікронізованої сої, гуміарабіку (FIBREGUM™), пектину GRINDSTED YF 738 і лактату кальцію, та традиційні аналоги „Молочний", „Білий", „Ткемалі" і „Яблучний" за показниками якості та безпечності. Досліджено хімічний склад соусів та визначено, що вміст токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів, радіонуклідів і мікробіологічні показники не перевищують норм для даної продукції та безпечні через 24 год зберігання.

***N**ew souse products on the composite base of protein and fat supplement "Super" ECO, gum arabic (FIBREGUM ™), pectin GRINDSTED YF 738, calcium lactate are investigated. The chemical composition of sauces is investigated. Main indexes of the quality of traditional and new souses on the composite mixtures basis are stable storage, the content of toxic elements, mycotoxins, pesticides, radionuclides and microbiological parameters after 24 hour storage are safe (harmless).*

Ключові слова: зернопродукт «ЄСО», білково-жирова добавка, композиційна суміш, інфрачервоне випромінювання, функціональна продукція.

Поширена у всьому світі тенденція до оздоровчого харчування привела до розвитку виробництва продуктів функціонального призначення, які завдяки наявності у своєму складі біоактивних компонентів здатні підтримувати здоров'я людини, підвищувати резистентність організму до несприятливих факторів навколишнього середовища. Проблемі використання БАР у виробництві харчових продуктів присвячені роботи вчених М.І. Пересічного, М.Ф. Кравченка, П.О. Карпенка, В.Н. Корзуна, Л.П. Малюк, Г.Б. Рудавської, С. М. Пересічної, Т.І. Костенко та ін. [1].

Серед широкого асортименту кулінарної продукції чинне місце займають соуси, що мають високі споживні властивості, зумовлені наявністю специфічних смакових речовин. У світовій кулінарії налічується понад 2000 видів соусів, що дозволяє урізноманітнювати асортимент кулінарної продукції.

Соя – важливе джерело рослинних білків, які мають високу емульгувальну здатність і біологічну цінність, зумовлену вмістом незамінних амінокислот. Обробка соєвих бобів ІЧ-опроміненням суттєво впливає на білковий, вуглеводний та ліпідний комплекси, які стають більш біодоступними до дії проте-

ліотичних ферментів і краще засвоюються організмом людини. Для підвищення вмісту макро- і мікроелементів у харчових системах використано білково-жирову добавку «Супер» ЄСО (ТУ У 13693522.002-96). Цей продукт з мікронізованої сої під торговою маркою «ЄСО» має високу харчову цінність: вміст білка близько 42 %, жиру – 24 %, вуглеводів – 19 %, вітамінів (А – 103 мкг., B_1 – 1030 мкг., B_2 – 240 мкг., B_3 – 1905 мкг., B_6 – 1083 мкг., B_9 – 220 мкг., Е – 21 мг., РР – 2415 мкг.) та мінеральних речовини (К –1703 мг., Са – 367 мг., Mg – 240 мг., Р – 640 мг., Fe – 16 мг., Mn – 2968 мкг., І – 8.7 мкг., Cu – 530 мкг., Zn – 2131 мкг.).

У традиційних соусах, де згущувачем структури є крохмаль, під час зберігання відбувається процес «старіння» крохмалю, що позначається на якості соусів, спостерігається відділення вологи, руйнування структури. При конструюванні харчових систем, таких як соуси, щоб уникнути зазначених недоліків, як загусник використаний низькоетерифікований пектин GRINDSTED YF 738 та гуміарабік (FIBREGUM™), які на відміну від крохмалю не виявляють ефекту «старіння» є поверхнево-активними речовинами, мають властивості емульгатора, піноутворювача, загусника, стабілізатора, структуроутворювача, фізіологічно корегують вміст глюкози та холестерину в крові, стимулюють мікрофлору кишківника, беруть участь у регулюванні енергетичного метаболізму клітин та здатні виводити з організму людини токсини.

Як показали експериментальні дослідження гідроколоїдів, для утворення структури у харчових системах наближених до традиційних виробів необхідна присутність іонів кальцію [2]. З цією метою досліджено асортимент кальцієвмісних добавок представлених на ринку України. З наукових джерел відомо, що серед кальцієвмісних добавок найвищу біодоступність має лактат кальцію (ТУ 9199-026-00334557-98), він легко асимілюється в організмі і, на відміну від хлориду кальцію, не подразнює слизову оболонку шлунку, добре розчиняється у воді.

Метою дослідження є наукове обґрунтування, розроблення технологій соусів на основі композиційної суміші, дослідження якості та безпечності соусної продукції.

Об'єкт дослідження – технологія соусів на основі композиційної суміші з білково-жирової добавки «Супер» ЄСО, гуміарабіку (FIBREGUM™), пектину GRINDSTED YF 738, лактату кальцію.

Предмет досліджень – білково-жирова добавка «Супер» ЄСО, гуміарабік (FIBREGUM™), пектин GRINDSTED YF 738, лактат кальцію, емульсійні системи на основі композицій зазначених речовин, соуси «Сонячний» і «Баланс», «Горець», «Веселка».

На основі експериментальних досліджень, технологічних властивостей дієтичних добавок і хімічного складу визначено раціональне співвідношення у композиційній суміші білково-жирової добавки «Супер» ЄСО, гуміарабіку (FIBREGUM™), пектину GRINDSTED YF 738, лактату кальцію як 5.0:6.5:1.5:2.0. Композиційну суміш використано у технологіях різних видів соусів (молочних, білих, фруктових, солодких). Розроблена композиційна суміш виконує не лише технологічні функції як згущувач структури, але й покращує макро- і мікронутрієнтний склад харчових систем. На основі композиційної суміші розроблено технології соусів «Сонячний», «Баланс», «Горець», «Веселка», замінюючи повністю пшеничне борошно або крохмаль на композиційну суміш [3;4]. Визначено раціональну концентрацію композиційної суміші в готовому соусі, яка складає 15 % його маси. При концентрації понад 15 % соуси набувають густої консистенції порівняно з контролем і відчувається присмак сої.

Досліджено хімічний склад розроблених соусів, які характеризуються підвищеним вмістом макромікронутрієнтів. Для порівняння нових зразків соусів з еталоном побудовані профілі якості (рис. 1-4). За еталон прийнято умовний харчовий продукт із вмістом макро- і мікроелементів, мінеральних речовин, вітамінів та харчових волокон 25 % від добової потреби, що відповідає вимогам до функціональних продуктів харчування. Площі профілів контрольних зразків значно менші, ніж дослідних зразків, які наближаються до еталона.

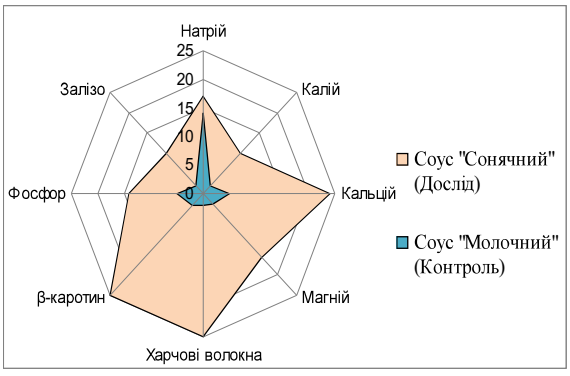


Рис. 1 – Профіль якості соусу "Сонячний", %

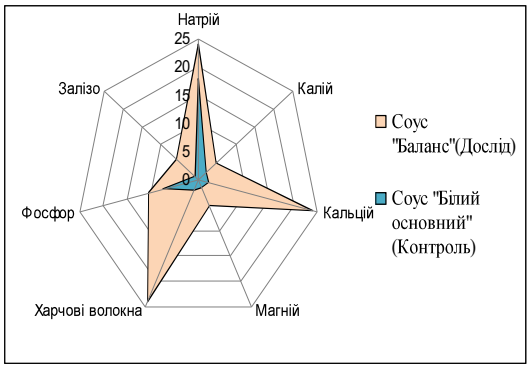


Рис. 2 – Профіль якості соусу "Баланс", %

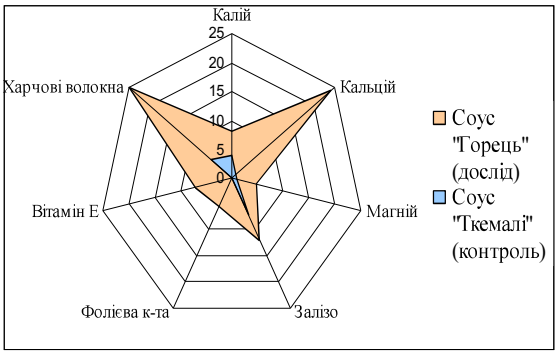


Рис. 3 – Профіль якості соусу "Горець", %

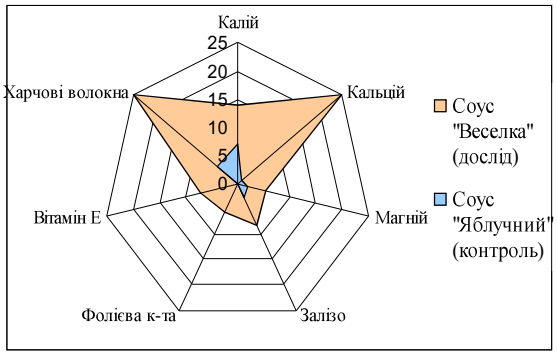


Рис. 4 – Профіль якості соусу "Веселка", %

Досліджено безпечність нових соусів "Сонячний", "Баланс", "Горець", "Веселка" у порівнянні з традиційними аналогами "Молочний", "Білий", "Ткемалі", "Яблучний" [3-5] за вмістом важких металів: свинцю (ГОСТ 26932–86), кадмію (ГОСТ 26933–86), миш'яку (ГОСТ 26930–86), ртуті (ГОСТ 26927–86), міді (ГОСТ 26931–86), цинку (ГОСТ 26934–86); мікотоксинів (ГОСТ 28038–89); пестицидів (ДСТУ EN 12955–2001); радіонуклідів [6;7]. Із мікробіологічних показників визначено кількість МАФАМ (ГОСТ 10444.3–85), плісеневих грибів і дріжджів (ГОСТ 10444.12–88), бактерій групи кишкової палички (ГОСТ 30518–97), патогенних мікроорганізмів, у т. ч. родів *Salmonella* (ДСТУ IDF 93А:2003), *Proteus* (за ГОСТ 28560–90) та *Staphyloccocus aureus* (ГОСТ 10444.2–94). Усі показники визначено у зразках соусів після приготування та зберігання.

Результати експериментальних досліджень (табл. 1) свідчать, що вміст свинцю, міді й цинку в соусах не перевищує гранично допустимі рівні (ГДР). Кадмій, миш'як, ртуть, а також мікотоксини – афлотоксин B_1 і патулін, пестициди ГХЦР-гамма-ізомер, гептахлор ГРХ і ДДТ, на які теж встановлено ГДР [8], у контрольних та дослідних зразках не виявлено.

Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів у зразках соусів через 48 год зберігання була у середньому в 20 разів нижча за встановлені норми [9]. У нових соусах їх кількість менша порівняно з контрольними (табл. 1), оскільки збільшення частки сухих речовин і зв'язаної вологи сприяє підвищенню осмотичного тиску й уповільненню розвитку мікроорганізмів. У дослідних об'єктах не виявлено плісеневих грибів і дріжджів. Наявність БГКП, патогенних мікроорганізмів, у т. ч. родів *Salmonella*, *Proteus*, *Staphylococcus aureus* у соусах також відсутня.

Таблиця 1 – Показники безпечності нової соусної продукції

Найменування соусу	Вміст важких металів, мг/кг *			Кількість МАФАМ, 10^2 · КУО/г за термін зберігання, год **			
	Sn	Cu	Zn	0	12	24	48
"Молочний"	0.02	0.10	0.40	1.40	2.23	3.61	5.41
"Сонячний"	0.02	0.05	0.42	1.31	2.04	3.42	5.03
"Білий"	0.03	0.11	0.51	1.37	2.15	2.96	5.47
"Баланс"	0.03	0.12	0.53	1.32	2.06	2.62	5.31
"Ткемалі"	0.03	0.12	0.60	1.31	1.94	2.84	5.12
"Горець"	0.03	0.12	0.50	1.25	1.86	2.56	4.74
"Яблучний"	0.02	0.12	0.40	1.38	2.18	2.88	5.33
"Веселка"	0.02	0.11	0.36	1.31	2.07	2.62	4.66

Примітки: * ГДР, мг/кг: Sn – 0.1; Cu – 0.5; Zn – 3.0;
** кількість МАФАМ – не більше $1 \cdot 10^4$ КУО/г [10].

Вміст радіонуклідів цезію та стронцію в усіх зразках соусів не перевищує гранично допустимих рівнів (рис. 5, 6) [10].

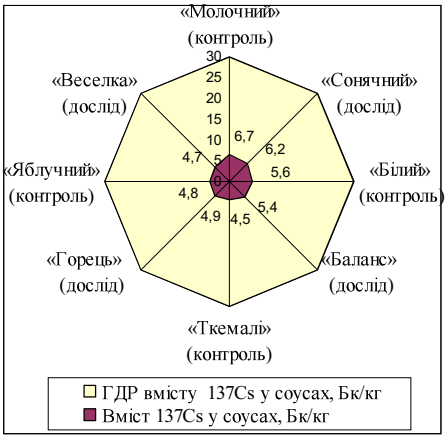


Рис. 5 – Вміст радіонуклідної контамінанти ^{137}Cs у соусній продукції

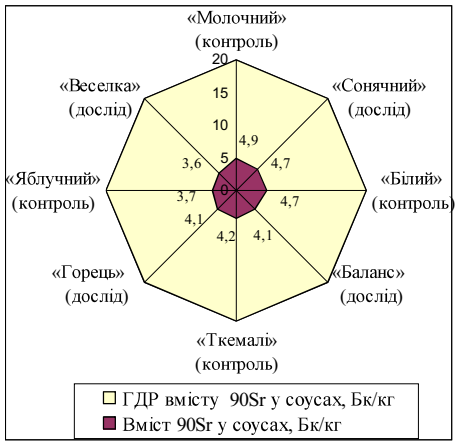


Рис. 6 – Вміст радіонуклідної контамінанти ^{90}Sr у соусній продукції

Розроблені соуси досліджено за органолептичними показниками по 5-ти бальній шкалі, які наближені до контрольних зразків. Середня органолептична оцінка соусів зразу після виготовлення становила в контрольних зразках 4,5 бала, а в дослідних – «Сонячний» (4,2), «Баланс» (4,1), «Горець» (4,4) і «Веселка» (4,3). Перші 6 год зберігання майже не вплинули на органолептичні властивості всіх зразків: зниження оцінки відбувалося лише на 0,1 бала. Після 12-ти і 24-х год зберігання органолептичні оцінки в контрольних і дослідних зразках зменшилися переважно на 0,2 бала, що свідчить про стабільність якості соусів.

Висновки

1. Обґрунтовано використання композиційної суміші на основі білково-жирової добавки «Супер» ЄСО з мікронізованої сої, гуміарабіку (FIBREGUM™), пектину GRINDSTED YF 738 та лактату кальцію;

2. Розроблені нові соуси відповідають вимогам якості та безпечності харчових продуктів.

3 Соуси «Сонячний», «Баланс», «Горець» і «Веселка» можна віднести до продукції функціонального призначення, оскільки вміст необхідних макро- і мікронутрієнтів складає 10-25 % .

4. На розроблену продукцію отримано патенти (№ 38867 „Соус «Сонячний»”, № 42417 „Соус «Баланс»”, № 44188 „Соус «Горець»” та № 44189 „Соус «Веселка»”), позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи № 05.03.02-06/43755 від 17.07.2009 р., затверджено ТУ У 15.8-01566177-016:2009 „Соуси на основі рослинних гідроколоїдів і дієтичних добавок” і технологічні інструкції.

Література

1. Технологія продуктів харчування функціонального призначення / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, С. М. Пересічна та ін. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2008. –718 с.
2. Николаев Б.А. Изменение стуктурно-механических свойств пищевых продуктов / Б.А. Николаев. – М.: Экономика, 1964. – 208 с.
3. Антоненко А. Оцінка якості нових соусів підвищеної харчової цінності / А. Антоненко // Товари і ринки. – 2009. – № 1. – С. 58–62.
4. Антоненко А. Наукове обґрунтування і розроблення фруктових систем як основи для солодких соусів / А. Антоненко, М. Кравченко // Товари і ринки. – 2009. – № 2. – С. 76–82.
5. Здобнов А. И. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий: Для предприятий общественного питания / А. И. Здобнов, В. А. Цыганенко, М. И. Пересичный. – К.: А.С.К., 1998. – 656 с.
6. МУ 5778–91 "Стронций-90. Определение в пищевых продуктах". – М. : Минздрав России, 1991.
7. МУ 5779–91 "Цезий-137. Определение в пищевых продуктах". – М. : Минздрав России, 1991.
8. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сирья и пищевых продуктов : МБТ и СН № 5061–89. – [Действующий от 1989-08-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 185 с.
9. Методические указания. Гигиеническая оценка сроков годности пищевых продуктов : МУ 4.2.727–99. – [Действующий от 1999-03-21]. – М. : Минздрав России, 1999. – 24 с.
10. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді : ГН 6.6.1.1-130-2006. – [Чинний від 1999–01–04]. – К. : Держспоживстандарт України, 1999. – 10 с.

УДК 644. 887: [635. 7: 633. 81] – 021.632

ВЛАСТИВОСТІ МІНОРНИХ РЕЧОВИН ПРЯНО-АРОМАТИЧНОГО СОУСУ І ЇХ РОЛЬ У ХАРЧУВАННІ ЛЮДИНИ

Тележенко Л.М. д-р техн. наук, професор, Жмудь А.В. аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Пряно-ароматичні культури являються дуже розповсюдженими на території України. Найбільш поширеними є кріп та петрушка, до складу яких входить близько сотні біологічно активних речовин, що сприяють нормальному функціонуванню організму людини. Показано, що актуальною є розробка технології соусу-дресінгу з неповторним смаком та ароматом, що містив би такі компоненти пряно-ароматичної сировини. Встановлено, що на розкриття аромату у продукті виготовленому на основі пряно-ароматичної сировини впливають біополімери, що входять до компонентного складу продукту.

Spicily aromatic cultures appear widespread on territory of Ukraine. Most widespread is a dill and parsley, in their composition about hundred is included biologically active matters which are instrumental in the normal functioning of organism of man. It is rotined that actual is development of technology of sauce-dressing with unique taste and aroma that would contain such components spicily aromatic raw material. It is set that on opening of aroma in a product made on the basis of spicily aromatic raw material biopolimers which are included in component composition of product influence.

Ключові слова: харчування, пряно-ароматична сировина, соус-дресінг, біополімери, камедь гуару.

Застосування пряно-ароматичних рослин у кулінарії має давні традиції. Для формування неповторної смакової гами різних страв використовують композиційні суміші прянощів у вигляді сухих приправ або плинних прозорих соусів, які останнім часом отримали назву дресінгів [1]. Соуси–дресінги можуть містити різні природні речовини, залежно від їх призначення та необхідності доповнення основної страви ароматичними, барвними, смаковими біологічно активними компонентами.

В Україні набули розповсюдження близько сотні пряно-ароматичних культур. Деякі з них культивуються в агропромисловому комплексі і відіграють певну роль у товарообороті.

Необхідно враховувати, що прянощі є не лише смаковими компонентами їжі, але й мають лікувальні властивості. У середині XIX століття з рослин були виділені глікозиди, дубильні речовини, сапоніни, смоли та інше. Наприкінці XIX – на початку XX ст. відкрито вітаміни, пізніше виявлено біологічну дію флавоноїдів та похідних кумарину, фітонцидів та мікроелементів [2]. У слов'янських народів століттями складалися традиції заготівлі та сушіння лікарської сировини, приготування з них настойок, відварів тощо.

Пряно-ароматичні культури дозволяють збагатити раціон функціональними інгредієнтами згідно з теорією глобального розсіювання елементів, розробленою академіком В.І. Вернадським у 20-х роках XX ст. Медицина, незважаючи на її останні досягнення, до цього часу не може точно визначити роль кожного з елементів, що містяться у їжі. З'явилася низька захворювань, що обумовлені надлишком одних та частіше – нестачею інших елементів, які намагаються лікувати симптоматично, не знаючи першопричини цих патологій.

Потреба нашого організму в різних інгредієнтах для здійснення метаболічних процесів становить близько 80…85 елементів у мікро- та макрокількостях. Всі вони після певного відпрацювання виводяться з організму певними шляхами протягом від декількох годин до місяців. Щоб активізувати всі ці елементи, необхідно залучити до процесів обміну речовин численну кількість органічних речовин – вітамінів, кислот тощо. Основним джерелом цих сполук є рослини. Встановлено [2], що лише 15 елементів складають майже 99,5 % маси тіла людини. З них 5 елементів мають надлишкову масу – кисень, водень, вуглець, натрій, хлор. Інших елементів найчастіше не вистачає. Всі ці 70 елементів є в основному активаторами біохімічних процесів, а їх джерелом – рослини. До їх складу входить близько 28 елементів, з яких 20 містяться практично у всіх рослинах – їх називають постійними (вуглець, водень, кисень, азот, калій, кальцій, кремній, магній, натрій, хлор, сірка, залізо, фосфор, алюміній, марганець, фтор, цинк, мідь, кобальт, хром). Інші елементи можуть зустрічатися у різних співвідношеннях у різних рослинах. Тому раціон людини повинен містити не менше 64 видів рослин протягом року, за умови, що достеменно відомо, які саме елементи містяться у тій чи іншій рослині. Якщо ж такі дані відсутні, то потребу в рослинах, що споживаються, необхідно збільшити до 200 видів. На сьогодні таке розширення споживчого кошика навряд чи є реальним. Альтернативним підходом до вирішення цієї проблеми, який застосовується більші-

стю народів світу, є споживання прянощів і спецій, з якими до організму людини надходить 70 мінорних компонентів.

Метою роботи було визначення мінорних складників пряно-ароматичної сировини та вивчення їх взаємодії з іншими компонентами, на основі чого розробити технологію соусу, який би мав неповторний смак та аромат і містив такі компоненти пряно-ароматичної сировини, які б сприяли нормальному функціонуванню організму людини.

До найбільш поширених вітчизняних прянощів належать – цибуля, часник, кріп, петрушка, селера тощо.

Кріп городній, як рослина із темно-зеленими перистороздільними черговими листками, сьогодні зустрічається у багатьох країнах і є відомим із давніх-давен.

Із плодів кропу виробляли препарат анетин, що має спазмолітичну дію; використовувався для лікування та профілактики хронічної коронарної недостатності й астми. У вигляді настою та в складі зборів застосовується як сечогінний засіб при шлунково-кишкових захворюваннях.

У наш час також вважають, що кріп має вітрогінну дію, стимулює травлення, підвищує функціональну активність шлунку, нормалізує менструацію, має потогінну, спазмолітичну та дезінфікуючу дію. Виявляє заспокійливу дію, знімає гостроту психологічних потрясінь, емоціональної напруги. Кріп використовували для родопомочі, тому з обережністю його слід споживати при вагітності [2].

Петрушка має довге черешкове листя, двічі та тричі перисте. Протягом століть петрушку споживали при різних захворюваннях: розладах травлення, жовчокам'яній хворобі та захворюваннях нирок, при серцевих набряках, порушеннях менструального циклу, простатиті. У косметології застосовують для видалення веснянок та пігментних плям. Також застосовують петрушку як сечогінний засіб при водянці, маточній кровотечі тощо.

Теоретично та експериментально доведено [2], що дія петрушки пов'язана з наявністю у ній апіолу та міристицину, що збільшують діурез та підвищують тонус м'язових тканин. Апіол, ефірна олія і насіння петрушки мають сильну сечогінну та спазмолітичну дію, плоди та листя також виявляють жовчогінний ефект.

Олію з листя петрушки отримують у період перед дозріванням насіння з виходом 0,25 %. Ефірна олія петрушки має сильну бактерицидну дію на Escherichia coli, Proteus merabilis та Staphylococcus aureus.

Кріп відрізняється вмістом карвону (кетон), лимонену, терпінену, феландрену (терпени), евгенолу, міристицину (фенольна сполука). Найбільш відомі мінорні компоненти кропу та петрушки [3] (у % до загального їх вмісту) наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Мінорні компоненти кропу та петрушки

Сполуки	Кріп	Петрушка	Сполуки	Кріп	Петрушка
	Вміст, %	Вміст, %		Вміст, %	Вміст, %
α-туєн	0,12	0,1	транс-карвеол	2,03	
α-пінен	0,67	0,2	карвон	36,81	
сабінен	0,08		тимол	1,16	
β-пінен	0.05	0,2	каріофілен	0,10	
β-мірцен	0,38		сантен	–	0,2
α-феландрен	14,08	0,3	камфен	–	0,7
р-цимен	3,85		γ-терпінен	–	1.6
лимонен	30,85	1,0	терпінолен		1,0
α-терпінолен	0,05		β-каріофілен		1,1
α-терпінеол	5,51		міристицин		65
α-феландрен		0,3	остол		5,6
дегідрокарвон	1,62				

Найбільш важливими та поширеними сполуками, які зустрічаються серед складників ефірних олій, є терпени та їх похідні, що містять кисень. У складі ефірних олій рослин власне аліфатичні терпени відіграють незначну роль. Набагато більше значення та розповсюдження мають їх кисневмісні похідні – альдегіди та спирти. Класичним представником аліфатичних монотерпенів є мірцен, який міститься не лише в ефірній олії кропу та петрушки, але й ряді інших ефірних олій. Серед моноциклічних монотерпенів найбільш поширеним є лимонен. Він міститься в олії кропу, петрушки тощо. Широко розповсюджені в рослинах також кисневі похідні моноциклічних монотерпенів: вторинний спирт ментол, який складає головну частину (до 70 %) ефірної олії м'яти перцевої, та циклічний кетон карвон, що міститься в ефір-

ній олії кропу та кмину. Лимонен є вихідною сполукою, із якої утворюються кисневмісні похідні. До біциклічних монотерпенів належать терпени з одним зв'язком, що ніби розсікає шестичленне кільце. Найбільше значення серед біциклічних терпенів мають пінен і камфен, а також їх похідні – бронеол і камфора. Пінен є складовою частиною багатьох ефірних олій та має характерний скипідарний запах, легко окислюється на повітрі і перетворюється на повітрі у смолоподібні продукти. Камфен міститься в олії петрушки, лаванди, ялівця тощо. Дитерпени C_{20} практично нелеткі при відгонці водяною парою, вони представлені у природі порівняно невеликою кількістю сполук. Наприклад, фітол $C_{20}H_{39}OH$, що входить до складу хлорофілу, може розглядатися як гідрований дитерпеновий спирт [4]. Представником тритерпенів є сквален, а тетратерпенів та їх кисневих похідних – каротиноїди.

Необхідно відзначити, що за складом компонентів фенольної природи ефірні олії насіння петрушки можуть бути різними. Розрізняють їх три хемораси (різновиди):

міристицинову, до складу якої входить 55-75 % міристицину (1,2-метилендіоксі-6-метоксі-4-алілбензол);

апіолову, яка містить до 80 % апіолу (1,2-метилендіоксі-3,6-диметоксі-4-алілбензол);

алілтетраметоксибензолова, що містить переважно п-аліл-2,3,4,5-тетраметоксибензол, де практично відсутній апіол і міститься небагато міристицину.

При окисленні міристицин утворює спочатку альдегід, а потім кислоту. При нагріванні ця кислота з йодистим воднем переходить в галову кислоту, що дозволяє розглядати міристицин як метиленовий ефір бутеніл 1 –діоксі 3,4–метоксі 5-бензолу.

Наведені речовини беруть участь у формуванні аромату пряно-ароматичної сировини. Відомо [4], що аромат та смак продукту залежить в першу чергу від наявності ароматоутворювальних речовин, особливостей технологічної переробки, хімізму реакцій, що проходять у системі тощо.

Хімічна природа сполук, що входять до складу ефірних олій, різноманітна і включає сполуки, які відносять до різних класів: вуглеводи, спирти, феноли та їх похідні, кислоти, прості та складні ефіри [5]. Основу їх складають терпеноїди, які широко представлені у пряно-ароматичній сировині.

Оскільки у процесі переробки масова частка ароматичних речовин може змінюватись, то необхідно дослідити, як ті чи інші фактори впливають на розкриття аромату, його підсилення або втрату ароматичних речовин у процесі переробки сировини.

На сьогоднішній день соуси, які виробляють у закладах ресторанного харчування та на підприємствах, містять, як правило, згущувачі, наявність яких певною мірою впливає на виявлення ароматичних речовин прянощів.

Пряно-ароматична сировина також містить біополімери, які певним чином впливають на розкриття аромату та вилучення мінорних речовин у соуси. Взаємодія мінорних компонентів із жирами, білками та вуглеводами впливає на затримку летких сполук у харчовому продукті та на їх концентрацію у газовій фазі, інтенсивність і якість аромату. Основні компоненти хімічного складу кропу та петрушки наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Хімічний склад петрушки та кропу (%), n = 3, p ≥ 0,95

Показники	Петрушка	Кріп
Сухі речовини	17,1	15,1
Моно- та дисахариди	6,3	3,9
Крохмаль	4,2	0,2
Клітковина	2,7	3,3
Білки	1,6	2,6
Жири	0,6	0,4
Органічні кислоти	0,1	0,1
Зола	1,4	0,8

Оскільки для харчових продуктів є характерним різне співвідношення біополімерних компонентів, то необхідно процеси зв'язування ними ароматичних речовин прослідкувати на модельних розчинах. Знання картини зв'язування ароматичних речовин харчовими матрицями дозволить судити про аромат харчових продуктів і його зміну у процесі переробки та зберігання.

В емульсіях типу масло у воді коефіцієнт розподілення ароматичних речовин знаходять [6] із співвідношення

$$K = C_м / C_в, \quad (1)$$

де $C_м$ – концентрація ароматичних речовин у маслі,

$C_в$ – концентрація ароматичних речовин у водній фазі.

В одному гомологічному ряду, наприклад алкалоїдів, значення коефіцієнт розподілення ароматичних речовин зростає із збільшенням довжини ланцюга (рис. 1).

Розчинність ароматичних речовин у жировій фазі зростає пропорційно до збільшення довжини ланцюга, що обумовлює зростання гідрофобності молекул. Тиск пари змінюється зворотно пропорційно; він зменшується як із зростанням гідрофобності ароматичних речовин, так і зі збільшенням жирової фази в емульсії; відповідно зростає і поріг чутливості аромату.

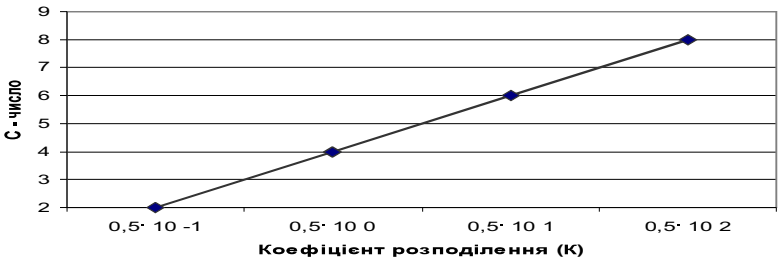
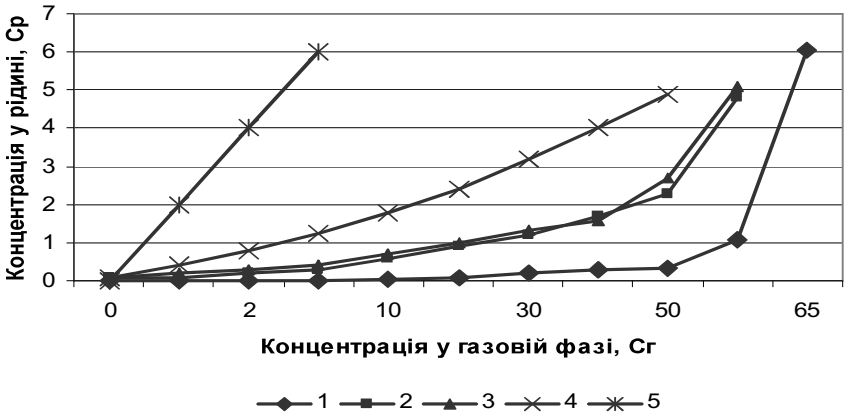


Рис. 1 – Розподіл n-алкалоїдів у двофазній системі «олія у воді»

Наведена вище залежність може бути наочно продемонстрована при дослідженні розчинності, наприклад, 2-гептанолу в емульсіях із різним співвідношенням жир : вода (рис. 2).



1 – чистий гептанол; 2 – вода; 3 – знежирене молоко; 4 – цільне молоко; 5 – олія

Рис. 2 – Вміст ароматичної речовини (2-гептанолу) (мг/кг) у газовій фазі залежно від масової частки жиру в системі

Дослідження, проведені зі спиртами [6], показали, що із зростанням довжини ланцюга спиртів збільшується швидкість їх переходу із жирової фази у рідину, а леткість сполук практично не залежить від співвідношення фаз у системі. При зростанні в'язкості олії перехід спиртів у рідину уповільнюється.

При наявності у продуктах білків і вуглеводів відбувається сорбція на них деяких летких сполук. Спирти приєднуються у більшості за рахунок водневих містків. Гідрофобні ділянки білків є відповідальними за зв'язування неполярних ароматичних речовин. Оцінити сорбцію ароматичних речовин на біополімерах можна, виходячи із закону дії мас. Так, якщо біополімер (В) містить групу, що може з'єднувати молекулу ароматичної речовини (А), то буде справедливим рівняння

$$K = (BA)/C_f(B), \qquad (2)$$

де К – константа одиничного з'єднання;

C_f – концентрація вільних молекул ароматичної речовини,

або $$(BA) = K \cdot C_f(B).$$

Для підрахунку середнього числа молекул ароматичних речовин, що зв'язані з біополімерами, уводять специфічний показник сили сполучення r

$$r = (BA) / (B) + (BA). \qquad (3)$$

У наведеному рівнянні згідно із рівнянням (2) (ВА) означає концентрацію комплексу між біополімером та ароматичною речовиною.

Однак, біополімер може з'єднуватись не лише з однією молекулою ароматичної речовини, якщо він містить декілька (n) з'єднувальних груп, які є рівнозначними і незалежними одна від іншої. У цьому випадку виходить, що сила сполучення r зростає у n разів і може бути визначена за рівнянням

$$r = n \cdot K \cdot C_f / 1 + K \cdot C_f, \quad (4)$$

звідки

$$r / C_f = K\, n - K \cdot r = K' - K \cdot r, \quad (5)$$

де K' – загальна константа з'єднання.

Оцінку результатів досліджень, що проходять згідно з рівнянням (5), можна провести за графічними залежностями $r / C_f = f(r)$ (рис. 3) [6].

Спостерігаються три граничних випадки:

а) Випадок а (рис. 3а) – лінія показує, що єдина з'єднувальна ділянка у полімері із n місцями з'єднання має місце. Вони є еквівалентними і незалежними один від одного. У точках перетинання прямої із осями абсцис і ординат отримуємо відповідно n і K';

б) Пряма лінія паралельна осі абсцис (рис. 3в) зустрічається тоді, коли одинична константа K дуже мала, а n – дуже велика величина. У цьому приватному випадку рівняння переходить у

$$r = K' \cdot C_f \quad (6)$$

с) Крива (рис. 3с), що поводить себе аналогічно лініям (рис. 3d) показує на дві з'єднувальні константи K_1' та K_2' і, відповідно, на n_1 і n_2 з'єднувальних груп, які є еквівалентними та незалежними одна від одної.

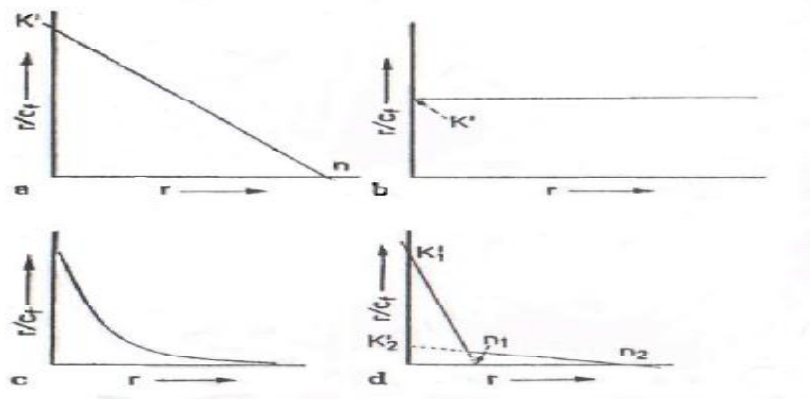


Рис. 3 – Зв'язування ароматичних речовин біополімерами – графічне визначення параметрів

При перетині r через C_f розраховується K'. Прикладом моделі із двома сполученими регіонами (випадок с) є сорбція ароматичних речовин крохмалем. При цьому необхідно враховувати, що крохмаль з'єднується з ароматичними речовинами лише після клейстеризації. Ароматичні речовини включаються у хелікальні (вісімкоподібні) структури, у побудові яких беруть участь амілоза і амілопектин. Константи зв'язування крохмалем ароматичних речовин наведені у таблиці 3.

Численні ознаки вказують на те, що показники K_1' і n_1 характеризують з'єднання, що проходить у середині хелікса, у той час як K_2' і n_2 на поверхні комплексу. Те, що K_1' є більшою за K_2', є ознакою того, що у середині ароматичні речовини зв'язані сильніше за допомогою глюкозних залишків.

Показник 1/ n є мірою величини зон з'єднання і звісно зростає у ряду спиртів із збільшенням молекулярної маси, знаходячись при цьому у середині комплексу у значно більшій мірі, ніж на поверхні. У цілому можна виходити з того, що сполуки, які знаходяться у середині включень, більше не діють як ароматичні речовини.

Таблиця 3 – Зв'язування ароматичних речовин картопляним крохмалем [6]

Сполука	Характеристики з'єднання			
	K_1'	n_1	K_2'	n_2
1-гексанол	$5{,}45 \cdot 10^1$	0,10	–	–
1-октанол	$2{,}19 \cdot 10^2$	0,05	$2{,}15 \cdot 10^1$	0,11
1-деканол	$1{,}25 \cdot 10^2$	0,04	$1{,}29 \cdot 10^1$	0,11
Капронова кислота	$3{,}30 \cdot 10^2$	007	$4{,}35 \cdot 10^1$	0,19
Ментон	$1{,}84 \cdot 10^2$	0,012	8,97	0,045
Ментол	$1{,}43 \cdot 10^2$	0,007	–	–
β-пінен	$1{,}30 \cdot 10^1$	0,027	1,81	0,089

В рідких розчинах білків визначене необмежене число місць з'єднання (випадок в). У таблиці 4 наведено показники K' для деяких ароматичних речовин. Константи зменшуються у послідовності: альдегіди, кетони, спирти. Такі сполуки як диметилпіроцин та масляна кислота є практично не зв'язаними.

Таблиця 4 – Зв'язування ароматичних речовин білками (0,4 % розчин з pH 4,5) [6]

Ароматична речовина	Загальна константа з'єднання $K'\cdot10^{-3}$ (M^{-1})			
	Альбумін сироватки яловичини		Протеїн сої	
	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C
Бутанал	9,765	11,362	10,916	9,432
Бензальдегід	6,458	6,134	5,807	6,840
2-бутанон	4,619	5,529	4,975	5,800
1-бутанол	2,435	2,786	2,100	2,950
Фенол	3,279	3,364	2,040	2,335
Ванілін	2,070	2,490	2,040	2,335
2,5-диметилпіроцин	0,494			
Масляна кислота	0			

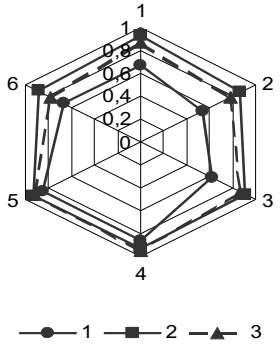
Необхідно враховувати, що альдегіди реагують із вільними аміно- і SH-групами, так що у приєднанні беруть участь не лише вторинні зв'язки. Відносно зв'язування ароматичних сполук альбумін сироватки яловичини та протеїни сої поводяться практично однаково, оскільки гідрофобність обох білків дуже схожа, а як було зазначено вище, гідрофобні взаємодії є дуже важливими у зв'язуванні ароматичних речовин.

Соус-дресінг відрізняється від традиційних соусів тим, що до його основи може бути уведено значно менше біополімерів, завдяки чому ароматичні речовини рідкої фази, що містить незначну масову частку ефірних олій, будуть переходити у газову фазу та надавати відчутного аромату тим продуктам, склад яких цей соус буде доповнювати.

Нами визначено комплексний показник якості соусів-дресінгів, виготовлених на основі різних гідроколоїдів, а саме: крохмалю картопляного, камеді гуару, камеді рожкового дерева та інших, які застосовували для надання продукту необхідних реологічних властивостей.

Пряно-ароматичну сировину обробляли певним чином та піддавали екстракції із застосуванням різних розчинників [7]. Також отримували ефірну олію із кропу та петрушки за допомогою апарата Сокслета. Для надання соусу високих смакових властивостей цукрово-кислотний індекс регулювали уведенням екстракту стевії та лимонної кислоти. Крім рідкої фази соус містив у якості наповнювача оброблені певним чином шматочки кропу та петрушки.

Основними показниками, що входили до складу комплексної оцінки, були: аромат (1), смак (2), прозорість (3), плинність (4), в'язкість (5) та стабільність (6). Усі наведені показники переводили у безрозмірну форму. Оцінку якості продукту проводили за величиною багатокутника та його рівномірним розподіленням за сегментами (рис. 4).



1 – крохмаль; 2 – камедь гуару; 3 – камедь рожкового дерева

Рис. 4 – Багатокутник якості соусів-дресінгів

Встановлено, що соуси на основі крохмалю мають менший аромат, а багатокутник їх якості є найменшим і найбільш нерівномірним, що свідчить про відносно невисокі органолептичні й реологічні показники такого продукту. Найкращий показник якості має соус-дресінг, виготовлений на основі камеді

гуару. Масова частка біополімеру, яка була застосована для надання необхідної структури у зразку з гуаром, у 5 разів менша за масову частку крохмалю, при якій соус має адекватні реологічні характеристики. Такий соус є більш стабільним при зберіганні, а багатокутник його якості є найбільшим за площею та характеризується рівномірністю показників.

Соус, який було виготовлено на основі камеді рожкового дерева, також має задовільні органолептичні та реологічні показники, але дещо поступається за загальною оцінкою соусу, виготовленому на основі камеді гуару.

Таким чином, встановлено, що пряно-ароматична сировина, як то найбільш розповсюджені в Україні кріп городній та петрушка, містять значну кількість мінорних речовин, що мають позитивний вплив на організм людини та надають продукту високі органолептичні властивості, зокрема смак та аромат.

Вивчено, що на розкриття аромату у продукті, виготовленому на основі пряно-ароматичної сировини, впливають біополімери, що входять до компонентного складу продукту. Зв'язування біополімерами ароматичних речовин може бути більш і менш тривким, що можна оцінити за величиною константант з'єднання. Деякі біополімери, наприклад крохмаль можуть переводити ароматичні речовини у середину комплексу: біополімер – ароматична речовина, що практично блокує їх дію як ароматизаторів.

Встановлено, що соуси-дресінги , виготовлені на основі камеді гуару, мають найкращі органолептичні і реологічні показники. Соус, який було виготовлено на основі крохмалю, характеризується нестабільністю, меншою прозорістю та меншим розкриттям аромату у процесі споживання продукту.

Література

1. Жмудь А.В., Тележенко Л.М. Тенденції розвитку виробництва соусів // Харчова наука і технологія – 2009. – № 2(7). – С. 21 – 23
2. Фармакогнозія з основами біохімії рослин /В.М. Ковальов, О.І. Павлій, Т.І. Ісакова /За ред. В.М. Ковальова. – Харків: Прапор, НФАУ, 2000. 703 с.
3. Жиры растений, жирные масла, эфирные масла, воски [Электронный источник] www. nmedik.ru
4. Пищевая химия / Нечаев А.П. и др. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.
5. Кретович В.Л. Биохимия растений. – М.: Высш. школа, 1980. – 445 с.
6. Chemie der Pflanzenschutz – und Schädlings – bekämpfungsmittel /Wegler R. – Berlin, Heidelberg, New York Springer- Verlag. – 1982.– 788 s.
7. Тележенко Л.М., Жмудь А.В. Использование гидроколлоидов как функциональных ингридиентов при производстве соусов / Пловдив, Болгария, ПТУ, 2010.

УДК 641.56..642.58.057.874

ТЕХНОЛОГІЯ ОВОЧЕВИХ СТРАВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ШКІЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ

Пересічний М.І., д-р техн. наук, професор, Хлібійчук В.О., асистент
Київський національний торговельно-економічний університет

Наведено результати досліджень овочевих страв для харчування школярів, що вирішує завдання створення технології функціональних продуктів на основі зернобобових. Встановлено покращення органолептичних показників та хімічного складу страви; підвищення вмісту харчових волокон, мінеральних речовин, вітамінів.

The results of studies of vegetable dishes to feed schoolchildren, giving the task of creating technology functional vegetable dishes based on legumes. It improved organoleptic and chemical indicators skaladu dishes, increased content of dietary fibers, minerals, vitamins.

Ключові слова: зернобобові, соєвий сир – тофу, крохмаль Hi-Maze 260, продукти переробки морських водоростей.

Протягом останніх років у загальноосвітніх навчальних закладах України спостерігається стійке порушення у структурі харчування школярів. У більшості з них виявлено неповноцінність харчування учнів шкіл, що зумовлено нераціональним споживанням харчових речовин, в першу чергу повноцінних білків, вітамінів, макро- і мікроелементів. Харчування дітей шкільного віку безпосередньо пов'язане зі станом їх здоров'я. У першу чергу, це обумовлено тим, що всі нутрієнти, які знаходяться в продуктах, відіграють значну роль у зростанні й розвитку школярів (рис 1).

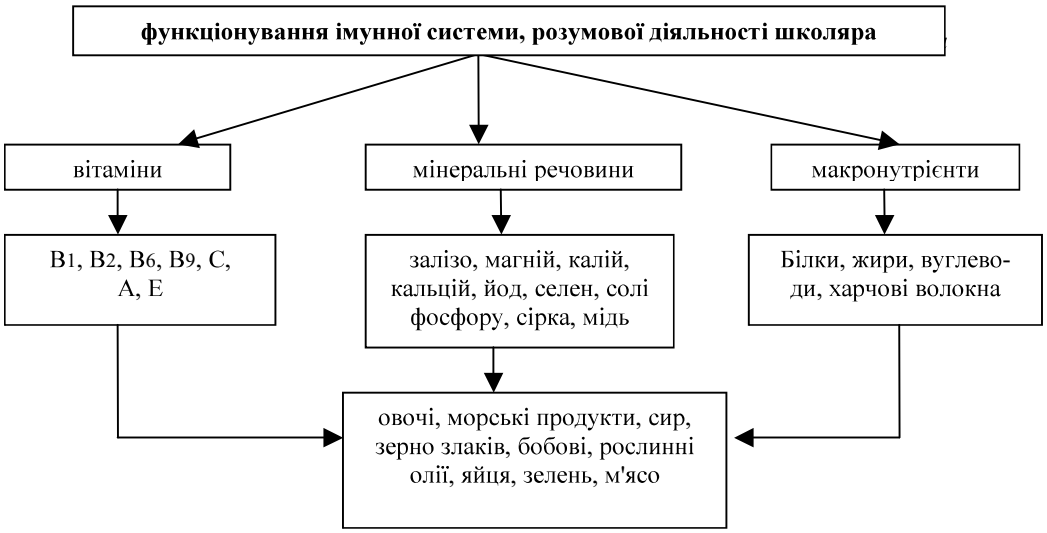


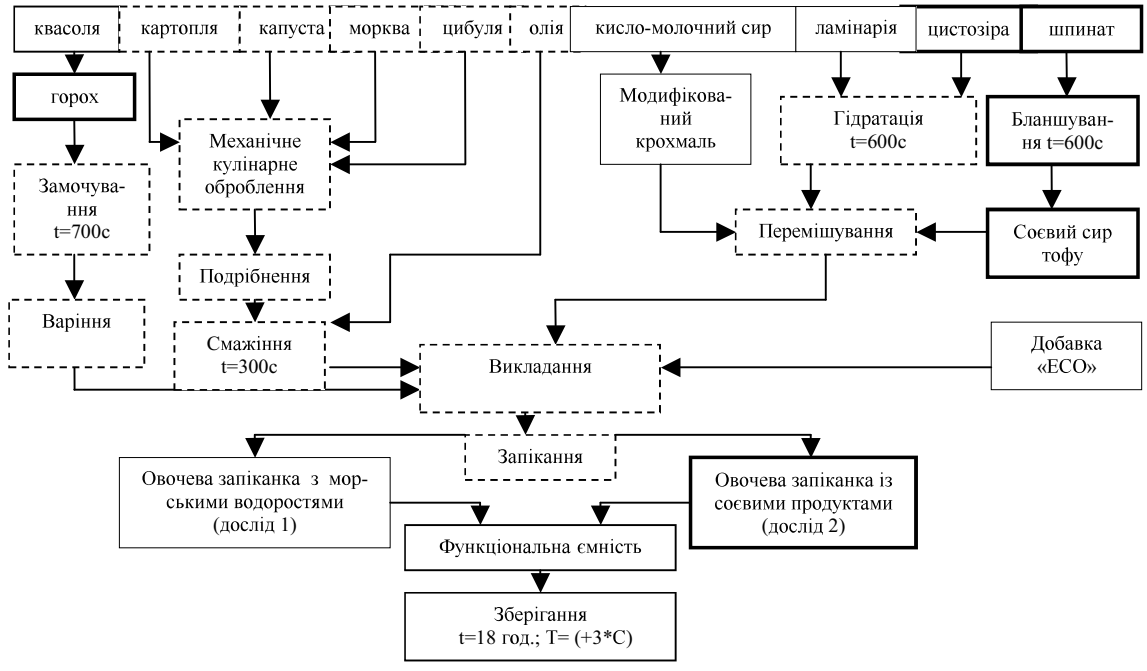
Рис. 1 – Забезпеченість розвитку дітей шкільного віку

Мета роботи: розроблення овочевих страв функціонального призначення для харчування школярів.

Об'єкт дослідження: технологія овочевої запіканки для дітей шкільного віку.

Предмет дослідження: овочева запіканка функціонального призначення на основі зернобобових із додаванням продуктів переробки морських водоростей.

Для дослідження взято овочеві запіканки (рецептура № 138, № 311 «Сборник рецептур блюд для питания школьников»). Для проведення досліджень використано: зернобобові (квасоля, горох), білково-жирова добавка «Eco», крохмаль Hi-Maze 260, продукти переробки морських водоростей, кисломолочний сир та соєвий сир тофу в поєднанні зі шпинатом (рис. 2).



----------	*Спільні технологічні операції*
————	*Технологія овочевої запіканки з морськими водоростями*
▬▬▬	*Технологія овочевої запіканки із соєвими продуктами*

Рис. 2 – Технологічна схема приготування овочевої запіканки функціонального призначення

Запропонований спосіб приготування овочевої запіканки на основі зернобобових дозволяє отримати продукт з високими споживчими властивостями, підвищеною харчовою цінністю, покращення вмісту макро- та мікроелементів, вітамінів, харчових волокон порівняно з традиційною овочевою стравою (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз хімічного складу овочевої запіканки

Поживні речовини	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Різниця, %	
				Дослід 1	Дослід 2
Білки, г	5,40	16,95	28,67	+314,0	+531,0
Жири, г	12,34	13,21	19,19	+107,0	+156,0
Вуглеводи, г	19,34	61,31	60,76	+317,0	+314,2
Харчові волокна, г	2,69	13,46	6,10	+500,3	+227,0
Мінеральні речовини, мг					
Калій	732,56	1145,28	1618,01	+156,3	+221,0
Кальцій	74,03	440,46	441,57	+595,0	+596,5
Магній	62,19	161,66	232,84	+260,0	+374,4
Фосфор	117,69	342,12	435,96	+290,7	+370,4
Залізо	1,65	11,71	13,79	+709,7	+836,0
Йод	9,740	62,490	24,98	+641,6	+256,5
Селен	1,570	12,210	18,57	+777,7	+1183,0
Цинк	3,64	5,225	5,764	+143,5	+158,3
Вітаміни, мг					
B_1	0,130	0,305	1,320	+234,6	+1015,4
B_2	0,100	0,165	1,240	+165,0	+1240,0
B_6	0,374	1,044	0,840	+279,1	+224,6
B_9	19,39	54,15	52,84	+279,3	+272,5
C	41,450	33,150	29,65	+799,0	+71,53

Дослідження показали, що використання зернобобових сприяє підвищенню вмісту білків у 3,2 рази, жирів у 1,2, вуглеводів у 2,3, вітамінів групи В у 2,6. Важливо те, що їх білки є повноцінними за амінокислотним складом і значно краще засвоюються організмом, ніж білки злакових культур. Особливістю зернобобових є їх багатий мінеральний склад: калій збільшено в 2,3 рази, фосфор в 2,4, цинк в 2,1.

З метою структуроутворення при приготуванні запіканки використано натуральний харчовий високоамілозний крохмаль Hi-Maize 260, який є джерелом харчових волокон (60 % на суху речовину), що позитивно впливає на об'єм готової страви та збільшує кількість харчових волокон у 4,6 рази.

За рахунок використання рослинної сировини – морських водоростей ламінарії (дослід 1) та цистозіри (дослід 2) значно покращується вміст йоду в 5 разів, заліза в 4, кальцію та магнію в 3,5 і 4 рази.

Доцільність поєднання соєвого сиру тофу зі шпинатом (дослід 2) підвищує вміст селену в 6 разів, фолієвої кислоти в 2,8, підвищується вміст білків, незамінних амінокислот, мінеральних та інших біологічно активних речовин.

Відповідно до загальних норм харчування школярів проведено аналіз забезпечення добової потреби білками (дослід 1–22 % і дослід 2–28 %), жирами (20 і 29), вуглеводами та харчовими волокнами (50 і 28) Виявлено, що в дослідах порівняно з контролем , значно виріс рівень вмісту поживних речовин (рис. 3).

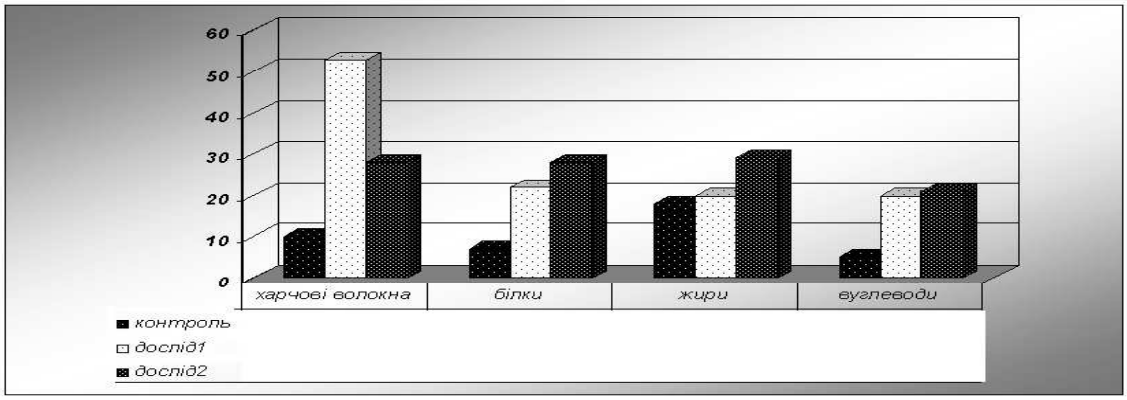


Рис. 3 – Забезпечення добового раціону харчовими речовинами, %

Проаналізовано забезпечення добового раціону мінеральними речовинами (20–80%) та вітамінами (22–86 %), аналіз показав вагому різницю зростання вмісту поживних речовин страв проведених дослідів відповідно до контролю (рис. 4).

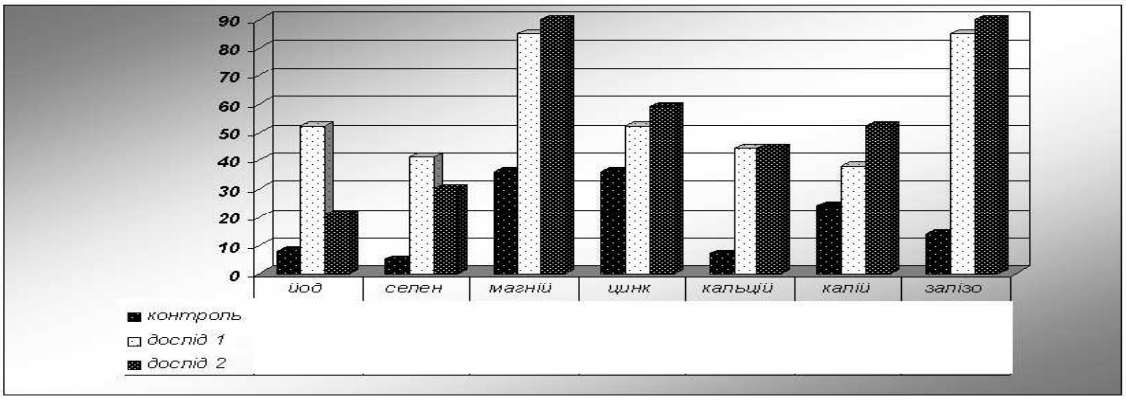


Рис 4 – Забезпечення добового раціону мінеральними речовинами, (%)

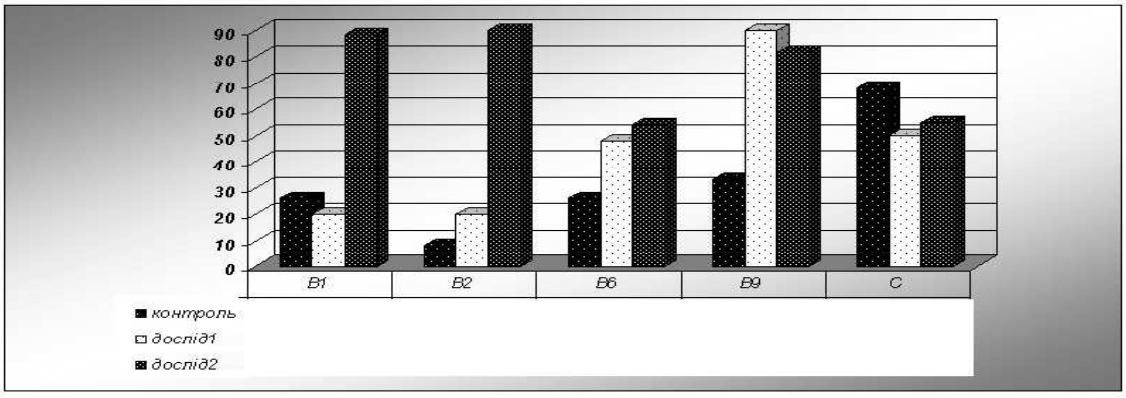


Рис. 5 – Забезпечення добового раціону вітамінами, %

Результати досліджень показали, що розроблені продукти за рахунок підвищеного вмісту білків, незамінних амінокислот, мінеральних та інших біологічно активних речовин сприятимуть покращенню функціонування розумової та імунної системи дітей шкільного віку.

Аналіз проведених досліджень дає підставу стверджувати про функціональну направленість розроблених продуктів, що дозволяє використовувати їх у раціонах шкільного харчування. Соціальний ефект від впровадження розробленого продукту полягає у забезпеченні школярів кулінарною продукцією функціонального призначення.

Резюмуючи вищевикладене, варто зазначити, що використання продуктів нового покоління, екологічно чистої сировини, раціональне поєднання їх гарантує повноцінне забезпечення харчовими та біологічно активними речовинами всіх життєво важливих систем зростаючого організму.

Література

1. Збірник рецептур страв для шкільного харчування. – К.: Техніка, 1986. – 407 с.
2. Касьянов Г. Ч. Технология продуктов питания для детского питания / Г. Ч. Касьянов. – Ростов н/Д : МаРТ, 2001. – 256 с.
3. Скурихин И. М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания : справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян, 2007. – 276 с.
4. Постанова КМ України від 22 лист. 2004 р. № 1591 „Про затвердження норм харчування у навчальних та оздоровчих закладах” zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=**1591**-2004. ttp://www.google.com/search?q

УДК 664:542.69:621.867.4

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ОВОЩНЫХ ПЮРЕ

Остриков А. Н., д-р техн. наук, профессор, Веретенников А. Н.
Воронежская государственная технологическая академия, г. Воронеж

Разработана высокоэффективная технология производства овощных пюреобразных концентратов методом двухстадийного выпаривания. Полученные кинетические закономерности процесса концентрирования исследуемых видов овощных пюре позволили выявить динамику изменения температуры пюре и величины разряжения в вакуум-камере. Установлено, что суммарная антиоксидантная активность концентрированных овощных пюре больше, чем свежих пюре. Выявлено, что полученные пюреобразные концентраты обладают высокой биологической, пищевой и энергетической ценностью, хорошими потребительскими свойствами. Разработана оригинальная конструкция вакуум-выпарного аппарата для реализации предлагаемой технологии.

High-performance technology of vegetable puree concentrates production by two-phase vaporizing was developed. Obtained kinetic regularities of concentrating process of observable kinds of vegetable purees allowed to reveal dynamics of puree temperature changes and bulk of exhaustion in the vacuum-chamber. It is ascertained that vegetable puree total antioxidant activity is higher than fresh puree one. It is revealed that obtained puree concentrated possess high biological, nutritive and food value, good consumer properties. Original construction of vacuum-vapor device for suggested technology implementation is developed.

Ключевые слова: вакуум-выпаривание, пюреобразные концентраты, вязкость, теплофизические характеристики, аппарат

Правильно организованное, сбалансированное по важнейшим компонентам питание обеспечивает высокий уровень иммунологической способности организма человека. Для коррекции рациона питания по витаминному и минеральному составу рекомендуется использовать концентрированные овощные пюре. В овощах содержится большое количество углеводов, которые представлены различными сахарами. Важными углеводами овощей являются клетчатка, пектины. Богаты овощи органическими кислотами, которые усиливают секрецию пищеварительных желез и их ферментативную активность. Овощи обладают также фитонцидными свойствами. В овощах содержится много аскорбиновой кислоты, рутина, фолиевой кислоты, тиамина и других водорастворимых витаминов [1].

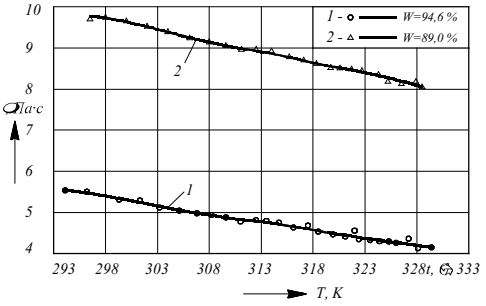


Рис. 1 – Зависимость изменения динамической вязкости патиссонового пюре от температуры при различной влажности, *W*, %

Экспериментальные исследования овощей семейства тыквенных как объекта изучения с применением синусоидального вибровискозиметра SV-10 (Япония) для определения динамической вязкости исследуемых пюре при следующих режимах выпаривания: температура вертикальной стенки вакуум-камеры T – 289,3…327,3 К, влажность пюре W – 94,7…87,3 % показали, что динамическая вязкость овощных пюре имеет тенденцию к снижению по линейному закону при повышении температуры. Полученные зависимости (рис. 1) показывают качественное поведение пюре, классифицируемое в реологии как аномальное (неньютоновское), а именно псевдопластическую жидкость.

Таким образом, овощные пюре можно отнести к аномальновязким дисперсным системам, поведение которых описывается степенным уравнением Оствальда де Виля, а их температурная зависимость вязкости выражается с помощью уравнения Френкеля – Эйринга.

Для правильной организации процесса концентрирования методом сброса давления с последующим увариванием необходимо выявить характер изменения теплофизических характеристик овощных пюре семейства тыквенных. Определение зависимости теплофизических характеристик и плотности исследуемых видов овощных пюре проводилось на измерительной установке Cossfield RT-1394H (National Instruments).

Зависимости теплофизических характеристик (коэффициентов теплопроводности, температуропроводности и теплоемкости) от температуры исследуемых пюре (рис. 2) носят линейный характер и с повышением температуры увеличиваются. Выявлено, что влажность оказывает большее влияние на исследуемые теплофизические характеристики, чем температура.

Экспериментальные исследования процесса концентрирования овощного сырья в условиях вакуума проводились на специально сконструированной установке, которая включала в себя автоклав, вакуум-камеру, змеевиковый теплообменник, сборник конденсата, вакуум-насос, станину, пульт управления со средствами измерения и регулирования режимных параметров для контроля и управления процессом концентрирования.

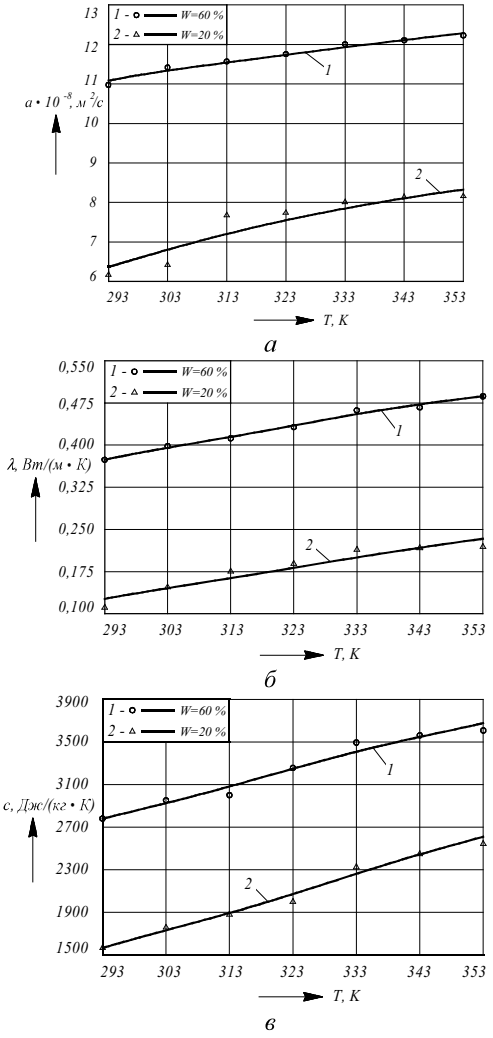


Рис. 2 – Зависимость коэффициента температуропроводности (*а*), теплопроводности (*б*) и удельной теплоемкости (*в*) тыквенного пюре от температуры при влажности *W* = 20 % и *W*

Подготовка сырья включала в себя мойку, чистку и удаление плодоножек, резание на куски размером 25×30×30 мм, варку или бланширование (при необходимости), а также двукратное измельчение – до размера частиц 5 мм в шнековом измельчителе, а затем «тонкое» измельчение на коллоидной мельнице КМ-100 до конечного размера частиц 0,3…0,5 мм. После измельченное сырье загружалось в автоклав, в котором осуществлялось кратковременное нагревание исходного пюре до температуры 384…400 К и давления 0,15…0,25 МПа.

Далее пюре распыливалось с помощью сопловой форсунки (d=1,2÷2 мм) в вакуум-камере. В результате резкого перепада температуры и давления в вакуум-камере ($P_{в.кам}$= 4÷5,5 кПа) происходило мелкодиспергированное распыление продукта, сопровождающееся мгновенным испарением части влаги, содержащейся в пюре в перегретом состоянии – I стадия. Затем капельки пюре достигали вертикальной стенки вакуум-камеры и оседали на ней, образуя пленку продукта, постепенно стекающую вниз по стенке под действием сил тяжести – II стадия.

Интенсивность испарения влаги из пюре определяется диапазоном изменения величины разряжения и температуры, испаряемых из вакуум-камеры паров при различных режимах распыливания пюре.

Выявлено, что процесс выпаривания влаги из стекающей вниз по вертикальной стенке вакуум-камеры пленки пюре при минимально допустимом разложении термолабильных веществ происходил при температуре стенки вакуум-камеры 308…313 К – для тыквенного пюре, 318…328 К – для кабачкового и 308…318 К – для патиссонового пюре при величине разряжения в вакуум-камере 4…7,8 кПа, 4…12,8 кПа и 4…9 кПа соответственно.

Исследования, проведенные при различных режимах процесса концентрирования тыквенного и кабачкового пюре (давление в автоклаве, давление в вакуум-камере, температура стенки вакуум-камеры, диаметр сопловой форсунки) показали существенное влияние этих параметров. Так, при изменении температуры нагрева пюре на вертикальной стенке вакуум-камеры (рис. 3) с 35,3 до 40,6 °С количество выпариваемой влаги из тыквенного пюре увеличилось в 1,4 раза, а с увеличением температуры термостатирования стенки с 45,1 до 50,3 °С для кабачкового пюре и с 40,5 до 45,8 °С для пюре из патиссонов количество выпариваемой влаги увеличилось в 1,5 и 1,86 раза соответственно.

По кривым скорости испарения паров (рис. 4), полученным путем графического дифференцирования зависимостей изменения массы испаряемых паров от времени, видно, что в начале первой стадии происходит резкое увеличение скорости испарения паров. Причем величина максимальной скорости испарения паров приходится на середину периода распыливания. После окончания распыливания пюре проис-

ходит значительное снижение скорости испарения паров, это объясняется уменьшением поверхности парообразования.

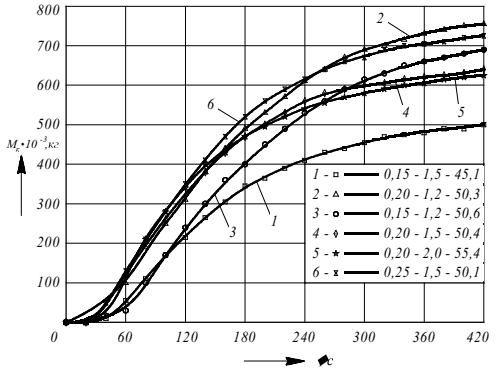


Рис. 3 – Зависимость изменения массы испаряемых паров от времени при выпаривании кабачкового пюре

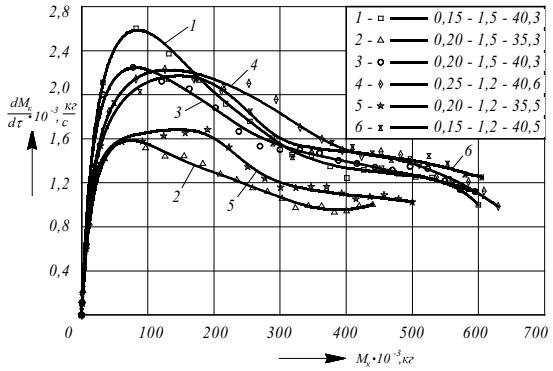


Рис. 4 – Кривые скорости испарения отбираемых из вакуум-камеры паров при выпаривании тыквенного пюре

Таким образом, установлено что, изменяя температуру стенки вакуум-камеры, можно интенсифицировать процесс концентрирования пюре из кабачков, тыквы и патиссонов. Следует отметить, что чрезмерное увеличение давления в автоклаве, а также температуры стенки вакуум-камеры значительно влияет на качество конечного продукта. Полученные кинетические зависимости легли в основу выбора рационального баротермического режима с целью сохранения высокого качества готового пюре.

С помощью анализатора антиоксидантной активности «Цвет Яуза-01-АА» была определена суммарная антиоксидантная активность вытяжек свежих и концентрированных пюре из тыквы, кабачков и патиссонов [2]. По результатам, приведенным в таблице 2, видно, что суммарная антиоксидантная активность концентрированных тыквенного и кабачкового пюре больше антиоксидантной активности соответствующих свежих (исходных) пюре, это связано с различиями в количественном и качественном фракционном составе объектов исследования.

Таблица 2 – Результаты расчетов суммарной АОА овощных пюре по аскорбиновой кислоте

Продукт		Аскорбиновая кислота		
		Концентрация по графику	Суммарная АОА, мг/г	на 100 г продукта
Кабачки	свежее пюре	4,02	0,05	4,9
	концентрированное пюре	10,35	0,26	25,8
Тыква	свежее пюре	7,50	0,51	50,5
	концентрированное пюре	12,74	0,87	87,1
Патиссон	свежее пюре	8,65	0,08	8,4

Проведенные исследования химического состава исходного и концентрированного кабачкового и патиссонового пюре (табл. 3), определение содержания микро- и макроэлементов, незаменимых аминокислот, витаминов показывает более высокое содержание ценных термолабильных веществ в концентрированных пюре кабачков и патиссонов.

Исследование химического состава и определение показателей качества исходных и концентрированных пюре из тыквы, кабачков и патиссонов доказывает целесообразность применения двухстадийного процесса концентрирования с использованием щадящих технологических режимов для сохранности таких важных микроэлементов как натрий, калий, кальций, магний, железо; витаминов (С, B_1, B_2 и т.д.); незаменимых аминокислот; углеводов и других термолабильных веществ.

Рассмотрена возможность применения концентрированного тыквенного пюре в производстве хлеба. Экспериментальные исследование влияния дозировки тыквенного пюре на свойства пшеничного теста и качество готового хлеба с использованием ряда современных методик исследования и лабораторного оборудования показывают целесообразность использования рецептурного компонента – тыквенного пюре при дозировке 6 % (при влажности 82,3 %), обеспечивающей получение готовых изделий с наилучшими потребительскими показателями качества и повышенной пищевой ценности.

Таблица 3 – Химический состав исходного и концентрированного кабачкового и патиссонового пюре

Измеряемые параметры	Ед. изм.	Пюре из кабачков		Пюре из патиссонов	
		исход-ное	концентри-рованное	исход ное	концентри-рованное
Общая влага	%	82,31	59,47	91,56	72,49
Массовая доля сырого протеина	%	0,76	1,26	0,81	1,31
Углеводы	%	4,31	19,87	5,16	20,02
Содержание NO^{3-}	мг/кг	52,30	63,12	57,12	67,47
Натрий (Na)	мг %	179,63	212,50	185,89	216,52
Калий (K)	мг %	236,32	256,63	242,15	287,32
Кальций (Ca)	мг %	14,91	16,98	16,01	17,05
Магний (Mg)	мг %	9,10	10,89	9,89	11,02
Железо (Fe)	мг %	0,41	0,56	0,39	0,98
Фосфор (P)	мг %	11,87	14,32	34,56	49,12
Валин	мг/100 г	78,9	108,73	68,9	109,74
Изолейцин	мг/100 г	12,7	17,02	11,9	18,89
Лейцин	мг/100 г	6,44	8,49	6,76	9,56
Лизин	мг/100 г	161,4	223,65	179,82	231,02
Метионин + цистин	мг/100 г	24,6	32,91	19,56	29,14
Треонин	мг/100 г	11,7	15,64	12,32	16,02
Фенилаланин + тирозин	мг/100 г	34,2	45,73	37,42	47,89
Тиамин (B_1)	мг%	0,021	0,032	0,034	0,046
Рибофлавин (B_2)	мг%	0,019	0,030	0,028	0,036
Витамин С	мг%	15,610	19,920	19,654	29,321
Ниацин (РР)	мг%	0,012	0,023	0,104	0,241

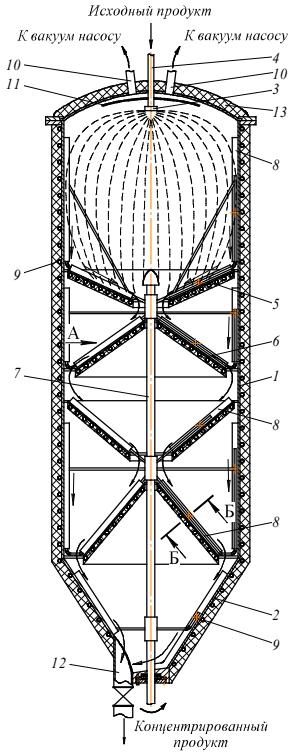


Рис. 5 – Вакуум-выпарной аппарат

По результатам исследований предложена перспективная конструкция вакуум-выпарного аппарата (рис. 5), позволяющая интенсифицировать процесс выпаривания за счет кратковременного протекания процесса; повысить качество овощных пюре за счет использования «мягких» технологических режимов, снизить энергозатраты и повысить производительность.

Выводы. В результате проведенных исследований была разработана высокоэффективная технология производства овощных пюреобразных концентратов методом двухстадийного выпаривания. Полученные кинетические закономерности процесса концентрирования исследуемых видов овощных пюре позволили выявить динамику изменения температуры пюре и величины разряжения в вакуум-камере. Установлено, что суммарная антиоксидантная активность концентрированных овощных пюре больше, чем свежих пюре. Выявлено, что полученные пюреобразные концентраты обладают высокой биологической, пищевой и энергетической ценностью, хорошими потребительскими свойствами. Разработана оригинальная конструкция вакуум-выпарного аппарата для реализации предлагаемой технологии.

Литература

1. Вертяков, Ф. Н. Производство концентрированных фруктовых и овощных пюре [Текст] / Ф. Н. Вертяков, А. Н. Остриков. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. – 452 с.
2. Остриков, А. Н. Исследование антиоксидантной активности овощных пюре [Текст] / А. Н. Остриков, А. Н. Веретенников // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 4 (31). – С. 203-207.

УДК 664:613.2:006.015.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ЛАМІНАРІЇ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ І ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СОУСУ ЧЕРВОНОГО ОСНОВНОГО

Калугіна І.М., канд. техн. наук, доц., Москвічова О.М., студентка
Одеська національна академія харчових технологій

У статті наведено результати досліджень впливу введення функціональної добавки на основі морської водорості ламінарії на органолептичні і фізико-хімічні показники соусу червоного основного. Розглянуто можливість використання продукту з добавкою у лікувально-профілактичному харчуванні.

The results of the research into influence of functional add prepared on laminaria's base upon sensory and physical-and-chemical indices of red basic sauce are given in the report. The possibility of product with adding of laminaria being used in the medical and profitable feed is examined.

Ключові слова: проблема йододефіциту, функціональна добавка на основі ламінарії, соус червоний основний, вміст сухих речовин, кислотність, густина, плинність маси, поглинальна здатність.

Протягом останнього десятиріччя населення нашої країни гостро відчуває дефіцит йоду. Це спостерігається у зростанні кількості людей із захворюваннями щитовидної залози. Основною причиною є недостатній вміст йоду у навколишньому середовищі і продуктах харчування.

Добова потреба йоду дорослої людини коливається у межах 50-200 мкг. Вона повністю забезпечується при нормальному збалансованому харчуванні за рахунок продуктів рослинного і тваринного походження. Лише невелика частина йоду (близько 5-10 %) поступає з водою. Вміст йоду у звичайних харчових продуктах невеликий – 4-15 мкг%. Найбільш високий вміст йоду в морських водоростях: у морській капусті в залежності від виду і строків збору – 50-70 мкг% [1,4,5].

Вирішити проблему йододефіциту в населення України можливо шляхом створення нових продуктів харчування, що вміщують йод у вигляді йодату або йодиду калію. Але для функціонального стану щитовидної залози необхідна певна органічо зв'язана форма йоду. Експерименти показали, що йод морепродуктів краще засвоюється організмом людини, ніж введений у вигляді хімічних сполук [6].

Морські водорості є найбільш цінною сировиною для отримання біологічно активних добавок, оскільки містять комплекс життєво важливих, необхідних для людини органічних і мінеральних речовин. У ламінарії японській значно більше йоду, ніж в інших гідро біонтах, і він знаходиться в легкозасвоюваній біогенній формі: у вигляді йодидів (40-90 %) і йодоорганічних сполук, таких як йод тирозин та ін. До хімічного складу водоростей також входять високомолекулярні полісахариди (основним чином солі альгінової кислоти), аламінарин (до 21 %), альгінова кислота (до 25 %), маніт (до 21 %), фруктоза (до 4 %), вітаміни B_1, B_2, B_{12}, A, C, D, E. Водорості в більшій мірі, ніж інші живі морські організми, володіють здатністю добувати з морської води і акумулювати численні елементи. За вмістом багатьох хімічних елементів водорості значно переважають наземні рослини. Так, бору у водоростях в 90 разів більше, ніж у вівсі, в 4-5 разів більше, ніж у картоплі і буряку. Мінеральні речовини водоростей в основному (75-85 %) представлені водорозчинними солями калію і натрію (хлориди, сульфати). Міститься досить велика кількість кальцію: в 100 г морської капусти – 155 мг. У сухих водоростях міститься у середньому 0,43 % фосфору, тоді як у сушеній картоплі і сушеній моркві його майже вдвічі менше [2, 3].

Застосування ламінарії з лікувальними і профілактичними цілями у світі дуже велике. Крім лікування і профілактики захворювань щитовидної залози, ламінарію використовують у кардіології при лікуванні атеросклерозу завдяки її антисклеротичному ефекту. Речовини, що входять до складу водорості, здатні чинити оздоровчий вплив на організм людини. Альгінова кислота має унікальну здатність поглинати токсини з організму, зв'язувати радіонукліди і виводити їх з організму [1].

Об'єктом представлених досліджень було обрано соус червоний основний, в який вводилася функціональна добавка з ламінарії у вигляді відвару разом з пюреподібною масою замість рибного бульйону, на основі якого готували соус. Було проведено ряд дослідів для визначення оптимальної рецептури нового продукту. Добавка ламінарії вводилася до соусу червоного основного із заміною 25 %, 50 %, 75 % рибного бульйону і його повною заміною.

Дослідження органолептичних показників зразків показало, що у соусах з добавкою відчувається більш чітко виражений присмак та аромат морепродуктів.

Було проведено дослідження фізико-хімічних властивостей зразків соусу з добавками ламінарії, а саме вміст сухих речовин, кислотність, густина і плинність маси.

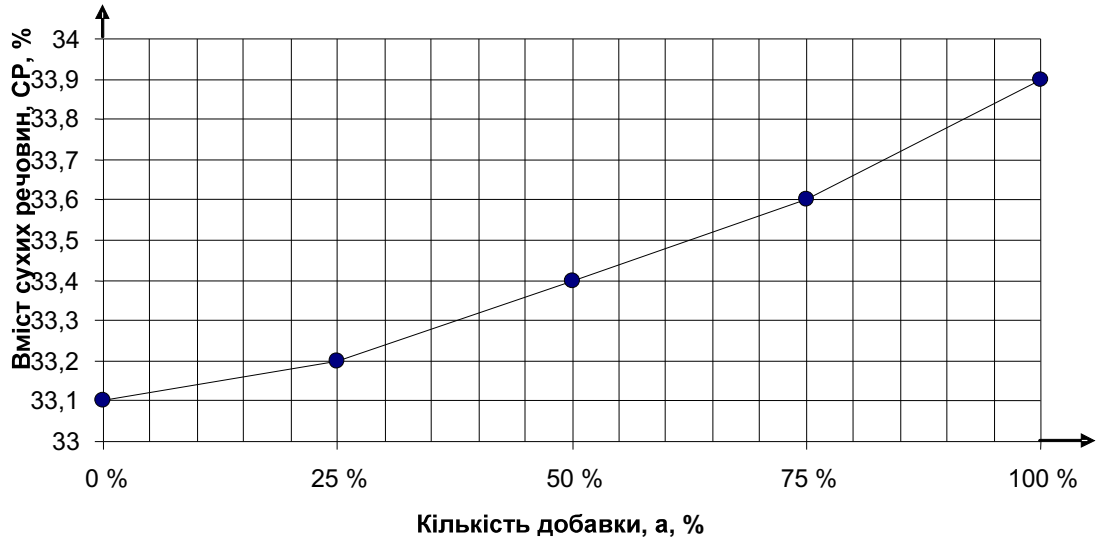


Рис. 1 – Залежність вмісту сухих речовин СР (%) соусу від кількості добавки ламінарії а (%)

Аналізуючи рисунок 1, бачимо, що вміст сухих речовин зразків при збільшенні відсотка добавки збільшується. Це можна пояснити тим, що в рецептурі соусу збільшується вміст сухих речовин пюреподібної маси ламінарії.

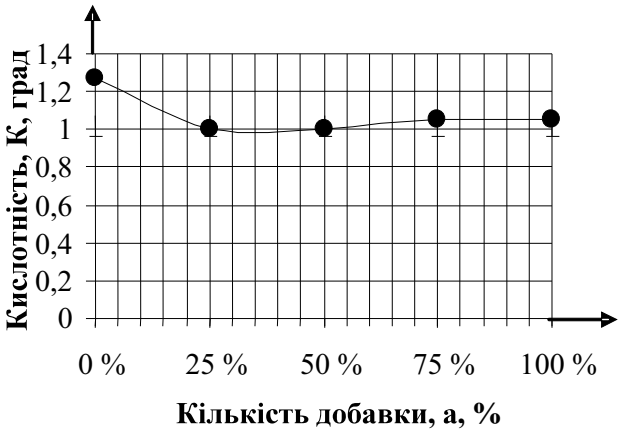


Рис. 2 – Залежність титрованої кислотності К (град) соусу від кількості добавки ламінарії а (%)

З рисунка 2 видно, що із введенням добавки ламінарії титрована кислотність соусів знижується у порівнянні з контрольним зразком.

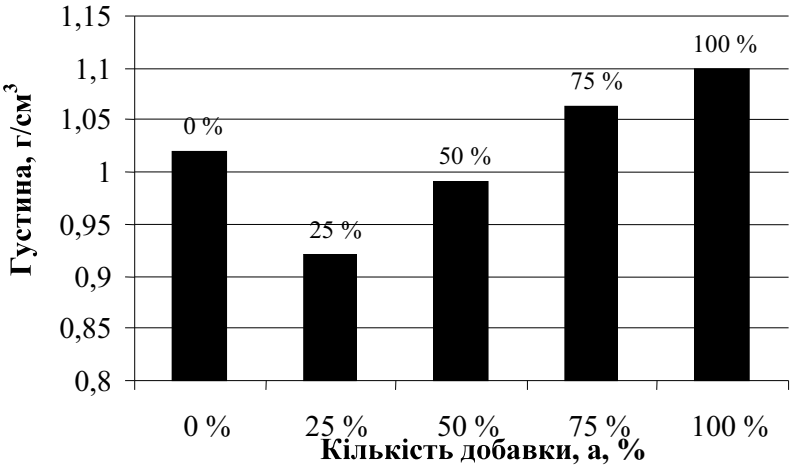


Рис. 3 – Залежність густини ρ (г/см^3) соусу від кількості добавки ламінарії а (%)

Густина зразків при збільшенні відсотка добавки збільшується завдяки поглинальній здатності альгінатів, які входять до складу морської капусти.

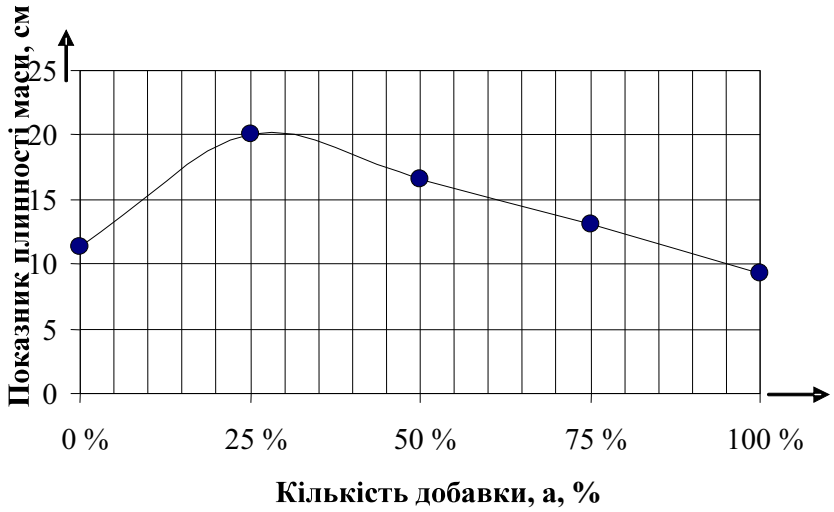


Рис. 4 – Залежність показника плинності маси соусу (см) від кількості добавки ламінарії а (%)

Проаналізувавши рисунок 4, можна зробити висновок, що із введенням добавки ламінарії в кількості 25 % показник плинності маси соусу росте, а зі збільшенням вмісту добавки зменшується. Цю властивість можна пояснити поглинальною здатністю водорості.

На основі проведених дослідів була розроблена технологія виробництва соусу червоного основного з повною заміною рибного бульйону на відвар з морської водорості ламінарії. На рисунку 5 наведена функціональна схема виробництва соусу червоного основного з ламінарією.

Отже, на підставі проведених дослідів можна зробити висновок, що введення добавки ламінарії несуттєво змінює фізичні і структурно-механічні показники соусу червоного основного і не потребує змін у

технологічному процесі виробництва. Завдяки використанню добавки морських водоростей мо-жна розширити асортимент страв «здорового» харчування з підвищеною харчовою і біологічною цінністю.

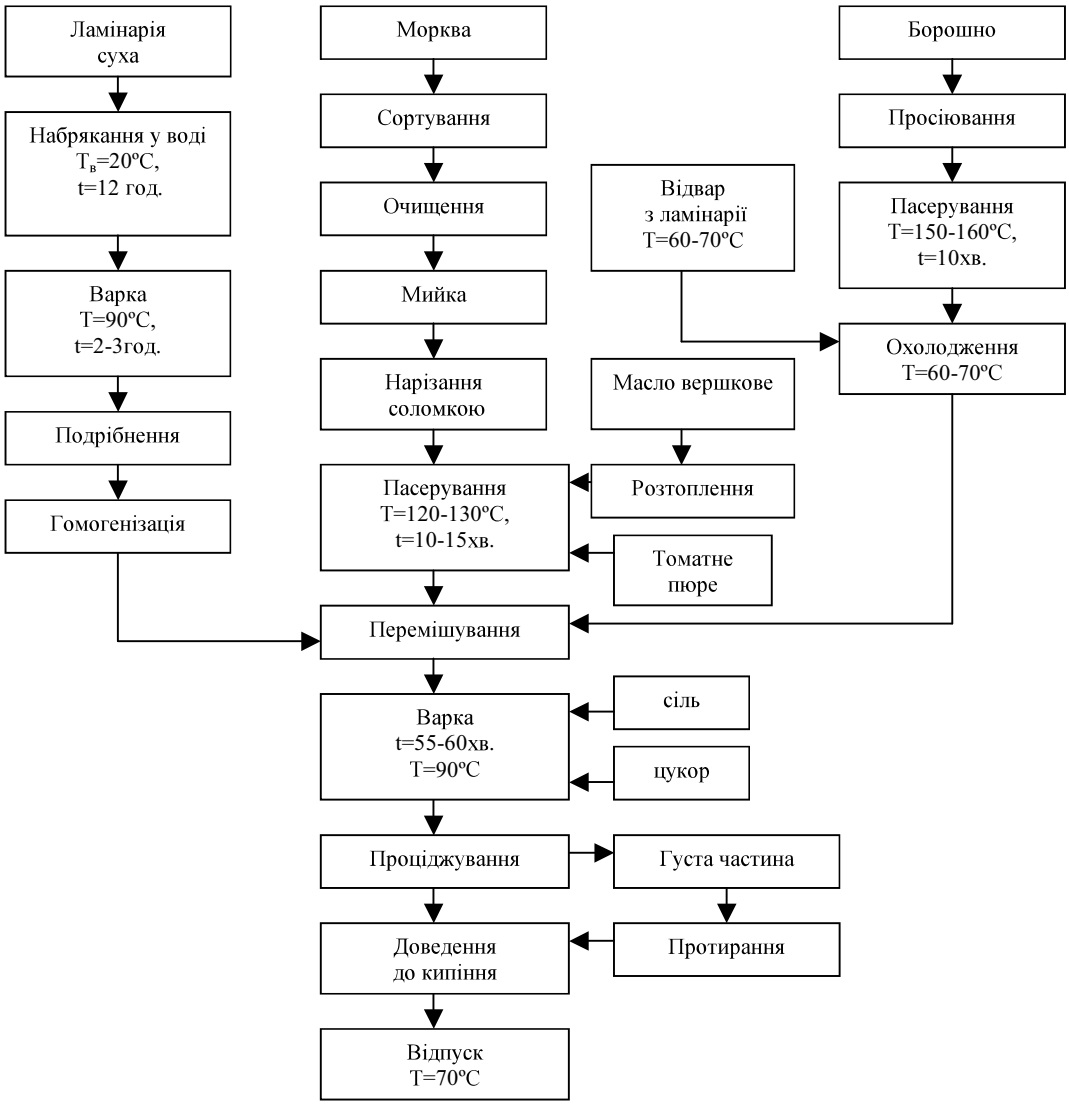


Рис. 5 – Функціональна схема виробництва соусу червоного основного з ламінарією

Література

1. Кизеветтер И.В., Грюнер В.С., Евтушенко В.А. Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений. – М.: Пищевая промышленность. – 1987.
2. Казьмин В.Д. Морские сокровища. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 138 с.
3. Соколов С.Я., Замотаев И.П. Справочник по лекарственным растениям (фитотерапия). – М.: Недра, 1987. – 512 с.
4. Добродеева Л.К. Лечебные препараты водорослевого происхождения. – Архангельск, 1997. – 24 с.
5. Сухинина С.Ю., Бондарев Г.И. Йод и его значение в питании человека // Вопросы питания. – 1995. – №3. – С.12-15.
6. Амініна Н.М., Вишневська Т.І. Склад йодовмісних екстрактів з ламінарії японської //Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – №1. – С.24-27.

УДК 664.8.031

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ МОРКВИ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ПІСЛЯ ОБРОБКИ ЕЛЕКРОХІМІЧНО-АКТИВОВАНОЮ ВОДОЮ

Широкий Є.І., канд. хім. наук, доцент, Стоянова О.В., канд. техн. наук, доцент,
Короленко В.О., канд. техн. наук, доцент, Куліш О.М., інженер
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон

Наведено результати досліджень щодо зберігання моркви сорту «Каротель» із застосуванням обробки електрохімічно-активованої води з метою зменшення втрат і продовження сезону переробки консервних підприємств.

Results of investigation in keeping "carotel" carrot using electrically and chemically activated water processing method are given. The method is employed to decrease wastes and to lengthen processing period at can enterprises.

Ключові слова: морква, холодильне зберігання, електрохімічно-активована вода, обробка, хімічний склад.

Для переробки сировини в міжсезонний період консервні заводи зберігають у свіжому вигляді великі маси рослинної сировини. Зберігання рослинної сировини пов'язане зі зміною як її кількості, так і якості, що для консервної промисловості особливо важливо, адже якість сировини безпосередньо впливає на якість консервованих продуктів. Актуальним залишається визначення препаратів (фунгіцидів) для обробляння моркви перед закладанням на зберігання [1-3]. З літературних джерел встановлено, що питання зберігання моркви залишається проблематичним, тому вивчення способів обробки сировини є актуальним.

Постановка проблеми. Потребує вивчення вплив обробки моркви ЕХА водою на інтенсивність проростання моркви, а також пригніченні розвитку патогенних грибів при довгостроковому зберіганні в умовах холодильника.

Стан вивчення проблеми. Наявні в наш час способи боротьби з грибами – збудниками хвороб сільськогосподарських культур, що наведені, наприклад, в [3], недостатньо ефективні й тягнуть за собою негативні екологічні наслідки. В той самий час із літературних джерел відомо, що так званий аноліт, одержаний електрохімічною активацією (ЕХА) води, пригноблює ріст рослин і володіє фунгіцидними властивостями щодо багатьох видів грибів – збудників хвороб сільськогосподарських культур. ЕХА вода широко використовується у медицині, промисловості, сільському господарстві. Це економічно вигідна, ефективна і, головне, екологічно чиста технологія. Багато авторів досліджували фізичні методи активації води, що дозволило їм зробити висновок про ефективність цих методів [7-8].

Мета дослідження. Метою дослідження є вивчення впливу обробки моркви ЕХА на збережність (проростання і пошкодження мікроорганізмами) в умовах холодильного зберігання. Для досягнення мети були поставлені основні завдання:

дослідження впливу обробки моркви ЕХА водою на інтенсивність проростання;

дослідження зміни маси, вмісту сухих речовин каротину, вітаміну С при довгостроковому зберіганні моркви після її обробки ЕХА водою;

дослідження впливу обробки моркви ЕХА водою на обнасінення мікроорганізмами та їх розвиток при довгостроковому зберіганні.

Об'єктом дослідження була взята морква сорту «Каротель», аноліт і католіт з такими характеристиками, аноліт: pH 3,5-4, окисно-відновний потенціал (ОВП) +980…+1100 мВ, вміст активного хлору 110…130 мг/дм^3; католіт: pH 10 – 10,4, ОВП –750…–800 мВ. Електроактивовану воду одержували на лабораторній установці з графітовими електродами з питної води, яка мала такі характеристики: pH 7,5, Ca^{2+} – 2,8 мг-екв/дм^3, Mg^{2+} – 0,98 мг-екв/дм^3, HCO^-_3 – 3,8 мг-екв/дм^3, Cl^- – 150 мг/дм^3; pH і ОВП вимірювали на іономірі ЕВ–127. Зберігання моркви проводили в холодильнику при температурі +1…+3 ºС у відкритих поліетиленових пакетах з товщиною плівки 30 мкм і вологістю 92…95 %. Строк закладання – листопад (18.11.09), одразу після збирання з поля до квітня (21.04.10).

Мікробіологічний контроль проводився шляхом висіву проб з поверхні моркви на тверде поживне середовище – м'ясо-пептонний агар і витримкою їх у термостаті при температурі 30 ^oC 7 днів для виявлення патогенних грибів.

Перша партія моркви була розділена на дві частини. Перша частина оброблена анолітом 20 хв (зразок 1), друга – анолітом 20 хв, а потім католітом 5 хв, (зразок 2). Моркву було розділено на 2 партії, у першій

партії досліджувався вплив живої і мертвої води на проростання моркви і патогенні гриби, у другій – залежність проростання моркви і ступеня повторного враження моркви патогенними грибами при зберіганні від тривалості обробки моркви ЕХА водою.

Друга партія також була розділена на дві частини. Перша частина оброблена анолітом 30 хв (зразок 3), друга – 10 хв (зразок 4). Разом з дослідними зразками було закладено на зберігання контрольний зразок (контроль). Кожен місяць проводилось контрольне зважування проб, візуальний огляд коренеплодів, мікробіологічний контроль поверхні моркви, визначення вмісту вітаміну С.

Таблиця № 1 – Мікробіологічні і візуальні спостереження

	Мікробіологічні спостереження	Візуальні спостереження
	I партія	
Зразок 1. Морква, оброблена анолітом (20 хв)	Коки в пригніченому стані менше 10 одиниць у 2-3 полях зору	Майже незмінний початковий стан моркви, поверхня гладка, без зморшок.
Зразок 2. Морква оброблена анолітом (20 хв), а потім католітом (5 хв)	Коки, паличкоподібні бактерії, ланцюги коків	Наявність повітряних коренів, листя, що проросло, зморшкувата поверхня
	II партія	
Зразок 3. Морква, оброблена анолітом (30 хв)	Коки в пригніченому стані менше 10 одиниць у 2-3 полях зору	Незмінний початковий стан коренеплодів
Зразок 4. Морква, оброблена анолітом (10 хв)	Коки в пригніченому стані більше 10 одиниць у 2–3 полях зору	Невелика кількість повітряних коренів, гладка поверхня
Контрольна проба	Осередки враження грибами діаметром 1–2 мм. Коки, паличкоподібні бактерії, ланцюги коків	Повітряні корені відрослі зелені пагони, осередки враження грибами коренеплодів

Таблиця № 2 – Зміни хімічного складу зразків моркви при зберіганні

Місяць зберігання	**Контроль**			**Дослід**												
				Партія 1						**Партія 2**						
	Втрати маси, %	**Сухі речовини, %**	**Вітамін С**, мг/100г	**Втрати маси, %**		**Сухі речовини, %**		**Вітамін С, мг/100г**		**Втрати маси, %**		**Сухі речовини, %**		**Вітамін С**, мг/100г	
				Зразок 1	**Зразок 2**	**Зразок 1**	**Зразок 2**	**Зразок 1**	**Зразок 2**	**Зразок 3**	**Зразок 4**	**Зразок 3**	**Зразок 4**	**Зразок 3**	**Зразок 4**
Листопад	1,2	14,8	6,2	0,5	0,5	14,8	14,8	6,2	6,2	0,5	0,5	14,8	14,8	6,2	6,2
Грудень	0,7	13,2	5,27	0,5	0,5	14,6	14,2	5,87	5,67	0,5	0,6	14,7	14,3	5,89	5,89
Січень	0,7	11,3	4,58	0,4	0,4	14,3	13,3	5,52	4,98	0,4	0,5	14,5	13,6	5,6	5,47
Лютий	0,6	10,4	3,9	0,4	0,5	14,1	12,6	5,19	4,23	0,4	0,6	14,4	12,9	5,38	5,21
Березень	0,9	9,54	3,32	0,5	0,6	13,9	11,8	4,93	3,62	0,5	0,7	14,3	12,1	5,27	4,87
Квітень	0,7	8,74	2,82	0,5	0,7	13,8	10,9	4,68	3,12	0,5	0,6	14,2	11,3	5,16	4,58
Разом	4,8	6,06	3,38	2,8	3,2	1,0	3,9	1,52	3,08	2,8	3,5	0,6	3,5	1,04	1,62

У першій партії перший і другий зразки одразу після обробки не містили патогенних грибів у жодному з полів зору, контрольний зразок містив гриби роду *Botrytis*, на агарі спостерігався сірий пухнастий наліт, гриби роду *Rhizopus* (міцелій на субстраті частково забарвлений у темно-бурий колір). Візуально перший зразок не мав суттєвих змін при зберіганні, у другому зразку спостерігався інтенсивний ріст повітряних коренів і верхнього листя моркви, у контрольного зразка на поверхні спостерігалось гниття, значний ріст повітряних коренів.

У другій партії в перших двох зразках також не містилося патогенних грибів, у контрольному зразку містилися гриби роду *Botrytis*, на агарі спостерігався сірий пухнастий наліт. Візуально перша проба мала початковий вигляд, друга – ріст поверхневого листя моркви.

При проведенні контрольного зважування було встановлено зменшення початкової маси коренеплодів за перші два місяці однаково у двох партіях на 4,3 % За третій і четвертий місяць маса контрольних зразків і зразка, обробленого живою водою і мертвою водою, збільшилася за рахунок росту повітряних коренів і листя, маса зразків, оброблених анолітом, залишилася постійною зі зменшенням маси на 0,5 %.

При вивченні вмісту сухих речовин методом висушування зразка до постійної маси було встановлено, що найбільше зберігаються сухі речовини у моркві, обробленій аналізом 30 хв, загальні втрати за весь період зберігання становили 2,8 %, а у контрольному зразку – в межах нормованих втрат 4,8 %.

Також було встановлено, що обробка моркви ЕХА водою не зменшує вміст вітаміну С, а навпаки запобігає зниженню при зберіганні.

Висновки

З проведених дослідів можна зробити висновки, що обробка моркви анолітом приводить до:

пригнічення проростання моркви при довгостроковому зберіганні;

частково знищує і пригнічує розвиток тих мікроорганізмів, що лишилися, тим самим запобігає псуванню коренів при довгостроковому холодильному зберіганні;

запобігає втратам сухих речовин, каротину і вітаміну С;

тривалість обробки повинна бути в межах 20–30 хв;

метод підготовки моркви для довгострокового зберігання можна рекомендувати консервним заводам, фермерським господарствам, які займаються вирощуванням, зберіганням і реалізацією коренеплодів.

Література

1. Бородай В.В. Ураженість моркви збудниками гнилей в період зберігання залежно від умов її вирощування // Карантин і захист рослин. – 2004. – № 12. – С. 8-9.
2. Барабаш О.Ю., Сиротин М.Ф., Рубцов М.П. Столові коренеплоди. – К.: Урожай, 1987. – С.10-54.
3. Федоров Ю.С. Разработка технологического процесса хранения столовых корнеплодов с использованием антисептирующих веществ// НИРиОКР, с-х, № 25. БГИНХ. – 1999. – № 9. – С. 28.
4. Хранение моркови, петрушки, сельдерея и пастернака. (Румыния) // РЖ. Овощные и бахчевые культуры. – 1980. – № 11. – С.12.
5. Методическими рекомендациями по хранению плодов, овощей и винограда. Организация и проведение исследований// Под общей ред. С.Ю. Дженеева и В.И. Иванченко. Ялта, Институт винограда и вина «Магарач», К.: 1998. – 152 с.
6. Бондаренко Г.Л., Бєлашова Л.П., Гордієнко І.М. Зберігання маточників моркви/овочівництво і баштанництво. – 2008.– Вип. 54./ http://agroua.net/plant/catalog
7. Лаврененко С.С. Вплив активованої води на продукційний процес сільськогосподарських культур/ С.С. Лаврененко, І.П. Григорюк // Вісник аграрної науки. –2006. – №1. – С.52-55.
8. Грабар І.Г. Контроль біоактивації води кінетикою проростання зерен пшениці /І.Г. Грабар, О.І. Троянський, О.М. Максимчук / Вісник ЖНАЕУ. – 2009.– № 1. – С.12–17.

УДК 535.37:546.65:541.183

ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСЕРВАНТА Е-210 В СОКАХ И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКАХ

Бельтюкова С.В., д-р хим. наук, профессор, Ливенцова Е.О., аспирант,
***Теслюк О.И., канд. хим. наук, доцент**
Одесская национальная академия пищевых технологий
***Физико-химический институт им. А.В. Богатского НАН Украины, г. Одесса**

Изучены люминесцентные свойства сорбата комплекса Tb (III) с бензойной кислотой и 2,2'–дипиридилом на силикагеле. Показана возможность прямого люминесцентного определения бензойной кислоты в соках и безалкогольных напитках по сенсибилизированной твердофазной люминесценции иона Tb (III).

Luminescent properties of the Tb(III) sorbates with benzoic acid and 2,2'–dipyridyl on silicagel was studied. The possibility of the determination of benzoic acid in juice and soft drinks by Tb (III) ion sensitized solid-phase luminescence has been shown.

Ключевые слова: люминесценция, тербий, консерванты, бензойная кислота.

Консерванты находят широкое применение в производстве пищевых продуктов, защищая последние от неприятного запаха и вкуса, плесневения и образования токсинов микробного происхождения. В качестве консервантов применяют сорбиновую, бензойную, дегидрацетовую кислоты, а также эфиры галловой кислоты [1]. Бензойная кислота (БК) используется в качестве консерванта для маргаринов, майонезов и деликатесных продуктов, содержащих майонез, хлебобулочных и кондитерских изделий, сыров, а также при консервировании фруктовых соков, предназначенных для дальнейшей переработки, фруктовых пульп, чистых фруктовых соков и напитков на их основе, вин. Содержание бензойной кислоты составляет (0,05-0,2) % в зависимости от вида сока и срока хранения [1].

Стандартизованным методом определения БК в пищевых продуктах является спектрофотометрический, основанный на отгонке бензойной кислоты из продукта водяным паром, взаимодействии её с гидрохлоридом гидроксиламина и пероксидом водорода в присутствии Cu^{2+} с образованием окрашенного онитрозофенольного производного, интенсивность окраски которого измеряют фотометрически [2]. В соках и напитках БК определяют методом тонкослойно хроматографии, предварительно проведя экстракцию с помощью этилацетата [3].

Описаны методы ВЭЖХ [5,6,7], газовой хроматографии [8]. Практически все методы предусматривают предварительное выделение БК из пищевого продукта, что ведет к значительным затратам во времени, кроме того, эти методы весьма дороги и не всегда доступны.

Ранее [8] нами было показано, что сорбаты комплекса Tb (III) с бензойной кислотой и её производными на цеолите, обладающие интенсивной люминесценцией, могут быть использованы в качестве светорегуляторов и светотрансформаторов, поглощающих энергию в УФ–области спектра и преобразующих её в видимое излучение. Нам представлялось целесообразным использовать сенсибилизированную бензойной кислотой люминесценцию тербия для решения обратной задачи – определения органического лиганда. Однако в растворах люминесценция Tb (III) в присутствии БК невелика. В связи с этим мы использовали предварительное сорбционное выделение БК на сорбенте.

В настоящей работе изучены люминесцентные свойства сорбата Tb (III) с бензойной кислотой и *2,2'*–дипиридилом на силикагеле и показана возможность использования его для определения БК в соках и напитках на их основе.

Экспериментальная часть. Хлорид тербия готовили растворением высокочистого оксида (99,988%) в хлористоводородной кислоте (1:1) с последующим удалением ее избытка упариванием. Концентрацию Tb(III) устанавливали комплексонометрическим титрованием. Растворы бензойной кислоты и 2,2'– дипиридила готовили растворением точных навесок веществ в спирте этиловом (96%).

Спектры люминесценции иона Tb(III) регистрировали в области 530-630 нм с помощью спектрометра Cary Eclipse “Varian” (Австралия) с двойным источником света (ксеноновая лампа 150–W сплошного спектра и импульсная лампа).

Значения энергии триплетных уровней органических реагентов определяли регистрацией спектров фосфоресценции их комплексов с иттрием при 77 К. Спектры поглощения растворов реагентов регистрировали на спектрофотометре UV-2401 PC “Shimadzu” (Япония).

Результаты и их обсуждение. Люминесценция комплекса Tb(III) с БК в растворе практически не обнаруживается, что может быть связано с присутствием тушащих молекул воды, находящихся во внутренней координационной сфере иона лантанида.

Известно [9] что, введение молекул донорно-активных веществ (ДАВ) ведет в ряде случаев к образованию разнолигандных комплексов, и вытеснению молекул воды из внутренней сферы комплекса, что соответственно уменьшает безызлучательные потери энергии возбуждения, благодаря чему интенсивность люминесценции возрастает. В качестве ДАВ были использованы 1,10–фенантролин (Фен), 2,2'–дипиридил (Дип), триоктилфосфиноксид (ТОФО), дифенилгуанидин (ДФГ). Было найдено, что наибольшее увеличение интенсивности люминесценции ($I_{люм}$) (на порядок величины) достигается в присутствии Дип.

Установлено, что $I_{люм}$ комплекса значительно усиливается на сорбентах. В качестве сорбентов были использованы пенополиуретан, цеолиты (CaA, NaA), фосфат алюминия, силикагель, ксерогель. Наибольшее значение $I_{люм}$ сорбата Tb(III) достигалось при использовании в качестве твердой матрицы силикагеля L100/160. Значительное возрастание люминесцентного сигнала иона Tb(III) в присутствии БК и ДИП на несколько порядков является косвенным подтверждением того, что на силикагеле образуется комплексное соединение. Такое увеличение интенсивности люминесценции не наблюдалось бы при

диффузном механизме передачи энергии на ион лантанида от органического лиганда. Увеличение $I_{люм}$ закрепленного на твердой матрице разнолигандного комплекса Tb(III) обусловлено возрастанием жесткости молекулы и уменьшением вследствие этого внутримолекулярных потерь энергии возбуждения.

Согласно литературным данным [9] фотолюминесцентные свойства разнолигандных комплексов зависят от взаимного расположения энергетических уровней лигандов относительно резонансного уровня лантанида. Величина энергии триплетного уровня ДИП (20550 $см^{-1}$) находится ближе к значению энергии резонансного уровня иона Tb (III) (20500 $см^{-1}$), чем значение энергии триплетного уровня бензойной кислоты (21280 $см^{-1}$). Вероятно, в этом случае происходит внутримолекулярный перенос энергии с триплетного уровня БК на энергетический уровень ДИП, а затем к излучательному уровню иону тербия, что вызывает снижение безызлучательных потерь энергии возбуждения и $I_{люм}$ значительно возрастает. (рис. 1).

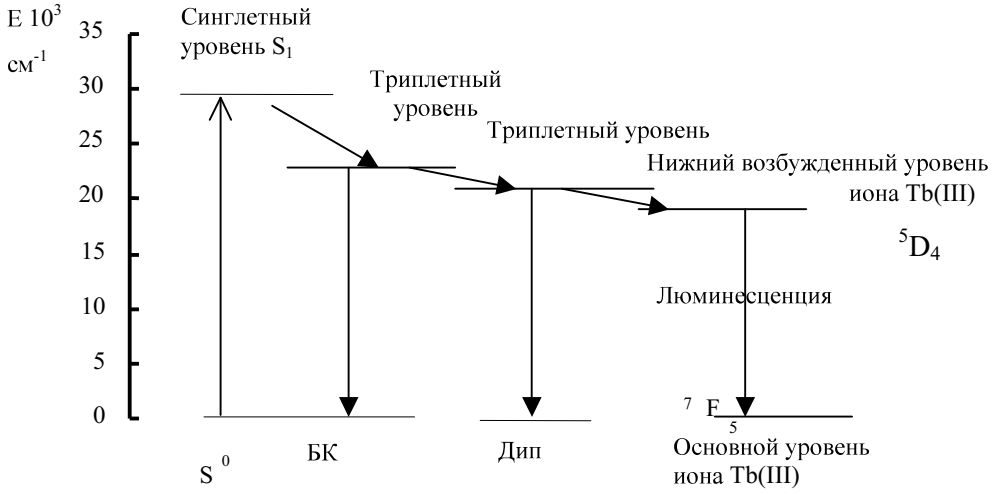


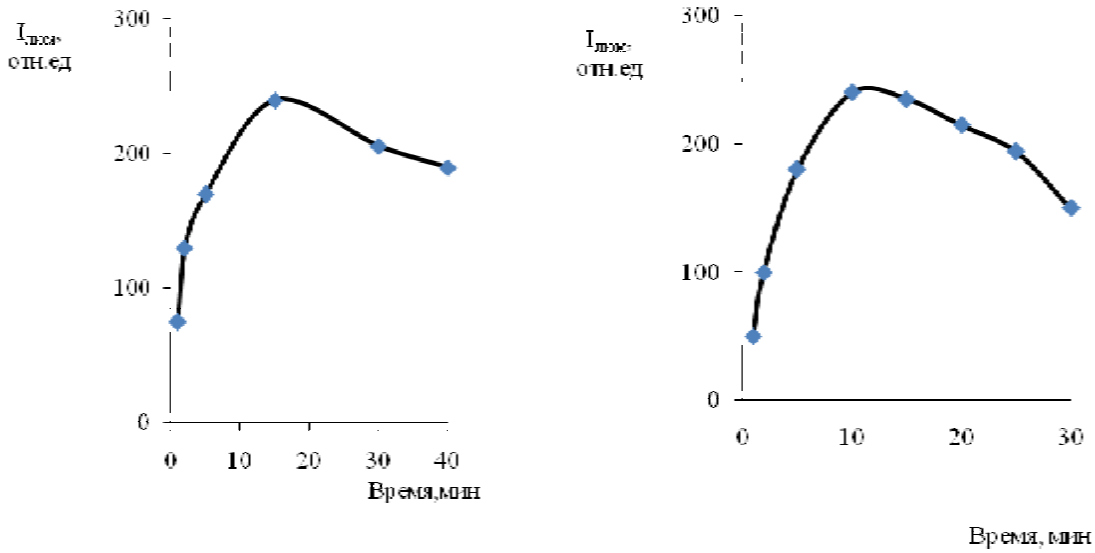
Рис. 1 – Схема передачи энергии возбуждения в разнолигандном комплексе Tb(III) с бензойной кислотой и 2,2`-дипиридилом

Следует отметить, что спектры возбуждения сорбата комплекса смещены в более длинноволновую область по сравнению со спектром возбуждения растворов комплекса. Для спектров возбуждения сорбатов характерно также их уширение по сравнению со спектрами поглощения лигандов в растворе. Это позволяет заключить, что рассматриваемые сорбаты будут поглощать энергию возбуждения в более широком спектральном диапазоне длин волн, чем растворы комплексов, и это может способствовать более эффективной трансформации УФ излучения в видимое. В спектре люминесценции сорбата комплекса наблюдаются полосы, соответствующие энергетическим переходам иона Tb (III): $^5D_4 \rightarrow {}^7F_6$ (487,5 нм), $^5D_4 \rightarrow {}^7F_5$ (544,25 нм), $^5D_4 \rightarrow {}^7F_4$ (585 нм), $^5D_4 \rightarrow {}^7F_3$ (620 нм). Наиболее интенсивной является полоса, соответствующая переходу $^5D_4 \rightarrow {}^7F_5$, для которой характерно расщепление на два максимума (λ = 541,5 нм и 544,25 нм), что указывает на образование разнолигандного комплекса, Tb(III) с БК и ДИП.

Максимум люминесценции сорбата при сорбции из раствора наблюдается при pH 6,9-7,2, которое создавали добавлением 4 %-ного раствора уротропина.

Интенсивность люминесценции сорбатов не изменяется при сорбции из водно-органических смесей и в присутствии поверхностно-активных веществ. Величина $I_{люм}$ сорбата Tb (III) зависит от концентрации иона Tb (III) и 2,2'–дипиридила в растворе, из которого ведется сорбция. Максимум люминесценции наблюдается при соотношении компонентов Me:БК:ДИП = 1:3:1.

Интенсивность люминесценции сорбата зависит от времени сорбции. Для получения максимальной $I_{люм}$ сорбата достаточно проводить сорбцию в течении 15 минут (рис. 2(А)). При дальнейшем увеличении времени сорбции $I_{люм}$ не изменятся. Изучение влияния температуры и времени высушивания сорбатов показало, что наибольшая $I_{люм}$ достигается при высушивании сорбатов в течении 10 минут при температуре 80-100 $^{\circ}C$ (рис. 2(Б)). При высушивании в микроволновой печи время высушивания уменьшается до 3-х минут.



А *Б*

А – от времени сорбции; Б – от времени высушивания

Рис. 2 – Зависимость интенсивности люминесценции сорбата комплекса Tb (III) с бензойной кислотой

На основании проведенных исследований разработана методика определения бензойной кислоты в соках и безалкогольных напитках.

Состав соков и безалкогольных напитков весьма разнообразен и включает различные неорганические и органические компоненты. Главное место в составе плодов фруктов занимают сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза). Предварительно установлено, что эти компоненты оказывают мешающее влияние на определение БК лишь при концентрациях, превышающих $5 \cdot 10^{-1}$ моль/л, снижая $I_{люм}$ на (10–20) %. Из органических кислот в зависимости от рода фруктов, преобладают: яблочная, лимонная и аскорбиновая кислоты, которые снижают $I_{люм}$ сорбата комплекса на (20–30) % при концентрациях, превышающих $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Из неорганических катионов в соках преобладает калий, который не влияет на $I_{люм}$ сорбата. В анализируемых объектах указанные выше вещества присутствуют в меньших количествах и не мешают определению. Бензойную кислоту в соках и безалкогольных напитках на их основе определяли методом добавок.

Методика определения. Аликвотную часть анализируемой пробы (1мл) разбавляли дистиллированной водой до 10 мл. В три пробирки помещали по 70 мг силикагеля, добавляли по 0,3 мл разбавленного анализируемого раствора, в две из них добавляли стандартный раствор бензойной кислоты в таком количестве, чтобы $I_{люм}$ пробы возросла в 2 и 3–4 раза соответственно. Затем во все три пробирки добавляли по 0,1 мл раствора хлорида тербия $1 \cdot 10^{-2}$ моль/л, 0,2 мл 0,3% -ного раствора 2,2'– дипиридила, 0,2 мл раствора уротропина 4%-ного и дистиллированную воду до 5 мл. Сорбцию проводили при перемешивании в течении 15 минут. Затем сорбент отфильтровывали и высушивали при температуре 90 ˚С в течение 10 минут. Интенсивность люминесценции сорбата Tb (III) измеряли при $\lambda_{изл}$= 545нм ($\lambda_{возб}$ = 365нм). Параллельно готовили раствор контрольной пробы, которая содержит все компоненты, кроме бензойной кислоты. При расчете интенсивности люминесценции сорбата исследуемого раствора учитывали $I_{люм}$ контрольного опыта. Содержание бензойной кислоты рассчитывали методом добавок по формуле

$$I_X = \frac{I_x}{I_{x+доб} - I_x} \cdot C_1 \text{ мг/л}$$

где C_X – концентрация бензойной кислоты в безалкогольном напитке, мг/л;

C_1 – концентрация стандартного раствора бензойной кислоты (добавка), мг/л;

I_x – интенсивность люминесценции сорбата комплекса пробы, которую анализируют;

$I_{x+доб}$ – интенсивность люминесценции сорбата комплекса с добавлением стандартного раствора бензойной кислоты.

Результаты определения бензойной кислоты в различных напитках и яблочном соке приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения бензойной кислоты в яблочном соке и безалкогольных напитках

Название напитка	Производитель	Найдено, мг/л	S_r
Сок яблочный «Jaffa»	Украина, г. Одесса СП «Вітмарк–Україна»	0,06	0,05
Напиток безалкогольный «Чай зеленый»	Молдавия, ТМ «Семерка»	0,04	0,04
Напиток безалкогольный «Ананас»	Украина, Днепропетровская обл., ТМ «Биола»	0,032	0,05
Напиток слабоалкогольный «Джин с вишневым соком»	Украина, Черкасская обл., ООО «Нові напої»	0,02	0,06
Напиток безалкогольный «Спрайт»	Украина, Киевская обл., ТМ «Кока – кола»	0,073	0,04
Напиток безалкогольный «Тархун»	Украина, г. Днепропетровск «Бон Буассон»	0,02	0,07
Напиток безалкогольный «Живчик»	Украина, Хмельницкая обл. ЗАТ «Оболонь»	0,81	0,06

Правильность определения контролировали методом «введено–найдено». Результаты определения (табл. 2) показывают, что разработанная методика позволяет определить БК с удовлетворительными правильностью и воспроизводимостью.

Таблица 2 – Результаты определения БК в яблочном соке методом «введено-найдено» (n=5, P=0,95)

Добавка, мг/мл	Найдено в пробе с добавкой, мг/мл	Найдено в пробе, мг/мл	Sr
0,050	0,111	0,061	0,05
0,100	0,160	0,060	0,06

Нижняя граница определяемых содержаний бензойной кислоты составляет 0,006 мкг/мл.

Вывод

На основании проведенного исследования разработан способ твердофазного определения бензойной кислоты в соках и безалкогольных напитках по сенсибилизированной твердофазной люминесценции иона тербия (III) в присутствии донорно–активного вещества – 2,2'–дипиридила.

Литература

1. Люк, Э. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение [Текст] / Э. Люк, М. Ягер – Санкт-Петербург: ГНОРД, 1998.– 256 с.– ISBN 5–901065–03–4.
2. ГОСТ 28467 – 90. Издания. Межгосударственный стандарт. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения бензойной кислоты [Текст] М.: ФГУП «Стандартинформ» , 2005. – 5 с.
3. Скурихин, И.М. Руководство по методам анализа качества пищевых продуктов. [Текст] / Под ред. И. Скурихина, В. Тутельмана. – М.: Брандерас–Медицина, 1998. – с. 330. – ISBN 5–89836–003–4.
4. Techakriengkrai, I. Analysis of benzoic acid and sorbic acid in Thai wines and distillates by solid-phase sorbent extraction and performance liquid chromatography / I. Techakriengkrai, R. Surakarnkul // J. Food Composition and Analysis, 2007. – V 20. – P. 220–225.
5. Saad, B. Simultaneous determination of preservatives (benzoic acid, sorbic acid, methylparaben and propylparaben) in foodstuffs using high- performance liquid chromatography / B.Saad, Md. Bari, M.Saleh // J. Chromatography A. – 2005. – V.1037. – P. 393–397.
6. Дулина, Е. Определение консервантов в пищевых продуктах и продовольственном сырье методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [Текст] / Е. Дулина, В. Литинская // Вісник Харківського нац. університету. – 2005. – Вип 13(36), №669. – С. 134–138.
7. Dong, Ch. Headspace solid-phase microextraction applied to the simultaneous determination of sorbic and benzoic acid in beverages / Ch. Dong, W. Wang // Anal. Chim. acta. – 2006. – V.562. – P.23–29.
8. Бельтюкова, С.В. Люминесцентные свойства цеолита, модифицированного комплексами Eu(III) и Tb(III) [Текст] / С.В. Бельтюкова, Е.И. Целик, А.В. Егорова, О.И. Теслюк // Журн. прикл. спектроскопии. – 2003. – Т.70, №2. – С. 272.
9. Полуэктов, Н.С. Спектрофотометрические и люминесцентные методы определения лантанидов [Текст] / Н.С. Полуэктов, Л.И. Кононенко, Н.П. Ефрюшина, С.В.Бельтюкова. Киев: Наукова Думка. – 1989. – 256 с.

УДК 664.859.4

ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛИКОМПОНЕНТНЫХ ФРУКТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Остриков А.Н., д.т.н., профессор, Синюков Д.А., аспирант
Воронежская государственная технологическая академия,
Российская Федерация, г. Воронеж

В статье обоснован выбор рецептурного состава поликомпонентных фруктовых смесей с повышенным содержанием термолабильных веществ. Проведен анализ химического состава и антиоксидантной активности готового продукта.

In article the choice compounding structure of polycomponental fruit mixes with povy-shennym the maintenance of thermolabile substances is proved. The analysis of a chemical compound and antioksidantnoj activity of a ready product is carried out.

Ключевые слова: выпаривание, концентраты, антиоксидантная активность

Целью работы являлось получение поликомпонентных фруктовых концентратов вакуум-выпариванием, обладающих повышенным содержанием ценных термолабильных веществ.

Для реализации поставленной цели была разработана двухстадийная технология производства концентрированных фруктовых пюре [1], которая заключается в том, что измельченное и нагретое в автоклаве до температуры 373…393 К при давлении до 0,2 МПа пюре распыливается с помощью струйной форсунки в вакуум-камере (первая стадия процесса выпаривания пюре), в которой с помощью вакуум-насоса поддерживается разряжение 4…7 кПа. В результате резкого перепада температуры и давления происходит мелкодиспергированное распыление продукта, сопровождающееся мгновенным испарением влаги, содержащейся в пюре в перегретом состоянии.

На второй стадии процесса выпаривания капельки пюре достигали вертикальной стенки вакуум-камеры и оседали на ней, образуя пленку продукта, постепенно (по мере увеличения ее толщины) двигающуюся вниз по вертикальной стенке под действием сил тяжести. За счет регулируемой работы трубчатых электронагревателей, расположенных в двутельном корпусе вакуум-камеры, поддерживалась заданная температура поверхности вертикальной стенки вакуум-камеры.

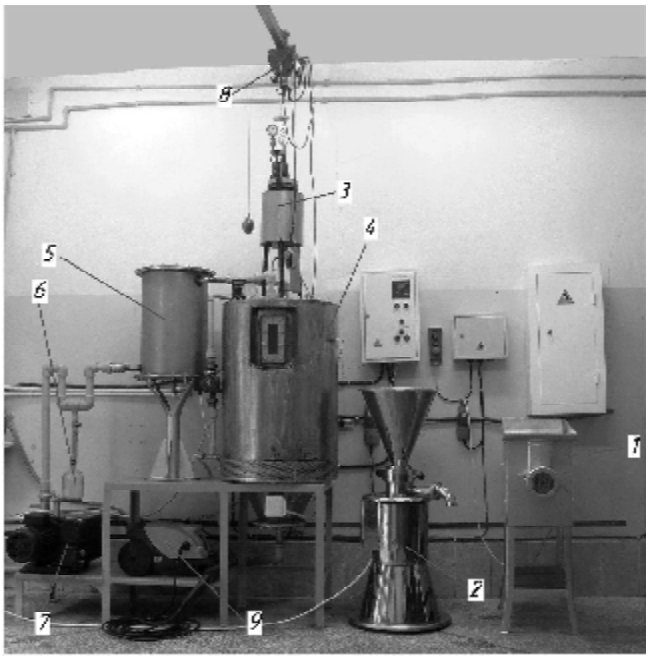


Рис. 1 – Экспериментальная установка

Исследование процесса выпаривания фруктового поликомпонентного пюре методом сброса давления осуществляли на установке, которая включала в себя шнековый измельчитель 1, коллоидную мельницу 2, автоклав 3, вакуум-камеру 4, конденсатор 5, измерительную емкость для конденсата 6 и вакуум-насос 7 (рис.1).

В трубопроводе, соединяющем автоклав и вакуум-камеру, устанавливались съемные сопловые форсунки, диаметр которых составлял 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 1,7; 2,0 мм. Установка оснащена трубопроводами и соединительной арматурой, а также шкафом управления, в котором смонтированы автоматизированные системы измерения и регулирования режимных параметров для контроля и управления процессом выпаривания.

Интенсивность испарения влаги из пюре определяется величинами изменения величины разряжения и температуры испаряемых из вакуум-камеры паров при различных режимах распыливания пюре.

Для оптимизации состава поликомпонентной плодово-фруктовой смеси, состоящей из 40 % винограда, 25 % яблок, 15 % черной смородины, 10 % красной смородины, 10 % крыжовника, использовался программный комплекс ВНИИКП-5. Результат оптимизации выводится в виде процентного соотношения компонентов и таблицы химического состава оптимизированной смеси.

Таблица 1 – Химический состав исходного и концентрированного поликомпонентного фруктового пюре

Показатель	Единици измерения	Программная оптимизация	Исходная смесь	Концентрированная смесь	Доля РНСП*, %
Вода	%		84,6	76,2	
Водорастворимые углеводы	%		12,10	21,93	6,00
Клетчатка	%		0,24	0,68	
Общая кислотность, ^{0}Н	%		20	25	
Пектиновые вещества	%		6,752	7,457	30,56
Минеральный состав					
Натрий (Na)	мг.%		20	30	1,25
Калий (K)	мг.%		180	450	1,29
Кальций (Ca)	мг.%		40	40	4,00
Магний (Mg)	мг./кг		84,68	113,9	28,48
Фосфор (P)	мг.%		20	30	3,00
Железо (Fe)	мг./кг.		4,81	7,53	53,79
Витаминный состав					
Ретинол (А)	мг.%		0,697	0,832	83,20
Тиамин (B_1)	мг.%		0,127	0,157	10,47
Рибофлавин (B_2)	мг.%		0,089	0,102	5,67
Ниацин (РР)	мг.%		0,427	0,578	2,89
Витамин С	мг.%		102,234	196,971	281,39
Аминокислотный состав					
Аргинин	мг/100 г		0,063	0,100	
Лизин	мг/100 г		0,022	0,025	
Тирозин	мг/100 г		0,011	0,016	
Феилаланин	мг/100 г		0,017	0,027	
Гистидин	мг/100 г		0,011	0,014	
Лейцин	мг/100 г		0,024	0,036	
Изолейцин	мг/100 г		0,015	0,021	
Метионин	мг/100 г		0,012	0,010	
Валин	мг/100 г		0,020	0,025	
Пролин	мг/100 г		0,029	0,028	
Треонин	мг/100 г		0,040	0,039	
Серин	мг/100 г		0,025	0,029	
Аланин	мг/100 г		0,028	0,030	
Глицин	мг/100 г		0,025	0,028	
Цистин	мг/100 г		0,004	0,006	
Глутаминовая кислота	мг/100 г		0,910	0,101	
Аспарагиновая кислота	мг/100 г		0,050	0,074	

* – рекомендуемая норма суточного потребления

Основные природные антиоксиданты (витамины А, Е и С, флавоноиды, ароматические оксикислоты, антоцианы и др.) нейтрализуют свободные радикалы кислорода, являясь важнейшими веществами для борьбы с ними. Антиоксиданты на клеточном уровне защищают организм от воздействия свободных радикалов, предохраняя человека от болезней и преждевременного старения. [2].

Таблица 2 – Показатели безопасности исходного и концентрированного поликомпонентного фруктового пюре

Содержание тяжелых металлов			
Показатель	Единицы измерения	Исходная смесь	Концентрированная смесь
Ртуть (Hg)	мг/г	Не обнаружена	Не обнаружена
Свинец (Pb)	мг/г	Не обнаружен	Не обнаружен
Мышьяк (As)	мг/г	Не обнаружен	Не обнаружен
Кадмий (Cd)	мг/г	Не обнаружен	Не обнаружен
Микробиологические показатели			
Дрожжи	КОЕ/г	Обнаружены	Не обнаружены
Плесени	КОЕ/г	Не обнаружены	Не обнаружены
Содержание пестицидов			
ГХЦГ	мг/кг	Не обнаружены	Не обнаружены
ДДТ	мг/кг	Не обнаружены	Не обнаружены
Нитраты	мг./мг	Не обнаружены	Не обнаружены

На примере поликомпонентной фруктовой смеси «40 % винограда, 25 % яблок, 15 % черной смородины, 10 % красной смородины, 10 % крыжовника», доказано, что суммарная антиоксидантная активность у концентрированного пюре выше, чем у свежего (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты расчетов суммарной антиоксидантной активности поликомпонентного фруктового пюре по кверцетину

Поликомпонентная фруктовая смесь	Площадь, нА·с	Масса, г	Объем, $см^3$	Кверцетин		
				Концентрация по графику	Суммарная АОА, мг/г	На 100 г продукта
Исходная	10683,97	5,0806	50	4,14	0,04	4,1
Концентрированная	6655,28	1,096	50	2,65	0,12	12,1

Употребление в пищу продуктов с повышенной антиоксидантной активностью поможет сохранить эластичность соединительных тканей человека и замедлить появление пигментов старения. Следовательно, целесообразнее употреблять в пищу концентрированное плодоовощное пюре, а не свежее ввиду большего содержания антиоксидантов, способствующих сохранению здоровья организма человека и препятствующих возникновению заболеваний.

Выводы

Поликомпонентое фруктовое пюре, полученное по данной технологии, обладало хорошими органолептическими показателями: имело темно-бордовую окраску, однородную консистенцию, кисловато-сладкий вкус без доминирования одного из компонентов.

Готовое концентрированное пюре является сбалансированным продуктом по химическому составу и органолептическим свойствам, являются добавкой при производстве молочных напитком, кондитерских и хлебобулочных изделий.

Литература

1. Вертяков, Ф. Н. Новая технология производства пюреобразных фруктовых концентратов [Текст] / Ф. Н. Вертяков, А. Н. Остриков, Г. О. Магомедов // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг»: Орловский гос. технич. ун-т. – Орел: ОрелГТУ, 2007. – С. 467-468.
2. Свободные радикалы в биологии. [Текст] Часть 1. / Под ред. акад. Н. М. Эммануэля – М.: Мир. – 1979. – 308 с.

УДК 613.2:661:745:658.589:543.06

ІННОВАЦІЙНА АКВАНАНОТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЦИТРАТУ ЦИНКУ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ОПРАЦЮВАННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ СКЛАДНИКІВ

Гуліч М.П., д-р мед. наук, професор, Ємченко Н.Л., канд. хім. наук, старш. наук. співр., Єрмоленко В.П., Харченко О.О., Моісеєнко І.Є., Ященко О.В.
Державна установа «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва» АМН України

У роботі проведено аналіз можливості та доцільності застосування в харчовій промисловості цитрату цинку, отриманого за допомогою аквананотехнології. Показано перспективність його для збагачення харчових продуктів. Оскільки за даною технологією утворюються водні розчини цитрату цинку, концентрація яких варіює в залежності від умов отримання, для полегшення їх практичного застосування опрацьовані методи визначення складників цих розчинів. Комплексонометричний метод визначення цинку і титриметричний метод (за реакцією нейтралізації) визначення лимонної кислоти після певної модифікації запропоновано для аналізу цих нових об'єктів в якості лабораторних. Вони відрізняються простотою, експресністю, низькою собівартістю і при цьом, досить високою точністю і правильністю.

Analysis of possibility and expediency of the application in food industry of zink citrate obtained with the help of aqua nanotechnology is demonstrated in the paper. The perspective of zink citrate application for the enrichment of the foodstuffs is presented. The methods for the determination of the components in these solutions have been found for the facilitation of practical application of zink citrate water solutions. Complexonometric method for zink determination and titrimetric method for citric acid determination (by the reaction of neutralization) after full modification are suggested for the analysis of these new objects as the laboratory ones. They are notable for simplicity, rate, low cost, and, at the same time, high, precision and correctness.

Ключові слова: аквананотехнологія, цитрати, цинк, лимонна кислота, комплексонометрія, інверсійна вольтамперометрія, рідинна хроматографія.

Загальновідомо, що цинк – один з найбільш важливих ессенціальних мікроелементів.

Наявність дефіциту цинку в харчовому раціоні населення приводить до необхідності збагачення ним харчових продуктів, а також розробки способів збагачення ним харчових продуктів.

При розробці способів збагачення необхідно дотримуватися закону біотичної адекватності харчування, який полягає в тому, що їжа як елемент навколишнього середовища має бути біотичною, тобто нешкідливою і не вносити до внутрішнього середовища організму ксенобіотики хімічного і біологічного походження [1]. До числа проблем, що вимагатимуть грамотного вирішення при розробці і виробництві збагачених продуктів, належить і вибір фізико-хімічних форм мікронутрієнтів [2].

Ще в 70-х роках минулого сторіччя висловлювались здогади, що всі іони біометалів повинні мати свої транспортні форми (іонофори) для доставки їх у клітини організму [3]. Проте, тільки в останні роки цей факт знайшов своє практичне втілення у клінічній (фармакологічній) практиці для розробки транспортних форм для ліків і навіть, частково, в харчуванні для підвищення засвоюваності металовмісних дієтичних добавок [4,5].

Вважається, що при переході від неорганічних форм біоелементів до органічних засвоюваність їх зростає в 10 і навіть більше разів. Проте не всі органічні сполуки можуть виступати як іонофори і підвищувати біодоступність металу. Так, для цинку, міді, хрому і марганцю в якості комплексоутворювача запропоновано сполуку білкового походження. Але порівняльна оцінка біодоступності цієї органічної та неорганічної форм цинку ($ZnSO_4$) не виявила статистично достовірних відмінностей [6].

Особливу групу іонофорів становлять цитрати. В організмі вони включаються в енергетичний цикл трикарбонових кислот – цикл Кребса; з цинком вони утворюють від'ємно заряджені комплекси, що притягуються до позитивно зарядженої стінки кішківника, з кровотоком підходять до клітин організму і крізь мембрами проникають всередину.

Цитрати біометалів безпечні [7], більше того, вони проявляють антиоксидантну і радіопротекторну дію, позитивно впливають на серцево-судинну і імунну системи організму. Тому ці сполуки найбільш повно відповідають вимогам, що ставляться до інгредієнтів у складі продуктів харчування. Вони дозволені до застосування в харчових продуктах, в тому числі і для дитячого харчування [8].

Цитрати натрію, калію, магнію і заліза використовують при виробництві харчових продуктів як регулятори кислотності, як емульгатори, стабілізатори тощо [9]. Доведена можливість їх успішного застосування для збагачення відповідними мікроелементами хлібобулочних, борошняних, кондитерських виробів [10], а також кисломолочних продуктів [11].

Наразі вони синтезуються з харчової лимонної кислоти [7]. Цитрат цинку не синтезовано. На відміну від інших неорганічних сполук, цитрат цинку до недавнього часу не був «продажним» реактивом і тільки з 2000 р. він виробляється і продається фірмою Мерк. Цей реактив має високу вартість і при цьому не дуже високу чистоту (97% основної речовини), а отже, не задовольняє вимоги, що ставляться до речовин, які використовуються для збагачення харчових продуктів, щодо їх біотичності.

Як альтернативу хімічним методам синтезу сполук металів з органічними кислотами (карбоксилатів металів), у тому числі й цитрату цинку, авторами робіт [12, 13] запропоновано метод їх отримання за допомогою аквананотехнології. При цьому на першому етапі методом електроімпульсної абляції отримують аквакомплекси металів, а на другому – прямою взаємодією цих високоактивних часточок з лимонною кислотою – їх цитрати. Цей спосіб отримання цитратів металів більш дешевий, ніж хімічний, і дозволяє вийти на промислові обсяги виробництва. Крім того, в даному випадку є можливість за допомогою варіації чистоти вихідних компонентів реакції отримувати продукт потрібної (заданої) чистоти.

Оскільки за даною технологією отримуються розчини цитратів, концентрація їх варіює в досить широких межах залежно від параметрів фізичного процесу. Для полегшення практичного застосування цих фортифікантів необхідно було опрацювати методи визначення їх складників (цинк, лимонна кислота), придатних для використання у заводських лабораторіях.

Загалом існує велика кількість чисто хімічних та інструментальних методів визначення цинку [14]. Вагові і титриметричні методи розраховані на визначення грамових і міліграмових кількостей цинку, опектрофотометричні, спектральні і атомноабсорбційний – на його мікрограмові кількості, метод інверсійної вольтамперометрії – на мікрограмові і наногрмові його кількості.

Оскільки розчини цитрату, цинку отримані за аквананотехнологією досить концентровані (1-20 г/дм^3), для визначення в них цинку нами вибрано дешевий, доступний і експресний метод комплексонометричного титрування. (Титрування цинку етилендіамінтетрауксусною кислотою (вона ж комплексон, вона ж трилон Б) в присутності металохромних індикаторів.

Комплексонометричне титрування проводили в такий спосіб. В конічну колбочку ємкістю 100 см^3 вносили 5,0 см^3 буферного розчину та 3-5 крапель 0,17 розчину металохромного індикатора або його суміш з NaCl (на кінчику скальпеля) і титрували із бюретки 0.1N розчином трилону Б, приготовленого із фіксаналу, інтенсивно перемішуючи до переходу забарвлення. Паралельно проводили титрування холостої проби.

Апробація на зразках цитрату, отриманого за нанотехнологією показала придатність методу. Проте при обчисленні результатів ми зіткнулись з труднощами, оскільки в розрахункову формулу для цього методу входить величина наважки, і все обчислення ґрунтується на знанні формули речовини, яку визначаємо. Для отримання формули, яка б нас задовольнила, довелося допустити, що і в цитраті цинку отриманого за нанотехнологією при достатній кількості лимонної кислоти співвідношення компонентів буде 1:1, як і в звичайному комплексі.[15]

При цьому реакцію між цитратом цинку і трилоном Б можна представити як $ZnCit^- + H_2ЕДТА = ZnЕДТА + H_2Cit$, тобто вона проходить в еквімолярних кількостях.

Кількість цинку в об'ємі розчину, взятому на титрування, в цьому випадку визначатиметься за формулою:

$$X = 0{,}001 \cdot 0{,}1 \cdot a \cdot E \qquad (1)$$

де a – кількість трилону Б 0.1 N, що пішла на титрування, см^3;

E – еквівалент цинку

$$E_{Zn} = A{,}в/2 = 65{,}37 = 32{,}685. \qquad (2)$$

Тоді концентрація цинку в г/дм^3 обчислюватиметься за формулою

$$X = \frac{0.1 \cdot 32.685 \cdot a}{V}, \qquad (3)$$

де V – об'єм розчину, взятого на титрування, см^3.

Оскільки точність комплексонометричного титрування в основному залежить від правильного вибору металохромного індикатора, було проведено порівняльне титриметричне визначення досліджуваного зразка розчину цитрату цинку з різними металохромними індикаторами в слабокислому і лужному середовищі. Результати його наведено в табл. 1

Таблиця 1 – Результати визначення концентрації цинку в розчинах його цитрату, отриманого за нанотехнологією в присутності 4х металохромних індикаторів

Індикатор	pH	Результати, г/дм^3 M±m, n=5	S	Похибка, %	Перехід забарвлення індикатора
Параамінорезорцин (ПАР)	4,8-10,0	5,15±0,16	0,148	3,07	оранжевий – жовтий
Мурексид	10,0	5,07±0,12	0,109	2,30	рожевий – фіалковий
Ксиленоловий оранжевий (КО)	5,0-7,0	5,41±0,06	0,277	5,51	бузковий – блідо-жовтий
Еріохром-чорний (ЕХЧ)	10,0	5,19±0,06	0,055	1,37	бузковий – синій

Найбільш чіткий перехід забарвлення в точці еквівалентності спостерігався з індикатором еріохромчорним Т. Він же виявився найбільш точним. Рівноточність цих визначень перевірили за критерієм Фішера (F), що розраховується як відношення квадратів дисперсій [16]. Розрахунок підтвердив, що методи нерівноточні. Найближчий за точністю до методу комплексонометричного титрування з індикатором еріохромчорним Т є метод титрування з індикатором мурексидом.

Проведено також визначення цинку в цих зразках методом інверсійної вольтамперометрії на вольтамперометричному аналізаторі АВА-1 за методикою [17]. Пробопідготовка за ГОСТ 26929-86 [18].

Фоновий розчин – 8 см^3 0.05 н HCl, 2 см^3 KNO_3 1 М, 1 крапля $Hg(NO_3)$ 10 г/дм^3 + 1 крапля $Ga(NO_3)$ 0.001 М. Проте, з огляду на дуже високу чутливість цього методу, дослідні розчини доводилось розбавляти в 100-10000 разів, що звичайно збільшує похибку визначення.

Результати порівняльного визначення цинку в розчинах його цитрату, отриманого за нанотехнологією комплексонометричним і вольтамперометричним методами, наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати порівняльного визначення цинку в розчинах

№ серії	Зразок розчину цитрату цинку	Вміст цинку, г/дм^3		Розбіжність результатів, %	pH розчинів
		Комплексонометрія	Інверсійна вольтамперометрія		
1	Zn_1 Zn_2 Zn_3 Zn_4	0,72 11,11 12,58 5,20	0,96 16,00 11,65 5,60	28,57 36,09 7,68 7,40	2,89 2,98 2,85 5,45
2	Zn № 1 Zn № 2 Zn № 3	2,83 5,7 1,32	3,10 5,50 1,33	9,11 3,57 0,75	3,55 3,86 3,57

Дані таблиці свідчать, що розбіжність результатів, отриманих двома методами загалом невелика (1-10 %) навіть у випадку зразків Zn_1 і Zn_2 її можна вважати прийнятною, оскільки розбіжність для самого атестованого і валідизованого вольтамперометричного методу становить 30 % [17]. Тобто можна зробити висновок про правильність запропонованого комплексонометричного методу.

Для визначення вмісту в розчинах цитрату лимонної кислоти як базовий метод нами прийнято метод ВЕРХ. Визначення проводили на рідинному хроматографі Agilent Technologies-1200 з УФ-детектором. Умови визначення: довжина хвилі (λ) 210 нм; колонка SB-C18; 150 мм х 4.6 мм х 5 р.к.м., $t^{\circ}_{кол.}$=35 $^{\circ}$C, F_{low}=1.0мл/хв.

Стандарт – харчова лимона кислота

Рухома фаза: 99 % – 20мМKH_2PO_4, 1 % ацетонітрил

Вихід піку на 3.4 хв.

При хроматографуванні досліджувані розчини розбавляли в 100 разів. Розрахунок вели за формулою

$$X=\frac{Sp.л.к.\cdot Cст.л.к.\cdot F}{Sсс\ .л.к}, \quad (4)$$

де Sр.л.к. і Sст.л.к. – площі піків лимонної кислоти на хроматограмах дослідного і стандартного розчинів, $см^3$,

Сст.л.к. – концентрація лимонної кислоти в робочому розчині, $мг/см^3$,

F – фактор розведення.

Встановлено, що лимонна кислота і цитрат виходять на хроматограмі одним піком, не розділяючись. Сульфат цинку на хроматограмах не проявляється. Тобто, визначається як вільна, так і зв'язна лимонна кислота.

Проведена валідація хроматографічного методу на стандартному зразку лимонної кислоти за площею її піка. Результати її наведено в таблиці 3. Вона показала, що метод точний і достатньо прецезійний (відтворюваність результатів 5.6 % задовольняє умови, що ставляться до кількісного аналізу).

Таблиця 3 – Результати валідації методу ВЕРХ визначення лимонної кислоти

Концентрація стандарту, $мг/см^3$		S, $мг/см^3$	S_2, %	Збіжність, $r=2,8 \cdot S$ $мг/см^3$	Похибка, %
Введено	Знайдено				
23,60	23,60±1,61	1,324	5,61	3,70	6,8

Враховуючи, що метод рідинної хроматографії дорогий і вимагає наявності відповідного обладнання, доцільно було б залишити його як арбітражний метод і знайти для рутинних аналізів більш простий і дешевий.

Загальновідомо, що кислоти визначаються за реакцією нейтралізації титруванням лугом (NaOH). Але карбонові кислоти навіть при високих розведеннях хоча й дисоціюють по реакції $R\,COO \quad RCOO^- + H^+$, але слабо.

Проте ті з них, що мають величину константи іонізації $pKa \leq 5\text{-}6$, можна титрувати QIN розчином NaOH в присутності фенолфталеїну з чітким переходом забарвлення в точці еквівалентності [19].

Константи іонізації лимонної кислоти варіюють від 3,13 до 6,40. Отже, необхідно було перевірити можливість проведення реакції нейтралізації лимонної кислоти. Якщо кислота титрується лугом, можна визначити кислотно-еквівалентну масу титрованої кислоти (КОЕ), тобто кількість кислоти в г, яка еквівалентна $1дм^3$ 1 N розчину лугу [19]

$$\text{КОЕ, г} = \frac{g \cdot 1000}{V \cdot N}, \tag{5}$$

де g – кількість титрованої кислоти;

V – об'єм титранту, що пішов на титрування;

N – нормальність титранту.

Знаючи КОЕ і молекулярну масу лимонної кислоти, можна визначити в ній число карбоксильних груп. Апробація методу на зразку харчової лимонної кислоти показало його придатність. Титрування йде в еквімолярних співвідношеннях. Кислотно-еквівалентна маса кислоти в цьому випадку становить 64,945 г.

$М.в_{к\text{-}ти}$ – 192,13 г, отже число карбоксильних груп у молекулі кислоти буде:

$$192,13 : 64,945 = 2,96 \approx 3.$$

Таким чином, у лимонній кислоті 3 карбоксильні групи, що відповідає дійсності, а отже, метод цілком придатний для визначення концентрації лимонної кислоти. Апробація методу на розчинах цитрату цинку, отриманого за нанотехнологією, показала, що, оскільки, на відміну від методу ВЕРХ, цим методом визначається тільки незакомплексована лимонна кислота, то для визначення «валового» вмісту лимонної кислоти отримані результати треба перерахувати за формулою:

$$X_{(г/дм3)} = Б + 2C_{Zn}, \tag{6}$$

де Б – концентрація лимонної кислоти визначена за титруванням, $г/дм^3$;

C_{Zn} – концентрація в розчині цинку, $г/дм^3$.

При виведенні формули керувались тим, що за реакцією нейтралізації не титруються 2 карбоксильні групи зв'язані з цинком, а вагове співвідношення між компонентами цитрату дорівнює 1:3.

Таблиця 4 – Результати визначення лимонної кислоти в розчинах цитрату цинку, отриманих за акванотехнологією

№ серії	Зразок	Концентрація лимонної кислоти, г/дм^3			Розбіжність між методами, %	pH розчинів
		Метод ВЕРХ	Метод нейтралізації			
			Без перерахунку	З перерахунком		
1	Zn_1 Zn_2 Zn_3	24.79 72.86 78.59	24.33 51.87 63.40	25.77 74.09 89.02	3.65 1.67 12.44	2.89 2.98 2.85
2	Zn №1 Zn №2 Zn №3	12.69 18.73 6.08	7.04 8.25 3.52	12.10 19.65 6.16	4.76 4.79 1.31	3.55 3.86 1.31

Як видно із наведених даних, розбіжність між методами загалом не перевищує 5 %, в той час як для самого методу ВЕРХ розбіжність між паралельними становить 16 %.

Висновки

Доведено перспективність для фортифікації продуктів харчування цинком застосування його органічної форми – розчину цитрату цинку, отриманого за акванотехнологією.

З метою полегшення практичного застосування цих розчинів – розробки технології і збагачення ними продуктів харчування вибрано, опрацьовано та за необхідності модифіковано 4 методи визначення складників даних розчинів.

В якості рутинних (лабораторних) методів визначення цинку і лимонної кислоти запропоновано експресні, дешеві і прості методи комплексонометричного титрування цинку з індикатором еріохромчорним Т і титрування лимонної кислоти за реакцією нейтралізації.

Порівняння результатів, отриманих даними методами і офіційними методами інверсійної вольтамперометрії і ВЕРХ, довело їх правильність і можливість використання в заводських лабораторіях.

Література

1. Бацукова Н.Л. Современные проблемы питания человека / Бацукова Н.Л., Филонов В.П., Аветисова А.Р.; – Беларусь, Минск: Здоровье и окружающая среда, вып. 12, 2008. – 8 с.
2. Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами : научные подходы и практические решения / Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М.: Пищевая промышленность, 2000. – № 3, С. 10-16.
3. Яцимирский К.Б. Моделирование в бионеорганической химии / К.Б. Яцимирский. – Журн. Всесоюзного хим. общества им. Д.И. Менделеева, 1976. – т. 21, № 6, С.605 – 611.
4. Кузнецова С.А., Лебедева А.Ф. Нанокомпозиты лекарственных веществ с арабиногалактоном. – Вестник Красноярского гос. ун-та. Сер. естественных наук, 2005. – № 2, – С. 121 – 124.
5. Негаева С.В. Новое поколение биологически активных добавок / С.В. Негаева. – Москва, ООО НПП «Биотика – С». (http://www.biotika.ru)
6. Сравнительная оценка биодоступности органической и неорганической форм цинка in vivo / М. Баяржаргал, И.С. Зилова, С.Н. Зорин, И.В. Гмошинский, А.В. Бучанова, Л.В. Шевякова, Н.Н. Махова, В.К. Мазо; – Вопросы питания, 2008. – № 9.– С. 34 – 37
7. Новинюк Л.В. Цитраты – безопасные нутриенты / Л.В. Новинюк. – Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2009.- №3 – С. 70-71.
8. Гигиенические требования по применению пищевых добавок : Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы : СанПин 2.3.2. 1293 – 03. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 416 с.
9. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: энциклопедия / Л.А. Сарафанова. – СПб: ГИОРД. – 2003. – 123 с.
10. Использование цитратов в производстве хлебобулочніх изделий / [Н.Я. Новотельнова, Т.А. Никифорова, Л.И. Кузнецова, Н.С.]. – Качество и безопасность с.-х. сырья. – Углич, 2004. – С. 32-34.
11. Новинюк Л.В. Обогащение молочных продуктов цитратами и лактатами / Л.В. Новинюк, Т.А. Кудрявцева. Молочная промышленность. – № 9. – 2007. – С. 18 – 23.

12. Патент України № 37412. Спосіб отримання екологічно чистих наночастинок електропровідних матеріалів «Електроімпульсна абляція» МПК BOj 2/02. Опубл. 25.11.2008. Бюл. № 22.
13. Патент України № 39397 Надчистий водний розчин нанокарбоксилату металу. МПК (2009) CO7C 51/41; CO7F 5/00; CO7T 15/00; CO7C 53/00. Опубл. 25.02.2009. Бюл. № 4.
14. В.П. Живописцев. Аналитическая химия цинка / В.П. Живописцев, Е.А. Селезнева. «Наука», М.-1975. – 197 с.
15. Талалаева О.Д. Изучение комплексообразования ионов цинка с лимонной кислотой. ЖОХ. / О.Д. Талалаева, А.С. Тихонов. – № 23. – 1953. – 2067 с.
16. Рего К.Г. Метрологическая обработка результатов технических измерений / К.Г. Рего. – Киев: «Техника», 1987. – 127 с.
17. Методика виконання вимірювань вмісту цинку в водних розчинах методом інверсійної вольтамперометрії. МВВ № 084 – 12/04 – 98.
18. ГОСТ 26929-86 «Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов.
19. Мазор Л. Методы органического анализа / М. – 1986. – 584 с.

УДК 613.2:351.773:546.15:543.06

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ КОНТРОЛЯ ЙОДА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ

Ермоленко В.П., научный сотрудник, Харченко О.О., младший научный сотрудник,
Моисеенко И.Е., научный сотрудник
Институт гигиены и медицинской экологии им. А.М. Марзеева, г. Киев

Работа посвящена выбору, апробации и модификации метода определения йода в пищевых продуктах. Проведен сравнительный анализ титриметрических, экстракционно-спектрофотометрических и вольтамперометрических методов определения йода в продуктах питания.

Work is te devoted to a choice of approbation and modification of the method for a determination of iodine in foodstuffs. The comparative analysis of titrimetric, extraction– and spectrophotometrical and voltamperometrical methods for the determination of iodine in the foodstuffs has been carried out.

Ключевые слова: йод, йодид-ион, методы определения, титрование, электрод, вольтамперометрия, мониторинг.

Вступление. В последнее время на рынке Украины появилось значительное количество продуктов питания, обогащенных йодом: молочнокислая, хлебобулочная продукция, диетические добавки. Для осуществления контроля за содержанием йода в йодированных продуктах и йодсодержащих пищевых добавках необходимо разработать легко воспроизводимый и высокочувствительный экспресс-метод определения йода.

Цель. Мы поставили перед собой задачу выбора, апробации и модификации метода определения йода в пищевых продуктах, пригодного для осуществления мониторинга за содержанием йода.

Аналитическая химия располагает не слишком обширным арсеналом методов определения йода. Общеизвестно качественное его определения с крахмалом, с образованием комплекса синего цвета. Существует ряд титриметрических методов определения йодидов:

— титрование тиосульфатом;

— титрование N – бромсукцинимидом. Интервал определения от 50 мкг до 20 мг KJ;

— титрование J^- в среде 0.15 – 0.2 N HNO_3 стандартным раствором азотнокислой ртути в присутствии дифенилкарбазида.

Титриметрический метод определения йодата калия в поваренной соли не обладает достаточной чувствительностью. Минимальное определяемое его количество составляет 54 мг/кг, что на два – три порядка выше содержания йода, например, в хлебобулочных изделиях. В России предложен кинетический роданидно-нитритный метод. Но хотя он и располагает достаточным пределом обнаружения и точностью, но является косвенным и трудоемким. Кроме того, он не имеет удовлетворительных метрологических характеристик.

Вторая группа методов основана на экстракционно-спектрофотометрическом определении йодидов.

Йодид экстрагируется бензилтрифенилфосфоний хлоридом в 1,2 дихлорэтане в присутствии бисульфита натрия, и измеряется оптическая плотность при 381 нм (100 кратный избыток хлоридов не мешает).

Метод основан на взаимодействии йодидов с азотнокислой ртутью при pH 5.7 и экстракции йодида ртути раствором дитизона в хлороформе. Измерение оптической плотности образующегося комплекса (дитизоната) проводят при 500 нм. (Предел обнаружения < 1 мг/кг). Существует экстракционно-спектрофотометрическое определение йодидов с нейтральным красным с образованием комплекса при pH 3 в 10^{-3} М H_2SO_4, который извлекается нитробензолом, с максимум светопоглощения – 52 нм. (Предел обнаружения – 0.5 – 2.5 мг/кг) [1].

Первая группа методов не удовлетворяет требованиям по пределу обнаружения йода. Вторая – как показывает практика, не отличается надежностью и требует особо чистых реактивов и растворителей, хотя и более чувствительна. Наиболее точным и современным методом определения йода является метод масс – спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Однако его применение требует дорогостоящего оборудования.

Заслуживают внимания кинетические методы, которые основаны на каталитическом действии йодидов. Это церий-арсенатный метод, он признан арбитражным для определения йода в моче. Однако, метод трудоемок, как все каталитические методы, достаточно капризен и требует дорогостоящего оборудования (спектрофотометр, снабженный проточной ячейкой).

Более перспективны физико-химические методы определения йода. В работе [2] предложен вольтамперометрический метод определения йодидов в пищевых продуктах и диетических добавках на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест ВА» российской фирмы «Эконикс». Он основан на электрохимическом осаждении йода с образованием на поверхности электрода нерастворимой пленки йодида ртути. В качестве рабочего электрода использовали стационарный малортутный электрод (висящей капли). При больших концентрациях йода в образце применяется прямая полярография, при низких – инверсионная вольтамперометрия с предварительным накоплением йода, при потенциале 100 – 200 мВ и последующей его разверткой от 0 до 700 мВ. При этом на волтамперогармме наблюдается отрицательный пик йода в области – 360 мВ. В Томском политехническом институте разработаны МВИ «Методы измерений массовой концентрации йодид-ионов в йодированных напитках, водах питьевых и минеральных, в хлебе, соли поваренной», (МУ 08-47/112; МВВ 081/12-006602) «Метод измерения массовой концентрации йодид-ионов в йодированных продуктах (молоко и кисломолочные продукты)». (МУ 08-47/21; МВВ 081/12-0068-02).

В напитках и водах йодиды определяются потенциометрическим титрованием, заключающимся в измерении потенциала индикаторного серебряного электрода в процессе титрования исследуемого раствора на pH-метре или иономере ионами серебра, быстро вступающими в реакцию с йодидами. Точку эквивалентности определяют по резкому изменению потенциала.

Использование вольтамперометрического метода позволило дополнить ряд анализируемых объектов такими продуктами как соль поваренная, хлеб, молоко и кисломолочные продукты. Как и в описанном выше методе, использована способность йодид-ионов накапливается на поверхности рабочего электрода в виде малорастворимого соединения со ртутью при потенциале 0.0 В с последующим катодным восстановлением осадка при развертке потенциала от 0.0 В до 1.2 В. Анализы осуществлялись на приборах – полярограф и комплекс СТА аналитический вольтамперометрический. Аналитическим сигналом служит высота катодного пика потенциала 0.3 В. К недостаткам вышеперечисленных методов можно отнести во-первых, работу с металлической ртутью, что не желательно, а во-вторых вольтамперометрические анализаторы такого типа не поступают на рынок Украины [3].

Нами был апробирован и реализован качественный метод определения йода с крахмалом в гостированной методике определения йода в водорослях. (ГОСТ 26185-84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки). Образец обугливают на электроплитке до серого цвета золы, обрабатывают концентрированным раствором соды и взвешивают, далее золу подкисляют кислотой, добавляют азотистокислый натрий и крахмал. Посинение раствора указывает на присутствие йода. Для количественного определения в этом же ГОСТе приведен метод, основанный на образовании окрашенного комплекса йодидов с азотистокислым натрием в кислой среде, экстракции его бензином или хлороформом и в первом варианте титриметрическом определении его, а во втором варианте – фотометрическим методом и расчетом концентрации йода в пробе по градуировочному графику.

Методика была использована нами для определения содержания йода в обогащенной им спирулине, а также осуществлена попытка расширить область применения ее на диетические добавки на основе морских водорослей, в частности ламинарии (ДД «Модифилан»).

Методика оказалась пригодной только для анализа йодированной спирулины. При анализе спирулины получены сходимые результаты. Вместе с тем имеются определенные недоработки в методике. Так,

не ясно, какая неорганическая форма йода определяется и только по косвенным указаниям можно догадаться, что это йодид. Не указаны пределы определения йода, вследствие чего не ясно – достаточно ли чувствительна методика для анализа «Модифилана», содержащего по спецификации менее 0,01 % йода. Не ясно также, какой раствор следует титровать: рабочий (что более привычно) или контрольный (оказывается последний). Кроме того, трудно уловить появление в озоляемом материале стального оттенка, что может повлечь за собой потери йода.

Для определения содержания йода в обогащенных продуктах использовали также вольтамперометрический метод, разработанный НПП «Буревестник» г. Санкт-Петербург, модифицированный для прибора анализатор вольтамперометрический АВА-1, (прошедшую Метрологическую аттестацию в Государственном комитете Украины по стандартизации, метрологии и сертификации МВВ № 081/12-0068-02 от 22.05.02). Анализатор реализует метод инверсионной вольтамперометрии с линейной разверткой потенциала и дифференциально-импульсный метод регистрации сигнала.

Сущность метода инверсионной вольтамперометрии (ИВ) заключается в способности йодид – ионов накапливаться на поверхности ртутно-пленочного электрода в виде малорастворимого соединения со ртутью при потенциале 0.0 мВ с последующим катодным восстановлением осадка при изменении потенциала. Аналитическим сигналом является высота катодного пика йодид-ионов [4-5].

В качестве рабочего электрода использовали твердый электрод из углеситала с нанесенной на рабочую поверхность ртутной пленкой. Ртуть на электрод осаждали путем его погружения в подкисленный раствор азотнокислой ртути (II) с концентрацией 10 мг/дм^3 (очень разбавленный) и установлением потенциала (–1300 mV) в стадии регенерации. Образовавшаяся на поверхности электрода пленка ртути имеет толщину в тысячную долю микрона, т.е. образуется практически атомарный слой ртути. Подготовленный таким образом электрод использовали для определения йодида в течении рабочего дня. При ухудшении метрологических характеристик определения йодидов осаждение ртути повторяли.

О концентрации йодида в электродной ячейке судили по высоте катодного пика. Массовую концентрацию йодид-ионов рассчитывали по методу стандартной добавки, путем введения аттестационной смеси (АС) йодид-ионов в анализируемую пробу. Пробоподготовка проводилась согласно методики соответственно каждому виду продуктов: напитки, соль поваренная, хлеб, молоко и кисломолочные продукты. Особенность подготовки проб заключается в неоднократной предварительной обработке продуктов растворами гидроксида калия (или натрия) и калия азотнокислого с последующим озолением в муфельной печи при температуре 480 ºС в течении 15 минут. Диапазон измерения содержания йодид-иона в зависимости от объекта анализа колеблется от 0.005 мг/дм^3 (напитки) до 60 мг/дм^3 (поваренная соль). Границы интервала в котором находится погрешность с заданной вероятностью Р=0,95 колеблется от 24 % (поваренная соль) до 35 % (хлеб и молочные продукты).

Объектами анализа были следующие йодированные продукты: молоко, масло легкое, соль йодированная, ДД «Модифилан», «Келп».

Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа йодированных продуктов

Название образца	Результат определения, мг/кг	Погрешность определения, ± σ, % (p=0.95)
Соль йодированная	14,1	23
Молоко йодированное	0,21	33
Масло легкое	0,44	35
ДД «Модифилан»	8,0	35
ДД «Келп»	100,0	35

Полученные результаты свидетельствуют о соответствии содержания йода в вышеперечисленных продуктах технологическим регламентам. Хотя и предлагаемый метод инверсионной вольтамперометрии требует дальнейшего усовершенствования и доработки.

Проведенный сравнительный анализ двух методов (титриметрического и вольтамперометрического) позволяет сделать следующие выводы.

1. Титриметрический метод дает возможность обнаружить лишь большие количества йода (больше 0.05 %) содержащиеся, как правило, в водорослях и морепродуктах.

2. Для йодированной продукции, где содержание йода значительно меньше, целесообразно использовать метод инверсионной вольтамперометрии.

3. Доступность и невысокая стоимость вольтамперометрических анализаторов АВА-1 и АВА-2, а также безопасность работы на приборе делает этот метод перспективным для целей мониторинга за содержанием йода в пищевых продуктах.

Литература

1. З. Хольцбехер, Д. Дивиш, М. Крал, Л. Шуха, Ф. Влачил. Органические реагенты в неорганическом анализе.
2. Проскурякова Т.В., Еремин Ю.Н. // Вопросы питания. – 1982. № 1, С. 59-61.
3. Бозаджиев Л.Л., Скрипник Д.Г. // Определение йода вольтамперометрическим методом. Молочная промышленность. – 2000., № 11, С. 40.
4. МВВ 081/12-0068-02 от 22.05.02 // Метод измерения массовой концентрации йодид-ионов в йодированных продуктах (молоко и кисломолочные продукты).
5. МВВ 081/12-0066-02 от 22.04.02 // Методы измерений массовой концентрации йодид-ионов в йодированных продуктах (напитки безалкогольные, воды питьевые и минеральные, хлеб, соль поваренная)

УДК 389.6:001.4:664.8

НОВІ ТЕРМІНОЛОГІЧНІ СТАНДАРТИ ДЛЯ ПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Пилипенко Ю.Д., Філіпова Л.Ю., Ракуленко Н.А., Крохальова А.А.
Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Науково-дослідний та проектний інститут стандартизації і технологій екобезпечної та органічної продукції», м. Одеса

У статті наведено результати науково-дослідних робіт з розроблення трьох термінологічних національних нормативних документів на продукти перероблення рослинної сировини, а також на технологічні процеси та способи консервування.

In this article there are adduced the results of the scientific-research works concerning developing of three terminology national normative documents for the products from processed vegetal raw materials.

Ключові слова: визначення понять, овочі, термінологічні стандарти, терміни, технологічні процеси, фрукти.

Україна є членом Світової організації торгівлі, що потребує гармонізації основних регламентуючих документів із загальносвітовими стандартами і, в першу чергу, національних стандартів. Така ситуація вимагає розроблення принципово нових методологічних підходів до їх вивчення і стандартизації.

Стандартизація – це об'єктивний процес у суспільному житті. Необхідність у стандартах виникає, як правило, тоді, коли потрібно зкоординувати індивідуальні або спільні дії суб'єкта щодо будь-якого об'єкта.

Стандартизація як одна з форм розумної діяльності людства починається з узагальнення понять. За допомогою узагальнених понять або абстракцій може бути відображено деяку кількість реальних об'єктів [1]. Це безпосередньо стосується термінологічних стандартів на будь-яку галузь сучасної діяльності людства.

Існування сучасної овочефруктопереробної промисловості країни без застосування стрункої термінологічної системи є неможливим.

Термінологічні стандарти складають підґрунтя системи стандартизації щодо переробної промисловості, починаючи від сировини, що використовується, її підготовки, безпосередньо технології виготовлення і закінчуючи вже готовим продуктом.

Розроблення термінологічних стандартів значно відрізняється від розроблення стандартів на готову продукцію, зокрема харчову, або на методи визначання якості та безпечності харчових продуктів. Такі стандарти складають левову частку в національній системі стандартизації щодо переробної галузі, тому що харчові продукти є безумовним об'єктом стандартизації в усіх країнах світу.

Від високої та стабільної якості харчових продуктів залежить здоров'я кожної окремо взятої людини.

Базовим документом для розроблення термінологічних стандартів є ДСТУ 3966–2000 «Термінологія. Засади і правила розроблення стандартів на терміни та визначення понять» [2].

Розроблення термінологічних стандартів з урахуванням сучасного розвитку знань, науки, техніки, української мови сприятиме:

однозначності термінів;

уніфікуванню мовних засобів, необхідному для внутрішньомовного гармонізування науково-технічної термінології;

удосконаленню українського науково-технічного стилю мовлення.

Дотримання вимог, висунутих ДСТУ 3966–2000 «Термінологія. Засади і правила розроблення стандартів на терміни та визначення понять» [2], під час розроблення термінологічних стандартів дасть змогу:

полегшити сприймання і розуміння науково-технічного тексту;

впорядкувати і пришвидшити процес узгодження і впровадження української науково-технічної термінології;

випрацювати термінологічні стандарти, що відповідатимуть структурі сучасної української літературної мови.

Метою проведення досліджень під час виконання науково-дослідних робіт було встановлення, уточнення та доповнення термінів, застандартизованих чинними в Україні нормативними документами щодо продуктів перероблення овочів і фруктів, технологічних процесів та способів консервування, які застосовують під час одержання консервованих харчових продуктів.

До теперішнього часу в Україні чинними були термінологічні стандарти ДСТУ 2073–92 «Консерви овочеві і фруктові. Технологічні процеси. Терміни та визначення» [3], ДСТУ 2074–92 «Продукти переробки овочів і фруктів. Терміни та визначення» [4], застосування яких здійснювалось установами та підприємствами переробної галузі агропромислового комплексу країни, а також контролюючими організаціями.

Створення сучасних, гармонізованих з міжнародними вимогами, національних стандартів на терміни та визначення понять для продуктів перероблення овочів і фруктів, відповідних технологічних процесів та способів консервування будуть відображати систему понять у галузі переробної промисловості рослинної сировини агропромислового комплексу України.

Чинні українські стандарти з плином часу необхідно змінювати, розробляти на їх основі нові, більш досконалі, які б враховували специфіку галузі та сучасні вимоги.

До того ж розвиток вітчизняної переробної промисловості, зокрема консервної, висуває необхідність розроблення таких термінологічних стандартів, які взагалі були відсутні.

До таких стандартів належить розроблений фахівцями інституту ДСТУ 6073:2009 «Консерви. Соуси, кетчупи, приправи. Терміни та визначення понять» [5], яким установлені відповідні українські терміни та визначення позначених ними понять у харчовій промисловості стосовно консервованих соусів (зокрема для дитячого харчування), кетчупів, приправ, виготовлених на основі овочевої та фруктової сировини.

На заміну ДСТУ 2073–92, ДСТУ 2074–92 фахівцями інституту розроблено проекти нових термінологічних стандартів: ДСТУ «Консерви овочеві та фруктові. Технологічні процеси та способи консервування. Терміни та визначення понять», ДСТУ «Продукти перероблення овочів і фруктів. Терміни та визначення понять», підготовлені відповідно до вимог ДСТУ 3966–2000 «Термінологія. Засади і правила розроблення стандартів на терміни та визначення понять» [2].

Термінологічний стандарт стосовно технологічних процесів та способів консервування під час виготовляння овочевих і фруктових консервів установлює відповідні українські терміни та визначення понять і складається з таких основних структурних елементів:

попереднє оброблення сировини;

способи подрібнення сировини та продуктів;

способи витягання соку;

способи освітлення соку;

способи готування матеріалів;

попереднє теплове оброблення;

способи консервування;

хімічне консервування.

Даний стандарт містить 63 терміностатті і, відповідно, стільки ж термінів і визначених ними понять.

Термінологічний стандарт стосовно продуктів перероблення овочів і фруктів з можливістю використання грибних, зернових, молочних, м'ясних, рибних тощо компонентів установлює відповідні українські терміни та визначення понять і складається з таких основних структурних елементів:

загальні поняття;

консервовані овочеві, фруктові та грибні продукти;

овочеві та фруктові консерви;

десертні овочеві та фруктові консерви.

У стандарті «Продукти перероблення овочів і фруктів. Терміни та визначення понять» наведено 38 терміностатей, в яких подано відповідні терміни та поняття, що ними визначені. При цьому слід відмітити, що даний стандарт не поширюється на назви м'ясних, рибних і молочних консервованих продуктів.

У даному стандарті вперше наведено цілу низку термінів, зокрема це такі терміни, як: «аджика», «консервовані продукти», «консерви», «харчові компоненти», «функціональні консерви» тощо та їх визначення – логічні описи понять через найближчі родові поняття та суттєві видові ознаки, що пов'язані логічними відношеннями.

Особливо слід зупинитися на таких термінах, як: «консервовані продукти» та «консерви». Переробна галузь стикається з цими поняттями ще з часів засновників технології консервування, перших консервників світового рівня – Нікола Аппера та В. М. Каразіна [6], але тільки зараз здійснено першу спробу застандартизувати ці поняття.

У даному стандарті наведено такі визначення вищезазначених термінів:

«Консервовані продукти» – це продукти перероблення овочів, фруктів, грибів, здатні зберігатися тривалий час без значних змін якості, які отримані шляхом застосування певного способу консервування (пастеризація, стерилізація, заморожування (охолоджування), сушіння, концентрування, ферментування, оброблення хімічними консервантами тощо), який утворює такі умови, коли припиняється або значно уповільнюється життєдіяльність мікроорганізмів – збудників псування або харчових отруєнь;

«Консерви» – це продукти в герметичній тарі, стерилізовані або пастеризовані за режимами, які забезпечують їх промислову стерильність.

До того ж, окрім продуктів перероблення овочів і фруктів, стандарт доповнено таким видом сировини, як гриби і, відповідно, термінами, в яких йдеться про продукти їх перероблення.

Усі наведені в трьох стандартах терміни та визначення понять встановлені відповідно до сучасних вимог української системи стандартизації, а також з урахуванням вітчизняних досягнень в овочефруктопереробній промисловості шляхом аналізування інформаційних джерел і оброблення знайдених масивів інформації.

З метою створення термінологічних стандартів, які відповідають вимогам сучасної української ділової мови, всі проекти національних нормативних документів були погоджені Технічним комітетом стандартизації науково-технічної термінології (ТК 19) на базі Національного університету «Львівська політехніка» м. Львів.

ДСТУ 2073:2009 «Консерви овочеві та фруктові. Технологічні процеси та способи консервування. Терміни та визначення понять» [7] і ДСТУ 6073:2009 «Консерви. Соуси, кетчупи та приправи. Терміни та визначення понять» [5] набули чинності з 2009 року, проект ДСТУ «Продукти перероблення овочів і фруктів. Терміни та визначення понять» підготовлено до видання.

Висновки

Для розробляння нових термінологічних національних стандартів, гармонізованих з вітчизняною системою стандартизації і міжнародним законодавством стандартів, необхідним було розроблення нових методологічних підходів та методичних основ їх вивчення і стандартизації.

Одночасне розроблення і введення в дію трьох термінологічних стандартів сприятиме узгодженню між собою понять щодо технологічних процесів, які застосовують у переробній галузі, зокрема консервній галузі, і понять щодо предметів, отриманих внаслідок цих процесів, тобто – продуктів перероблення овочів, фруктів, грибів тощо.

Прийняття нових нормативних документів щодо вдосконалення національної нормативної бази на терміни та визначення понять буде сприяти чіткому дотриманню вимог цих документів та вимог, закладених у відповідних нормативних документах на готову продукцію овочефруктопереробної промисловості та нормативних документах на методи визначання якості та безпечності готової продукції, одержаної завдяки застосуванню певних технологічних процесів, та дозволить якісно задовольнити вимоги споживачів продуктів перероблення овочевофруктової промисловості, що, у свою чергу, сприятиме надійному захисту їхніх прав, а також буде запобігати ушкодженню здоров'я населення.

Література

1. Філіпчук Г., Цициліано О., Дерев'янко В. Історичне коріння стандартизації. – Ж. Стандартизація, сертифікація, якість, 2006, № 2. – С. 29-32.
2. ДСТУ 3966–2000 Термінологія. Засади і правила розроблення стандартів на терміни та визначення понять. – Чинний від 2001–01–01. – Київ: Держстандарт України, 2000. – 32 с. УДК 001.4:006.1:006.354. 01.020; 01.120.

3. ДСТУ 2073–92 Консерви овочеві і фруктові. Технологічні процеси. Терміни та визначення. – Чинний від 01.07.93. – Київ: Держстандарт, 1992. – 24 с. УДК 001.4+003.2. Група Н 00.
4. ДСТУ 2074–92 Продукти переробки овочів і фруктів. Терміни та визначення.. – Чинний від 01.07.93. – Київ: Держстандарт, 1992. – 32 с. УДК 001.4–003.2. Група Н 00.
5. ДСТУ 6073:2009 Консерви. Соуси, кетчупи та приправи. Терміни та визначення понять. – На заміну ДСТУ 2074–92 в частині термінів 12, 16; Чинний від 2009–10–01. – Київ: Держспоживстандарт України, 2009. – 8 с. Код УКНД 01.040.67.
6. Фан-Юнг А.Ф., Флауменбаум Б.Л., Изотов А.К. Технология консервированных плодов, овощей, мяса и рыбы. – М.: Пищевая пром-сть, 1980. – 336 с.
7. ДСТУ 2073:2009 Консерви овочеві та фруктові. Технологічні процеси та способи консервування. Терміни та визначення понять. – На заміну ДСТУ 2073–92; Чинний від 2009–07–01. – Київ: Держспоживстандарт України, 2009. – 19 с. Код УКНД 01.040.67.

УДК 664.8:641.562(083.76)

ВПРОВАДЖЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ГАЛУЗІ ДЕРЖАВНИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ НА КОНСЕРВОВАНІ ПРОДУКТИ ДИТЯЧОГО ТА ЗАГАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ

Мазуренко І.К., канд. техн. наук, заступник директора з наукової роботи
Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Науково-дослідний та проектний інститут стандартизації і технологій екобезпечної та органічної продукції», м. Одеса

Узагальнено та науково обґрунтовано показники якості, які контролюються при виробництві продукції. Запропоновано впровадження державних нормативних документів на виробництво та методи дослідження якості консервованої продукції для загального, дитячого та лікувально-профілактичного харчування.

It was generalized and scientifically based the quality indices that are controlled during production of the produce. It was proposed to introduce state normative documents for production and methods for investigation of the quality of canned foods for general, infant nutrition and medical-prophylactic nutrition.

Ключові слова: безпечність, дитяче харчування, консервовані продукти, нормативні документи, показники, якість.

Харчування є одним з найважливіших чинників, які впливають на здоров'я населення. Воно забезпечує нормальний розвиток дітей, сприяє профілактиці захворювань, продовженню життя і створює умови для адекватної адаптації людини до навколишнього природного середовища. Питання здорового харчування населення є одним з найголовніших у реалізації соціальної політики держави. Успішне розв'язання проблеми залежить від створення умов для виготовлення якісних і безпечних продуктів харчування.

Відомо, що терміни «безпечність харчового продукту» та «безпечний харчовий продукт» відрізняються. А саме: безпечність харчового продукту – це стан харчового продукту, що є результатом діяльності з виробництва та обігу, який здійснюється з дотриманням вимог, встановлених санітарними заходами та/або технічними регламентами, та забезпечує впевненість у тому, що харчовий продукт не завдає шкоди здоров'ю людини, якщо він спожитий за призначенням. У той самий час безпечний харчовий продукт – це харчовий продукт, який не створює шкідливого впливу на здоров'я людини безпосередньо чи опосередковано за умов його виробництва та обігу з дотриманням вимог санітарних заходів та споживання або використання за призначенням [1].

Питання безпечності та якості продуктів дитячого та загального харчування набуло великої важливості в міжнародній торгівлі за останні десять років. Угоди, досягнуті під час Уругвайського раунду багатосторонніх переговорів щодо торгівлі, та заснування Світової організації торгівлі (СОТ) вперше привели до появи загальних торговельних правил щодо сільськогосподарської та харчової продукції.

Включення міжнародних нормативних документів на харчову продукцію до Угоди СОТ щодо санітарних та фітосанітарних заходів та до Угоди стосовно технічних бар'єрів у торгівлі забезпечило однакові правила гри для країн, що займаються експортом сільськогосподарської та харчової продукції, у тому числі продукції для дитячого харчування.

В рамках Державної програми «Наукові розробки у сфері стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції» для підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції нами було розроблено та впроваджено у виробництво державні стандарти (ДСТУ) практично на весь асортимент консервованої продукції, у тому числі на консервовані продукти для дитячого харчування та лікувально-профілактичного призначення. Одночасно були впроваджені державні стандарти на методи визначення якості та безпечності харчових продуктів. Впровадження національних нормативних документів призначене для використання в лабораторіях підприємств незалежно від форм власності та відомчої підпорядкованості, що виробляють консервовану продукцію та які здійснюють контроль якості цієї продукції під час промислового випуску, в закладах державної санітарно-епідеміологічної служби України, які здійснюють санітарно-епідеміологічний нагляд, а також для лабораторій інших організацій, акредитованих у встановленому порядку на право проведення випробовувань за показниками якості та безпечності харчової продукції та її сертифікації.

Основні структурні елементи ДСТУ наведено на рисунку 1.



Рис. 1 – Структурні елементи ДСТУ

Контроль за продуктами харчування – це обов'язкова регулятивна дія, що здійснюється під час забезпечення виконання законів, ДСТУ та інших нормативних актів щодо продуктів харчування державними або місцевими органами влади з метою захисту споживачів. Контроль за продуктами харчування також сприяє безпеці всіх харчових продуктів під час виробництва, транспортування, зберігання, перероблення та розповсюдження, їх придатності до споживання, відповідності вимогам щодо безпечності та якості, а також гарантує те, що вони правдиво та ретельно промарковані.

Відповідно до законодавства України якість продуктів дитячого харчування – це перелік властивостей продукту дитячого харчування, які здатні задовольнити фізіологічні потреби організму дитини в продуктах харчування, виходячи з їх хімічного складу та енергетичної цінності [2]. Вітчизняні підприємства, які виготовляють продукти дитячого харчування, не задовольняють потреби населення у таких продуктах. Зовсім не виготовляються високобілкові консервовані продукти на основі м'яса та ри-

би, а також продукти для лікувально-профілактичного харчування дітей з поширеними в Україні захворюваннями.

Основними причинами зменшення обсягу виробництва продуктів дитячого харчування є складні енерговитратні технології їх виготовлення, багатокомпонентність, високі технологічні, санітарно-гігієнічні вимоги до якості продукції, майже повна відсутність пільг, потреба у коштах для створення запасів сировинних ресурсів на підприємствах, застарілі виробничі потужності.

Обладнання підприємств, які виготовляють консервовані продукти для дитячого харчування, потребує модернізації та часткової заміни. Відсутність вітчизняних компонентів, необхідних для виробництва продуктів дитячого харчування (соєвих і сироваткових гідролізатів білків, вітамінів тощо), та потреба у їх закупівлі за кордоном збільшує собівартість таких продуктів. У зв'язку з підвищеною трудомісткістю, матеріало- та енергоємністю виробництва продуктів дитячого харчування стабілізувати ситуацію, що склалася у галузі, без державної підтримки практично неможливо.

На сьогодні нами розроблені та впроваджені ДСТУ на продукти промислового перероблення овочево-фруктової сировини, призначені для оздоровчого харчування дітей раннього віку, для дієтичного харчування дітей, хворих на фенілкетонурію, та продукти для нормалізації функцій органів травлення, які виготовлені зі свіжих фруктів та овочів або їх напівфабрикатів, з додаванням цукру, вівсяного або рисового борошна, сухого знежиреного молока або сухої молочної сироватки чи маслянки, вітамінно-мінерального премікса, лецитину, мальтодекстрину, олії соняшникової, масла коров'ячого, крохмалю кукурудзяного, пектину, суміші амінокислот.

У нормативних документах передбачено вимоги до сировини, напівфабрикатів, матеріалів та готової продукції згідно з законодавством [2] та іншими чинними документами.

Для контролю показників якості та безпечності передбачено використання сучасних хімічних та інструментальних методів випробувань.

Відповідно до асортименту у стандартах нормуються такі показники якості:

масова частка сухих речовин;
масова частка титрованих кислот;
масова частка білка;
масова частка хлоридів;
масова частка вітаміну С;
pH;
масова частка жиру;
масова частка фенілаланіну;
масова частка м'якоті;
масова частка мінеральних домішок;
масова частка сторонніх домішок;
масова частка домішок рослинного походження.

Продукти для дитячого харчування віднесено до категорії спеціальних [1], тому в нормативних документах встановлено чітко сформовані вимоги до основних показників якості та безпечності, у тому числі біологічної безпеки, зокрема для дітей, хворих на фенілкетонурію, в харчуванні яких обмежено використання білкових продуктів і передбачено нормування масової частки фенілаланіну.

Для фасування консервів, окрім традиційної скляної тари типу І передбачено використання сучасних видів тари – скляних банок типу ІІІ місткістю від 0,25 дм^3 до 1,0 дм^3 та у пакети з комбінованого матеріалу типу Tetra-Brick-Aseptic і комбі-блок місткістю не більшою ніж 0,5 дм^3 згідно з чинними нормативними документами або імпортного виробництва, які відповідають вимогам чинних нормативних документів.

Науково обґрунтовані та перевірені виробничою практикою умови і вимоги до пакування, маркування, транспортування, зберігання та правила приймання сировини, свіжої або сушеної. Дані показники впроваджені в національних стандартах на групу продукції дитячого, дієтичного харчування.

Одночасно спільно з Національною лабораторією якості продукції АПК проведено дослідження зі встановлення єдиних вимог та показників безпечності фруктово-овочевих та овочево-м'ясних консервів для дитячого харчування. Під час проведення випробовувань встановлено рівні показників якості консервованих продуктів дитячого харчування з урахуванням національної нутріціології, рекомендацій органів з питань охорони здоров'я дітей, які не перешкоджають гармонізації вітчизняного законодавства. До теперішнього часу використовували показники, які були наведені в нормативних документах колишнього СРСР.

Основні показники безпечності консервованих продуктів для дитячого харчування наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники безпечності консервованих продуктів для дитячого харчування

Назва показника	Одиниця вимірювання	Допустимий рівень, не більше ніж
Токсичні елементи:		
свинець	мг/кг	0,3
кадмій	мг/кг	0,02
ртуть	мг/кг	0,01
мідь	мг/кг	5,0
цинк	мг/кг	10,0
миш'як	мг/кг	0,2
Мікотоксини:		
патулін	мг/кг	Не дозволено (<0,02)
афлатоксин B_1	мг/кг	Не дозволено (<0,001)
(у консервах з крупами)		
афлатоксин M_1 (у консервах з молочними добавками)	мг/кг	Не дозволено (<0,0005)
дезоксиніваленол	мг/кг	Не дозволено
зеараленон	мг/кг	Не дозволено (<0,2)
Т-2 токсин	мг/кг	Не дозволено (<0,04)
Антибіотики тетрациклінової групи стрептоміцин пеніцилін		 Не дозволено (<0,01) Не дозволено (<0,5) Не дозволено (<0,01)
Радіонукліди: цезій-137 стронцій-90	 Бк/кг Бк/кг	 40 5
Пестициди: ГХЦГ (α,β,γ – ізомери) ДДТ та його метаболіти	 мг/кг мг/кг	 0,02 0,01
Нітрозаміни		Не дозволено

Наведені показники є обов'язковими критеріями ідентифікації продукції. За номенклатурою показників якості та безпечності продукції вимоги максимально наближені до вимог європейських регламентів [3, 4].

Висновки

У результаті проведених досліджень впроваджено державні нормативні документи на підприємствах галузі, які виготовляють консервовані продукти загального, дитячого та лікувально-профілактичного призначення. Наведено єдині вимоги до методів контролювання консервованих продуктів, що дозволить забезпечити об'єктивність оцінки за показниками якості та безпеки, а також підвищити об'єктивність оцінки санітарно-гігієнічного стану виробництва та рівень ефективності проведення контролю якості харчової продукції.

Література

1. Про безпечність та якість харчових продуктів [Текст] : [закон України № 2809–IV від 06.09.2005].
2. Про дитяче харчування [Текст] : [закон України №142-V від 14.06.2006].
3. Регламент (ЄС) Європейського Парламенту та Ради Європи «О санитарно-гигиенических правилах производства пищевых продуктов» від 29.04.2004 № 852/2004.
4. Свод стандартов по пищевым продуктам для детей и младенцев Кодекса Алиментариус (т. IV, разд. 15).

УДК 664.95(477) : 005.934 : 339.923

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЕВРОИНТЕГРАЦИИ УКРАИНЫ

Чалая Е.В., зам. директора, начальник испытательной лаборатории
ГП «Севастопольстандартметрология»
Верхивкер Я.Г., д-р техн. наук, профессор
Одесская национальная академия пищевых технологий

Рыбное хозяйство Украины играет важную роль в обеспечении населения страны продовольствием. Использование устарелого технологического оборудования приводит к резкому ухудшению качества готовой рыбной продукции. Действующее в Украине законодательство не ориентировано на оценку рисков, возникающих в процессе переработка сырья, в том числе и рыбного. Кроме того, отсутствие взаимодействия между государственными структурами и бизнесом, приводит к тому, что Украина теряет возможность адекватного противодействия и отстаивания национальных интересов в области экспортных - импортных отношений

The fish economy of Ukraine plays the important role in maintenance of the population of the country with the foodstuffs. Use of the obsolete process equipment leads to sharp deterioration of ready fish production. The legislation operating in Ukraine is not focused on an estimation of the risks arising in process processing of raw materials, including fish. Besides, absence of interaction between the state structures and business, leads to that Ukraine loses possibility of adequate counteraction and upholding of national interests in the field of export - import relations.

Ключевые слова: рыбная продукция, техническое регулирование, НАССР, безопасность продукции, евроинтеграция.

Как пищевой продукт рыба содержит ценные для питания человека компоненты, в первую очередь – полноценные белки, которые включают почти все незаменимые аминокислоты, липиды, ферменты, биологически активные вещества, значительное количество микроэлементов. В рыбных продуктах очень низкое содержание холестерина. Употребление их в пищу способствует регулированию холестеринового обмена в организме человека и повышает устойчивость к сердечно-сосудистым заболеваниям.

Рыбное хозяйство Украины играет значительную роль в обеспечении населения продовольствием, отраслей национальной экономики – сырьем, в воссоздании природных ресурсов и повышении занятости населения. Однако в результате экономического кризиса объемы выпуска основных видов продукции из рыбы и других водных живых ресурсов существенно уменьшились, роль рыбного хозяйства в продовольственном обеспечении государства снизилась. Физиологически обоснованная годовая потребность в рыбе и рыбной продукции (20 кг на душу населения) составляет около 1 млн. тонн. На момент 2004 г. средний уровень потребления достиг лишь немного больше 8 кг на год. По данным исследований, на начало 2005 г. в Украине потреблялась гораздо меньше рыбы, чем в странах Восточной Европы. Средний уровень потребления не превышал 8 кг на год, тогда как в странах Восточной Европы – 14 кг, в Японии – 90 кг.

Через резкое сокращение объемов финансирования в рыбном хозяйстве появились угрожающие тенденции. В первую очередь это связано с ухудшением технического состояния оборудования, быстрыми темпами его морального и физического старения и выходом из строя основных фондов предприятий [1].

В 2004 году была разработана государственная программа развития рыбного хозяйства Украины до 2010 г. В Программе проведен анализ состояния существующей рыбной отрасли. По ее результатам констатируется факт снижения уровня материально-технического обеспечения рыбного хозяйства. Большинство судов, машин и механизмов отработали амортизационные сроки, значительно повысились расходы на их ремонт и техническое обслуживание. В связи с ростом разницы в паритете цен на продукцию из рыбы и других водных живых ресурсов, снижением платежеспособности рыбохозяйственных предприятий ими не осуществляется закупка современных рыбопромышленных и других судов, новой техники.

В соответствии с вышеуказанной Программой государством было запланировано на 2008–2010 гг. – максимально освоить и эффективно использовать внутреннюю сырьевую базу, в частности:

загрузить созданную базу холодильников и рыбоперерабатывающих предприятий сырьем внутренних водоемов и Азово-черноморского бассейна и продукцией отечественного рыбопромышленного;

увеличить частицу отечественных производителей в общем объеме снабжения рыбы на внутренний рынок и удовлетворение спроса на нее;

сформировать структуры рыбопромышленного производства, в которых основной составляющей является переработка, а не объемы сырья;

стимулировать экспорт готовой продукции отечественного производства.

Выполнение Программы должно обеспечить интенсивное развитие инфраструктуры рынка рыбы.

К сожалению, о стабильности политики государства в области рыбного хозяйства Украины говорить не приходится, хотя бы в связи с очень частыми сменами руководства данного ведомства.

В настоящее время до сих пор используются экологически опасные технологии и оборудование. Рыба – продукт сезонный, в связи с чем требует длительного (шесть–девять месяцев) хранения. Оптимальная температура хранения – минус 24–26 градусов Цельсия, но в Украине не более 7 % складских холодильных площадей, которые могут обеспечить такой температурный режим. Следует отметить, что именно качество продукции служит важнейшим фактором успешного развития рынка. Растет спрос на рыбную продукцию, произведенную по новым технологиям, из свежего сырья, расфасованную в удобную упаковку, полуфабрикаты: филе, стейки, сурими.

В корне изменить ситуацию может только объединение усилий заинтересованных сторон – бизнеса и государства, в том числе на строительстве сети современных холодильников и перерабатывающих предприятий.

По информации Государственного комитета рыбного хозяйства Украины по состоянию на 13.07. 2010 г. в рыбной отрасли функционируют 396 субъекта хозяйственной деятельности, из них 153 предприятия разной формы собственности, которые осуществляют консервное и пресервное производство из рыбы и морепродуктов. Общий ассортимент их изделий составляет около 3000 наименований.

Таблица 1 – Информация относительно состояния работы субъектов хозяйственной деятельности, которые осуществляют консервное и пресервное производство

Области	Количество предприятий	Консервы, туб.	Пресервы, туб.
Киевская область	21	–	254484,9
Николаевская область	4	981,0	–
Херсонская область	1	6147,3	–
Полтавская область	7	–	4302,0
Донецкая область	4	570,5	74,9
Винницкая область	17	1200453,5	784185,3
Хмельницкая область	8	–	107226,8
Одесская область	11	666,5	4499,1
Черниговская область	2	–	835,9
Луганская область	4	–	693,848
Черкасская область	5	8768,8	1722,0
Житомирская область	8	–	4852,2
Сумская область	2	–	853,779
Львовская область	1	–	267,9
Кировоградская область	3	–	464,357
Ровенская область	12	–	7293299,5
Запорожская область	4	1888104,2	676431,0
АР Крым	23	8005593,6	1991698,3
Харьковская область	5	2949840,0	1136,5
Днепропетровская обл.	3	11705,6	904,0
Закарпатская область	1	–	–
Черновицкая область	3	–	2547,4 3290,5899,85
Волынская область	1	–	3290,588
Тернопольская область	3	–	99,85
Всего	153	14 072831,0	11 146473,4

Спад производства в рыбоперерабатывающей отрасли в первую очередь связан со значительным прыжком цен па импортированное сырье (замороженную и охлажденную рыбу), на отечественные комбикорма, на технологическое оборудование.

В связи с нестабильной выплатой заработной платы слоям населения очень резко сократился сбыт рыбопродукции в торговой сети.

По данным специалистов рыбной отрасли Украины основная проблема в работе сегмента на сегодня – не острая нехватка сырья и даже не проявления недобросовестной конкуренции, а прежде всего, "отвыкание" нашего потребителя, в особенности средневозрастной и молодой группы, от активного потребления консервированных рыбопродуктов. Именно популяризация данной группы рыбопродуктов – это и есть основная задача на сегодня, которая должна в первую очередь объединить производителей рыбных консервов, поскольку эта проблема является общей для всех.

Можно много писать и говорить о проблемах рыбной отрасли, но остается обсудить один из самых важных факторов развития данной отрасли. И фактором этим является – потребитель, для которого качество и безопасность стоят на одном из первых мест.

В соответствии с Конституций Украины ст. 42 «…государство защищает права потребителей, осуществляет контроль за качеством и безопасностью продукции и всех видов услуг и работ…».

Государственные функции по защите прав потребителей в соответствии с п. 15 ст. 106 Конституции Украины возложены на центральный орган исполнительной власти со специальным статусом – Государственный комитет Украины по вопросам технического регулирования и потребительской политики.

Техническое регулирование – правовое регулирование отношений в сфере управления, применения и выполнения обязательных требований к продукции или связанным с ней процессам, системам и услугам, персоналу и органам, а также проверка их соблюдения путем оценки соответствия и/или рыночного надзора [2].

Главными составляющими технического регулирования как основы защиты прав потребителей являются системы стандартизации, метрологии и сертификации.

Стандартизация – это деятельность, которая состоит в установлении положений для общего и многоразового использования настоящих и возможных задач с целью достижения оптимальной степени соответствия продукции, процессов и услуг их функциональному назначению, устранению барьеров в торговле и способствованию научно-техническому сотрудничеству.

Поскольку техническое регулирование является составляющей государственной стратегии, его следует рассматривать и как составляющую государственного и экономического суверенитета страны.

Украина приводит национальную систему технического регулирования к признанной в мире, европейской модели, т.е. к нормам и правилам, принятым в странах-членах ЕС. Этот факт отмечен в отчете Европейской экономической комиссии ООН за 2003 г.

В Евросоюзе создана система технического регулирования, которая на сегодня в мире рассматривается как наиболее эффективная модель для международного сотрудничества, поскольку изначально создавалась для формирования единого экономического пространства.

Со вступлением в 2008 г. во Всемирную торговую организацию (ВТО), Украина приняла правила игры, которые действуют на мировом рынке и с целью преодоления технических барьеров в торговле со странами-членами ВТО, взяла на себя обязательство к 2012 г. реформировать национальную систему технического регулирования.

Адаптация законодательства является приоритетной составляющей процесса интеграции Украины в Европейский Союз. Адаптация законодательства – это процесс приведения законов Украины и других нормативно-правовых актов в соответствие с ACQUIS COMMUNAUTAIRE, которая фактически является правовой системой ЕС (Закон Украины «Об общегосударственной программе адаптации законодательства Украины к законодательству Европейского Союза» от 18 марта 2004 г 1629, которая создавалась и развивалась в течение более 50 лет [4] и содержит 14 тысяч различных видов правовых актов и более 9 тысяч решений суда ЕС. ACQUIS COMMUNAUTAIRE включает акты законодательства ЕС, принятые в рамках Европейского содружества,

В переводе с французского ACQUIS означает «Достояние Содружества». Понятие ACQUIS означает прежде всего наиширочайший круг нормативных актов, практик и обычаев ЕС, которые имеют разную правовую силу.

В соответствии со ст. 249 Договора такими актами являются регламенты, директивы, решения, рекомендации и заключения.

Регламент имеет общее использование, является обязательным во всех своих элементах и имеет прямое действие во всех странах-членах ЕС [3].

С принятием Верховной Радой законов «О стандартизации», «О подтверждении соответствия», «О метрологии и метрологической деятельности», «Об аккредитации органов по оценке соответствия», «О стандартах, технических регламентах и процедурах оценки соответствия», национальная система техни-

ческого регулирования начала адаптироваться к международным, в первую очередь, европейским требованиям. Основное внимание сконцентрировано на внедрении европейских директив «Нового подхода», гармонизации национальных стандартов с международными и европейскими. Одна из основных задач технического регулирования Украины – гармонизация национальных стандартов с требованиями Европейского законодательства.

Директивы являются обязательными для каждого государства-члена ЕС, которому она адресована, касаемо результатов, которые необходимо достигнуть. Государства-члены имеют возможность самостоятельно выбирать средства достижения необходимого результата, беря во внимание социально-экономическую ситуацию в стране. На практике это означает принятие национально нормативно-правового акта, который содержит положения, направленные на имплементацию директивы. Поэтом понятно, что сама директива была выбрана как инструмент адаптации законодательств государств-членов с целью соответствующего внедрения и функционирования общего рынка Содружества (ст. 94 Договора об основании Содружества) [3].

Европейские директивы должны внедряться в Украине в качестве технических регламентов. Технический регламент, как нормативно-правовой акт, принятый органом государственной власти, устанавливает обязательные требования по устранению угрозы для национальной безопасности; защиты жизни, здоровья и имущества человека; защиты животных, растений и окружающей среды и др. Под каждый утвержденный регламент следует обнародовать перечень национальных стандартов, обеспечивающих соответствие с требованиями регламентов.

В странах ЕС свободное перемещение товаров базируется на основе «Нового подхода» к технической гармонизации и стандартизации (принят Советом Европы 7 мая 1985 г.) и «Глобального подхода» в сфере оценки соответствия (принят Советом Европы 21 декабря 1989 г.). Такие подходы реализуются через соответствующие инструменты – директивы ЕС, которые также утверждаются Советом Европы.

Основные принципы «Нового подхода» сводятся к следующему:

в директивах на продукцию задают обязательные для выполнения общие (существенные) требования безопасности;

задачи установления конкретных характеристик возлагаются на европейские стандарты, которые являются добровольными для применения;

продукция, изготовленная согласно требованиям гармонизированных с директивой ЕС европейских стандартов, рассматривается как соответствующая существенным требованиям директивы (принцип презумпции соответствия);

продукция может быть размещена на рынке ЕС только после процедуры оценки соответствия;

надзор за рынком обеспечивают государственные органы.

В соответствии с законодательством Украины стандарты являются добровольными (при вступлении с силу технических регламентов). Но в настоящее время технические регламенты на пищевую продукцию, в том числе и на рыбную продукцию в Украине отсутствует. Из чего следует, что национальные стандарты пока являются обязательными для выполнения.

За 2008-2009 г было принято 13 национальных стандартов (ДСТУ и ДСТУ ГОСТ) на рыбу, рыбную продукцию и нерыбные объекты промысла, из которых 8 принято «методом обложки» (ДСТУ ГОСТ). Данные стандарты во многом не включают требования Европейского законодательства, не являются гармонизированными, а в целом повторяют требования ранее существующих нормативных документов, разработанных в бывшем СССР. Требования к безопасности рыбной продукции, заложенные в «новых» стандартах, соответствуют Медико-биологическим требованиям и санитарным нормам качества сырья и пищевых продуктов № 5061, разработанных и введенных в действие Министерством здравоохранения СССР в 1989 году.

Национальные стандарты Украины на рыбу и рыбную продукцию – это очень детально сформулированные технические требования, которым во всех отношениях должна отвечать продукция. Они не направлены на окончательный результат (гарантирование безопасности продукции при конкретных условиях ее использования). Стандарты требуют использования конкретных материалов, конкретного дозирования и тому подобное и имеют целью обеспечение однообразия.

Система технического регулирования Украины, так же, как и системы других стран СНГ, построенная на постсоветской системе, и существенно отличается от того, что понимают под стандартизацией, сертификацией или оценкой соответствия в Европе и в странах с развитой экономикой. Национальной системе технического регулирования недостаёт риск-ориентированного подхода.

В отличие от мировой практики, в Украине разработка стандартов является прерогативой не индустрии, ради повышения ее конкурентоспособности, а государства – с целью контроля.

Все страны нуждаются в адекватных программах контроля пищевых продуктов, для обеспечения безопасности и качества.

Одной из программ, призванных устранить риски для здоровья, связанные с употреблением пищевых продуктов, а впоследствии и сократить растущее в данное время количество зарегистрированных случаев инфекционных заболеваний и отравлений пищевыми продуктами, является Система Анализа и управления критическими точками контроля (HACCP).

По мнению сотрудника департамента по рыболовству и аквакультуре ФАО (Helga Josupeit) очевидно, что основной движущей силой в изменении норм в отношении качества рыбы и ее безопасности стали требования основных импортеров (Европейский Союз, США и Япония). Это оказало воздействие на ранее принятую систему контроля качества пищевых продуктов, основанную на принципах системы анализа рисков и критических контрольных точек (HACCP). Сегодня в мире наблюдается тенденция к принятию подхода оценки безопасности пищевых продуктов, основанного на оценке риска, что поддерживается Кодексом Комиссии по продуктам питания (Codex Alimentarius). Поскольку все страны частники АРЕС являются членами данной Комиссии, общая концепция безопасности пищевых продуктов и качества, последующая разработка и принятие норм странами-участницами АРЕС основывается на рекомендациях профильных комитетов Комиссии. Эти концепции безопасности и качества также закреплены в Кодексе поведения в целях ответственности рыболовства ФАО, особенно в параграфах 6 и 11. В международной рыбной торговле общепризнано, что принятые во всем мире и повсеместно реализованные системы качества и безопасности рыбы, основанные на принципах HACCP, значительно способствовали повышению безопасности и качества рыбы и рыбной продукции, предлагаемой на международных рынках. Это также привело к усилению прозрачности и согласованию среди торговых партнеров их систем безопасности и качества, которая учитывает всю производственно-сбытовую цепочку. Возросшая тенденция по внедрению систем, основанных на оценке риска, в странах импортерах получает одобрение, особенно в крупных странах. Эти системы основываются на анализе рисков через оценку рисков в качестве основы для снижения риска и управления. Третий важный критерий это связь рисков с потребителями.

Практическое использование международных Норм и правил применительно к национальной рыбной промышленности потребует внесение некоторых изменений и поправок, ориентированных на местные условия и особые требования потребителя. Нормы и правила относительно рыбы и рыбопродуктов Codex Alimentarius относятся к культивированию, промыслу, разделке, обработке, производству продукции, хранению, транспортированию и реализации рыбы, моллюсков и других водных беспозвоночных и продуктов, вырабатываемых из морских и пресноводных источников пищевого назначения.

Естественно, что действующие системы HACCP на предприятиях рыбной отрасли, которые соответствуют действующему законодательству Украины и гармонизированным (впоследствии) национальным стандартам с европейскими требованиями, должны являться предпочтительным фактором при разработке программ контроля органами, на которые государством возложены функции контроля. Контроль должен происходить по упрощенной схеме, при условии действующей на предприятии системы HACCP. Примером могут служить схемы оценки продукции и подтверждения ее соответствия, которые соответствуют европейским.

Важной составляющей в этом контексте является государственная политика по созданию условий национальным органам технического регулирования для гармонизации украинского нормативного обеспечения с международным, достижения инновационного обеспечения, так как все чаще возникает потребность в необходимости подтверждения соответствия продукции, услуг, процессов и систем качества внутри страны и за пределами Украины.

Прежде всего, необходимо рассмотреть проблему распределения полномочий и прав между ключевыми субъектами технического регулирования – государством и бизнесом, особенно в законодательно регулируемой сфере.

При наличии всех типов внутреннего рынка рыбы и рыбной продукции в Украине необходимо ставить вопрос о протекционистской защите при помощи системы технического регулирования как элементе национальной экономики. Такая протекционистская защита является чрезвычайно важным процессом, который требует взвешенного и профессионального подхода при его использовании. Отказ от такой протекционистской защиты приводит к тому, что страна теряет возможность адекватного противодействия давлению со стороны других стран и отстаивания национальных интересов. Таким образом, государство перестает быть суверенным в выборе форм и методов реализации, стоящих перед ним задач.

Литература

1. Закон України Про Загальнодержавну програму розвитку рибного господарства України на період до 2010 року (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2004, N 22, ст.313) м. Київ, 19 лютого 2004 року N 1516-IV).
2. Закон України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» від 01.12.2005 № 2164-IV).

3. Методичі настанови з питань адаптації законодавства України до acquis communautaire. – К.: ТОВ «Ніка-Прінт», 2005. – 128 с.
4. Ницкий договор и расширение ЕС / Министерство юстиции Украины, Центр сравнительного права; наук. Ред. С. Шевчука – К.: Логос, 2001.

УДК 664.34.022.3:664.959.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СУХОГО ПОСОЛА ШПРОТА ЧЕРНОМОРСКОГО С ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНОЙ ХЛОРИДА НАТРИЯ

Маноли Т.А. к.т.н., доцент, Памбук С.А. к.т.н., ассистент, Дарчук Е.В., студент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Статья содержит исследования, направленные на разработку способа посола шпрота черноморского, который позволил бы снизить количество хлорида натрия в готовой продукции. Рассмотрено влияние массовой доли хлорида калия на качество соленой рыбопродукции.

The article contains researches, directed for development of method of salting the Black Sea sprat, which would allow to reduce the amount of chloride of sodium in the in the finished product. Influence of mass stake of chloride of potassium is considered on quality salt fish product.

Ключевые слова: соленая рыбопродукция, посольная смесь, хлорид натрия, хлорид калия.

Функциональные продукты, продукты лечебно-профилактического направления, продукция из экологически чистого натурального сырья – будущее пищевой промышленности [1, 4].

В развитых странах среди многих видов пищевого продовольствия функциональные продукты питания, производимые в промышленных масштабах, составляют от 17 до 25 %. Активно ведутся разработки по созданию новых продуктов с функциональными свойствами, обладающих широким лечебно-профилактическим и лечебно-терапевтическим спектром применения. Ежегодно производство функциональных продуктов питания увеличивается на 15-29 %. Рыночный объем продуктов функционального питания в Японии превышает в 10 раз рынок лекарственных препаратов и биологически активных добавок к пище. По прогнозам специалистов, доля функциональных пищевых продуктов через 15-20 лет достигнет 30 % всего продовольственного рынка.

Для производства функциональных продуктов из всех видов пищевого сырья растительного и животного происхождения значительным потенциалом перспективности обладают биологические ресурсы морей и океанов. Рыбы, моллюски, ракообразные, иглокожие, млекопитающие, водоросли и другие виды гидробионтов содержат все жизненно важные и необходимые для нормальной жизнедеятельности организма человека макро- и микронутриенты: белки, пептиды, нуклеиновые кислоты, минеральные вещества и витамины, липиды, включая полиненасыщенные жирные кислоты омега-3 ряда (присущие только гидробионтам), БАВ, каротиноиды, токоферолы и другие компоненты, что обеспечивает биологическую и пищевую полноценность изготавливаемой из них пищевой продукции [1, 4].

Среди разнообразия продукции, изготавливаемой из гидробионтов, доля соленой рыбопродукции составляет около 10 %. Наряду с термическим консервированием, замораживанием и охлаждением посол является одним из распространенных способов обработки рыбы.

В основе посола лежит подавление активности автолитических процессов и жизнедеятельности микроорганизмов, вызывающ их распад белков и других органических соединений. Соленые продукты приобретают способность сохраняться в течение длительного времени. Учитывая специфический букет, приобретаемый соленым продуктом во время созревания, такая продукция пользуется высоким спросом у потребителя, активно следящего, в свете современных тенденций, за своим здоровьем и проявляющего внимание к продуктам своего питания.

О том, что поваренная соль в избытке вредна, не знает только ленивый. Большинство из нас даже смогут сразу назвать те болезни, при которых ее потребление нужно свести к нулю. Это атеросклероз, гипертония, сахарный диабет, многие болезни почек - список можно было бы продолжить. Хлористый натрий не приносит пользы и здоровому организму. Он задерживает жидкость, способствует появлению отеков, лишнего веса, в крови заметно возрастает количество липидов, усиливается чувствительность нервной системы, активизируется выведение калия – микроэлемента, важного для работы сердца. Калий укрепляет сердечную мышцу, немного разжижает кровь, нормализует сердечный ритм. Калий участвует

в ферментативных процессах организма. К тому же этот минерал активно взаимодействует с натрием. И если последнего в организм поступает слишком много, калий нейтрализует его вредное воздействие. При нашем сумасшедшем ритме жизни это очень важно. Ведь, кроме поваренной соли, натрий содержится во многих продуктах: консервах, колбасе, сосисках.

Обычные пищевые рационы, как правило, содержат избыточное количество хлорида натрия. Частичная замена хлорида натрия при посоле рыбы имеет преимущества перед традиционным посолом, поскольку такие продукты питания могут позволить себе люди с болезнями, при которых употребление пищевой соли следует сводить к минимуму [2, 3, 6].

Суточной нормой потребления хлорида натрия Всемирная организация здравоохранения считает 3 грамма. Обычные пищевые рационы, как правило, содержат избыточное количество натрия. Суточная потребность взрослого человека в калии составляет 2 - 3 г.

Цель данной работы – разработка рецептуры посольной смеси с частичной заменой хлорида натрия хлоридом калия при посоле кильки черноморской, определение влияния соли хлорида калия на изменение физико-химических и органолептических показателей готовой продукции. В качестве сырья использовали наиболее массовый объект промысла в Азово-Черноморском бассейне шпрот черноморский (Sprattus sprattus phalericus).

Необходимым условием разработки или совершенствования технологии является определение параметров технологических процессов. Для осуществления сухого посола используют посольную смесь, в состав которой внесен хлорид калия в количестве 30, 40, 45, 55, 60 %. Посол осуществляют массовой доли хлорида натрия 3 % в мышечной ткани. В ходе технологической обработки контролировали изменение массы сырья. Определение изменения массы рыбы в ходе просаливания проводили по достижении массовой доли соли в рыбе 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0 %. Данные исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение массы шпрота черноморского при сухом посоле

Массовая доля NaC1 в рыбе, %	Массовая доля хлорида калия в посольной смеси, %						
	0	30	40	45	50	55	60
	Уменьшение массы рыбы, %						
0,5	4,2	4,1	4,1	4,2	4,1	4,1	4,1
1,0	3,2	2,5	2,5	2,5	2,6	2,4	2,4
1,5	2,6	2,5	2,6	2,4	2,5	2,4	2,5
2,0	2,3	2,0	1,9	2,0	2,1	2,0	2,0
2,5	1,9	1,3	1,3	1,2	1,1	1,4	1,3
3,0	1,8	1,1	1,2	1,2	1Д	1,1	1,1

Внесение неспецифических добавок в посольную смесь существенно влияет на изменение основных физико-химических и органолептических показателей соленой рыбопродукции. К основным физико-химическим показателям относят водоудерживающую способность мышечной ткани и буферность. Водоудерживающую способность мышечной ткани и буферность определяли при достижении массовой доли соли в мышечной ткани шпрота от 0,5 % до 3 % с шагом 0,5 %. При этом массовая доля хлорида калия в посольной смеси менялась от 0 % до 60 %. Данные экспериментальных исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели шпрота черноморского

Массовая доля хлорида калия в посольной смеси, %	ВУС, %	Буферность, °
0%	69,75	100...110
30%	71,51	105...115
40%	71,51	110...118
45%	71,23	112...126
50%	70,88	120...138
55%	70,52	130...140
60%	70,48	130...145

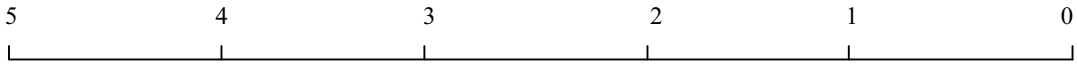
Приведенные данные свидетельствуют о соответствии экспериментальных образцов показателю буферности соленой рыбопродукции, произведенной с использованием традиционной посольной смеси. Буферность в пределах 110 - 145 ° соответствует созревшей соленой рыбопродукции. Изменение состава посольной смеси внесением определенной доли хлорида калия не влияет существенным образом на ВУС.

В среднем во всех образцах значение ВУС находится в пределах 70 %, что также соответствует образцам, полученным по традиционной технологии.

Важными показателями качества соленой рыбопродукции является органолептитческие характеристики, к которым относят вкус, запах, консистенцию мышечной ткани. При определении органолептических показателей шпрота черноморского слабосоленого использовали метод профилограмм, который является наиболее информативным и позволяет подобрать соотношение компонентов посольной смеси [5]. Целью этого исследования явилось определение позитивного негативного влияния внесения хлорида калия в посольную смесь на составляющие общего восприятия соленой рыбопродукции.

Для исследования влияния внесения хлорида калия на профиль вкуса соленой рыбопродукции был выбран перечень терминов, которые описывали составляющие вкуса: 1 – соленый; 2 – кисловатый; 3 – горьковатый; 4 – солодковатый; 5 – щелочной; 6 – порочащий.

Для оценки интенсивности проявления каждой составляющей предложена пятибалльная шкала с градацией от "не ощущается" до "ярко выраженный". Шкала для оценки интенсивности составляющих вкуса соленой рыбы представлена на рисунке 1.

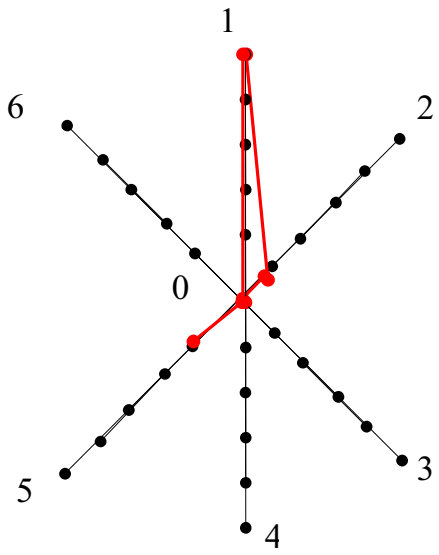


0 – не ощущается; 1 – едва; 3 – слабо; 4 – умеренно; 5 – ярко выраженный.

Рис. 1 – Шкала для оценки интенсивности составляющих вкус соленой рыбы

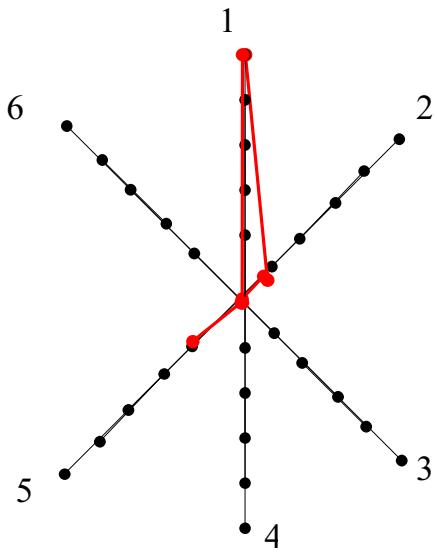
Общее впечатление от показателя после оценки по пятибалльной шкале откладывалось на вертикальном луче профилограммы. При помощи предложенных описательных характеристик были исследованы образцы слабосоленого шпрота черноморского с определенной массовой долей хлорида калия в посольной смеси.

Результаты комплексной органолептической оценки представлены на профилограммах (рис. 2, 3, 4, 5).



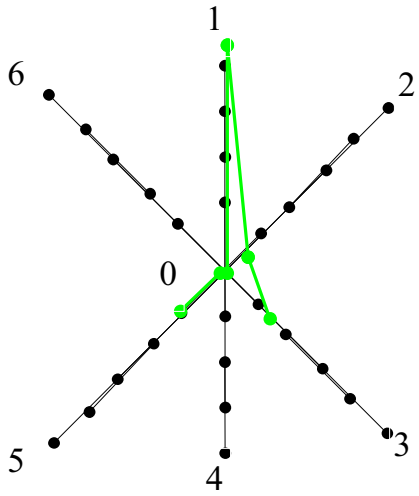
1 - соленый вкус; 2- кисловатый вкус; 3- горьковатый вкус; 4- солодковатый вкус; 5- щелочной вкус; 6- порочащий вкус.

Рис. 2 – Профилограмма вкуса слабосоленого шпрота черноморского сухого посола смесью с массовой долей хлорида калия 0 %



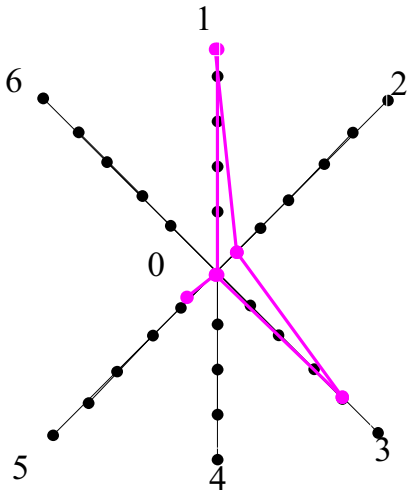
1 - соленый вкус; 2- кисловатый вкус; 3- горьковатый вкус; 4- солодковатый вкус; 5- щелочной вкус; 6- порочащий вкус.

Рис. 3 – Профилограмма вкуса слабосоленого шпрота черноморского сухого посола смесью с массовой долей хлорида калия 30 %



1 - соленый вкус; 2- кисловатый вкус; 3- горьковатый вкус; 4- солодковатый вкус; 5- щелочной вкус; 6- порочащий вкус.

Рис. 4 – Профилограмма вкуса слабосоленого шпрота черноморского сухого посола смесью с массовой долей хлорида калия 45 %



1 - соленый вкус; 2- кисловатый вкус; 3- горьковатый вкус; 4- солодковатый вкус; 5- щелочной вкус; 6- порочащий вкус.

Рис. 5 – Профилограмма вкуса слабосоленого шпрота черноморского сухого посола смесью с массовой долей хлорида калия 60 %

Из профилограмм вкуса следует, что внесение хлорида калия в посольную смесь при производстве слабосоленой рыбопродукции способствует появлению негативных эффектов в органолептике готового продукта, т.е. более ярко проявляются горьковатые оттенки. Наиболее ярко горьковатый привкус выражен в образцах с массовой долей хлорида калия выше 45 %, особенно в образце, где массовая доля хлорида калия в посольной смеси составляет 60 %. Наблюдается прямопропорциональная зависимость мебжду горечью вкуса и содержанием хлорида калия в посольной смеси.

Таким образом, на основании полученных результатов органолептических исследований слабосоленого шпрота черноморского, можно рекомендовать использование посольной смеси с массовой долей хлорида калия не более 45 %. При такой композиции посольной смеси не наблюдается четко выраженного негативного влияния на вкусовые свойства готовой продукции.

Литература

1. Абрамова Л.С. Пути рационального использования сырьевых ресурсов рыбного хозяйства // Пищевая промышленность. – 2004. – №3. – С. 6–8.
2. Антилов Н.Н., Фисик В.И. Авторское свидетельство кл. A23 B 3/01, 1973.
3. Дулимова Н.В., Скупова И.П. Авторское свидетельство SU 1634223 A1 кл. A23 B 4/023, 1980.
4. Кулик П.В. Концепция развития аквакультуры в Украине // Семінар "Перспективи України у сфері добування, вирощування і переробки морепродуктів". – 2007.
5. Сафронова Т.М. Органолептическая оценка рыбной продукции: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1985. – 216 с.
6. Технология продуктов из гидробионтов: Учебник. Доп. Гос. комитетом РФ по рыболовству для студ. вузов/ Артюхова С.А., Богданов В.Д., Дацун В.М., и др,, Под ред.: Сафроновой Т.М., Шендерюка В.М.– М: Колос,2001.– 496 с.

УДК 613.184:247.1:274

КРІОМЕХАНОАКТИВАЦІЯ ЯК СПОСІБ ОТРИМАННЯ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ РОЗЧИННИХ ПОРОШКІВ ІЗ ГРИБІВ ПЕЧЕРИЦІ

Павлюк Р.Ю.[1], д-р техн. наук, професор, Погарська В.В.[1], канд. техн. наук, доцент, Наконечна Ю.Г.[2], канд. техн. наук, доцент, Барабаш А.Ю.[1], студент, Леухіна Л.В.[3], науковий співробітник, Гураль Л.С.[4], канд. техн. наук, доцент
[1]Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків
[2]Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава
[3]Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків
[4]Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розроблена нанотехнологія дрібнодисперсних порошкоподібних БАД із грибів печериці, яка від традиційних технологій отримання порошків відрізняється використанням процесів кріодеструкції та кріомеханоактивації, що дозволяють зруйнувати протеїн хітиновий комплекс грибів та додатково вилучити у вільний стан біля 70 % білку, 15 % хітину, 30 % легкозасвоюваних полісахаридів, трансформувати за рахунок механолізу біля 75 % білку до вільних амінокислот і отримати порошок в наноструктурованій розчинній та легкозасвоюваній формі з рекордними характеристиками.

A nanotechnology finely powdered BAA of mushrooms, which from traditional technologies to produce powders using different processes of cryodestruction and kriomechanoactivation that allowing destroy the protein polysaccharide complex and mushroom extract additional to the free state, about 70% protein, 15% chitin, 30% digestible polysaccharides transform with mechanical destructuring by about 75% of the protein to free amino acids and obtain nanostructured powder in soluble and easily digestible form with record characteristics.

Ключові слова: кріомеханоактивація, наноструктуровані порошки, гриби печериці, протеїн хітиновий комплекс, механодеструкція, механоліз, транс формація, вільні амінокислоти, легкозасвоювана форма.

В даний час в міжнародній практиці в харчовій промисловості гостро стоїть проблема розробки високих технологій, в тому числі нанотехнологій, що дозволяють зробити процес обробки харчових продуктів більш ефективним (з високим збереженням біологічно активних та поживних речовин), збільшити вилучення цільових компонентів, запровадити ресурсозберігаючі процеси, безвідходні технології та отримати продукти з новими властивостями. Завданням високих технологій є вивчення впливу різних технологічних прийомів на природні мікро - та наномасштабні об'єкти: клітини, пори, капіляри, нанокомплекси різних біологічно активних речовин (БАР) з біополімерами та складні важкогідролізуємі комплекси різних рослинних біополімерів і їх трансформацію в біодоступну розчинну форму. Реалізація новітніх технологій дозволить отримати продукти харчування з принципово новими характеристиками, які неможливо досягти традиційними способами.

Перспективними об'єктами для розробки нанотехнологій є плоди, овочі та гриби з метою створення із них добавок – БАД та функціональних продуктів (пюреподібних та порошкоподібних) з рекордним вмістом низькомолекулярних БАР, що знаходяться в легкозасвоюваній формі. Актуальність даної проблеми пов'язана з тим, що однією із важливих тенденцій розвитку харчової промисловості в міжнародній практиці є виробництво вітамінних, антиоксидантних та протеїнових добавок і продуктів функціонального призначення, які спрямовані на профілактику різних захворювань, на зміцнення захисних сил організму людини до дії різних несприятливих факторів, що пов'язано з екологічною ситуацією у світі. В Україні спостерігається дефіцит таких добавок та функціональних продуктів, що є джерелами натуральних вітамінів, повноцінних білків, незамінних амінокислот, природних антиоксидантів, мінеральних речовин, полісахаридів та інш.

Особливе місце серед БАД займають добавки в формі порошків, які одночасно виступають як смакові, ароматичні добавки та наповнювачі. За даними ЮНЕСКО, у міжнародному прогнозі «Харчування. XXI століття», розробка і використання в продуктах харчування натуральних БАД та смакових ароматичних добавок з високим вмістом БАР визнано привалюючим напрямком. В Україні, спостерігається дефіцит таких БАД. У зв'язку з цим розробка нових натуральних порошкоподібних БАД із різних видів рослинної сировини та грибів та їх використання під час виготовлення харчових продуктів є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки в міжнародній практиці з'явилась низка БАД із грибів. Особливістю грибів, так як і лікарської рослинної сировини, є те, що вони мають здатність здійснювати на організм людини виражену терапевтичну дію, виявляють імуномодулюючі та протипух-

линні властивості. Лікувальні та профілактичні властивості грибів пов'язані з особливостями їх хімічного складу. Вони відрізняються високим вмістом повноцінного білку (до 25 %), незамінних амінокислот, низькомолекулярних фенольних сполук (до 2 %), полісахаридів (до 25 %), вітамінів, ненасичених ароматичних речовин та інших БАР. Крім того, в грибах міститься лецитин, який перешкоджає відкладенню холестерину на стінках судин і захищає їх від атеросклерозу. Розповсюджене застосування грибів, які мають багатовікову історію, в даний час спостерігає виражену тенденцію до зростання масштабів їх використання в харчовій та фармацевтичній промисловості, і це характерно для багатьох країн світу. За даними японських вчених одним із найбільш перспективних грибів для отримання БАД є гриби печериці *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Pilbt, **Agaricus Blazei** Murill**,** *Lentinus edodes* (Berk.) Sing та ін., які культивуються в багатьох країнах світу. Більшість БАД отримують на основі плодових тіл грибів та їх міцелію. Недоліком сучасних традиційних способів отримання порошків із грибів є значні втрати БАР та ароматичних речовин, що призводить до погіршення якості кінцевого продукту. Відомо, що білки грибів важко засвоюються організмом людини. Це пов'язано з тим, що білок у грибах знаходиться у комплексі з хітином, глюканами і мінеральними солями (Si, Ca, Mg, та ін.), які стерично перекривають доступ до пептидних зв'язків білка, що перешкоджає його гідролізу соляною кислотою і травним соком до окремих амінокислот і засвоюваності у шлунково-кишковому тракті. У зв'язку з цим актуальним є пошук таких технологічних прийомів обробки грибів, які дозволяють зруйнувати білок полісахаридний (в тому числі, білокхітиновий комплекс) і активувати трансформацію білку до окремих його мономерів – амінокислот. Як такий технологічний прийом нами розглядається можливість використання кріогенного подрібнення висушених за допомогою сублімаційного сушіння грибів печериці.

В останній час в міжнародній практиці активно розвивається механохімія органічних сполук. Особливо це стосується фармації, де використання методів механічної активації та кріодеструкції дозволяє модифікувати лікарські речовини, що дає змогу підвищити їх біодоступність та зменшити дозу використання в фармпрепаратах. Проте в науковій літературі по харчовій промисловості практично відсутні дані досліджень впливу процесів кріомеханоактивації, механодеструкції та розробки технологій дрібнодисперсних наноструктурованих порошків із грибів, що знаходяться в легкорозчинній формі та легко засвоюються організмом людини.

Мета роботи – виявлення закономірностей та механізму впливу кріогенного подрібнення на руйнування складних важкорозчинних білокполісахаридних комплексів висушених грибів печериці *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Pilbt, трансформацію зв'язаних амінокислот протеїнів у вільну і розчинну форму та динаміку змін полісахаридів (легкогідролізуємих, хітину і целюлози) при отриманні дрібнодисперсних наноструктурованих порошків.

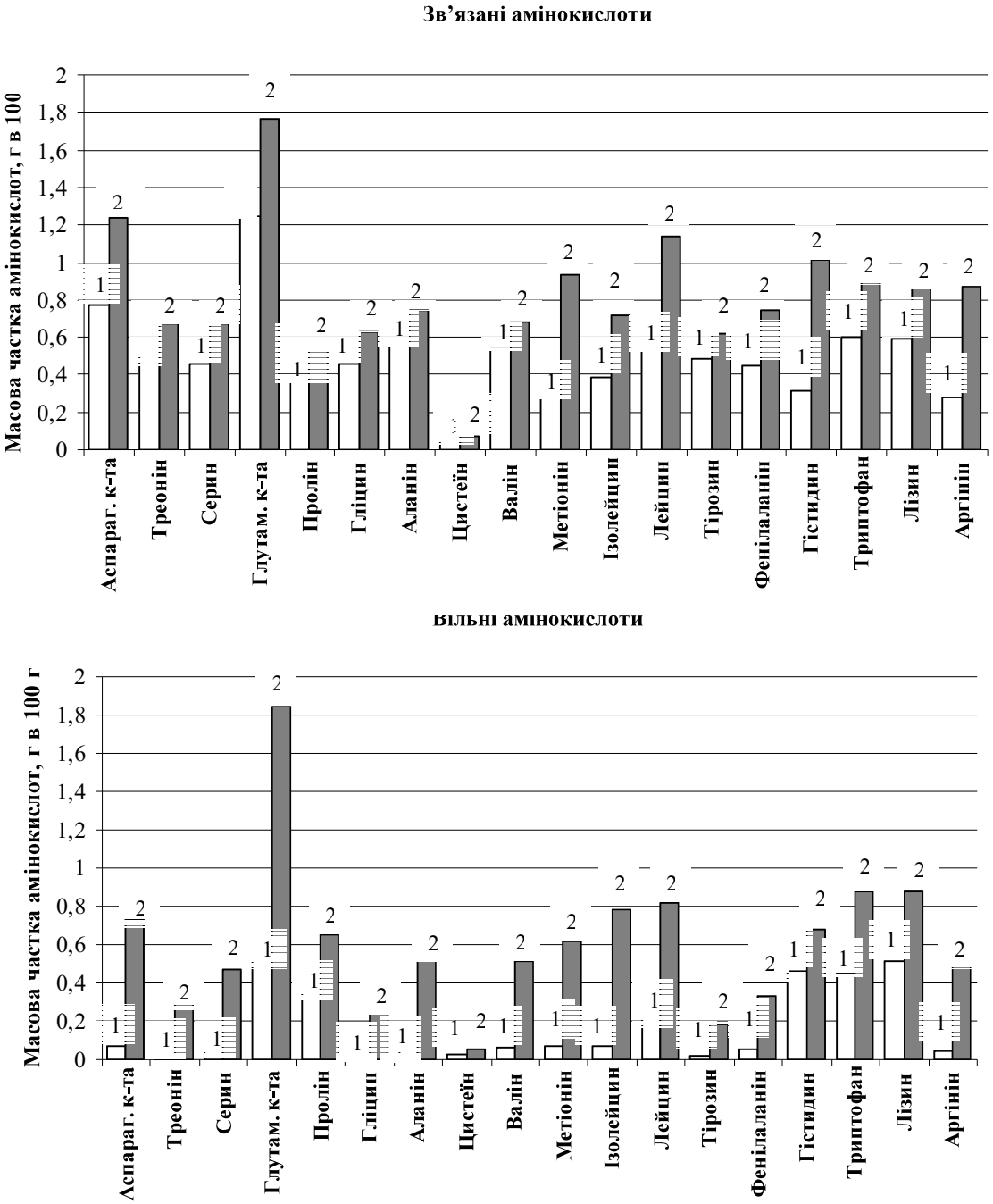
В ХДУХТ розроблена технологія дрібнодисперсних наноструктурованих порошкоподібних добавок із грибів печериці з використанням кріогенного подрібнення. Головним в роботі при створенні нової технології було не тільки повне збереження БАР, але й активація біополімерів – білків, руйнування важкорозчинного білокполісахаридного комплексу грибів та трансформацію білку за допомогою кріомеханоактивації із зв'язаного с полісахаридами стану у вільний та його механоліз до вільних амінокислот для кращого засвоєння організмом людини. Крім того, виявити вплив кріомеханоактивації і кріодеструкції на зміни полісахаридів в дрібнодисперсних порошках грибів.

Вперше розроблено спосіб деструкції та механолізу протеїн-хітинового комплексу грибів печериці при кріомеханодеструкції та механолізі протеїнів до їх мономерів – вільних амінокислот та більш повне вилильнення із комплексів легкогідролізуємих полісахаридів та вільного хітину, досліджено склад формуючих компонентів нових гетерогенних систем, надано оцінку надмолекулярній структурі білкової глобули, радіусу ядра та радіусу глобули при кріогенному подрібненні при отриманні дрібнодисперсних порошків в наноструктурованій формі.

Вперше виявлено, що використання механоактивації при кріогенному механічному подрібненні висушених грибів печериці в дрібнодисперсні БАД призводить до кріодеструкції та механолізу білків грибів до їх мономерів – вільних амінокислот на (75…76) %, тобто білок трансформується (модифікується) в наноструктуровану форму, яка на 2/3 складається із вільних амінокислот та значно краще розчиняється і засвоюється організмом людини (рис. 1, табл. 1).

Відомо що розмір молекули мономера протеїнів амінокислот складає біля одного нанометра. Таким чином, кріомеханоактивація за рахунок кріомеханодеструкції призводить до значних змін структури білкової глобули та білокхітинових комплексів, втратам їх нативної конформації та їх формування до окремих вільних амінокислот, що збільшує їх розчинність у воді та забезпечує високу засвоюваність живими організмами. Показано також, що при кріогенному подрібненні руйнується протеїн-хітинові комплекси із яких додатково вивільнюється (66,4…70,0) % амінокислот, які знаходяться у вільному стані. Так, у висушених грибах масова частка зв'язаних амінокислот складає 8,89 %, а після кріогенного подрібнення –

14,8 % (табл. 1). Також виявлено, що збільшення кількості окремих амінокислот коливалось в 1,3…3,2 рази по відношенню до вихідних грибів (рис. 1).



1 – гриби печериці сублімаційного сушіння (вихідні гриби); 2 – дрібнодисперсні порошки висушених грибів печериці після кріогенного подрібнення

Рис. 1 – Вплив кріогенного подрібнення на деструкцію білкополісахаридного комплексу грибів печериці сублімаційного сушіння та механоліз (більш повне вивільнення) зв'язаних амінокислот білку у вільну форму

Різний ступень утворення різної кількості амінокислот при кріогенному подрібненні, на наш погляд, пов'язаний зі специфікою амінокислотного складу білків.

Механізм цього процесу зв'язаний, на нашу думку, з тим, що білкові речовини у сировині (грибах печериці) знаходяться у важкорозчинних та важкозасвоюваних організмом людини комплексах з хітином та важкогідролізуємими полісахаридами, а також солями (частіше всього солями кремнію, кальцію, магнію та ін.). Кріогенне подрібнення руйнує ці комплекси, вивільнює білок із них та сприяє їх активації та механолізу. Вперше встановлено, що під час кріогенного подрібнення відбувається дезагрегація і деструкція важкорозчинних білокхітинмінеральних комплексів, механічний гідроліз білків, збільшення вільних амінокислот у 1,5…12 разів по відношенню до вихідної висушеної сировини, частина зв'язаних б-амінокислот трансформується у вільні амінокислоти (від 30 до 100 %), тобто відбувається відщеплення низькомолекулярних сполук – амінокислот (табл.1, рис. 1).

Таблиця 1 – Вплив кріогенного подрібнення на деструкцію білокхітинового комплексу висушених грибів печериці та механоліз білку до вільних амінокислот при отриманні дрібнодисперсного порошку

Назва амінокислоти	Амінокислоти білків (у зв'язаному стані)				Амінокислоти (у вільному стані)			Трансформація амінокислот білків (у зв'язаному стані) у вільну форму, % до вихідного
	у вихідних висушених грибах, г в 100 г	після кріогенного подрібнення висушених грибів, г в 100 г	додаткове вивільнення з білок . хітинового комплексу зв'язаних амінокислот білків після кріогенного подрібнення, % до вихідного	збільшення вільних амінокислот до вихідних, раз	у вихідних висушених грибах, г в 100 г	після кріогенного подрібнення висушених грибів, г в 100 г	збільшення (до вихідного) амінокислот у вільному стані після кріогенного подрібнення, раз	
Аспараг. к-та	0,77	1,24	160,0	1,6	0,07	0,73	10,0	58,8
Треонін	0,51	0,67	130,0	1,3	0,03	0,33	10,0	49,2
Серин	0,46	0,67	145,0	1,5	0,04	0,47	11,0	70,1
Глутам. к-та	1,25	1,77	140,0	1,4	0,52	1,84	3,6	103,9
Пролін	0,37	0,53	143,0	1,4	0,35	0,65	1,9	122,6
Гліцин	0,46	0,63	136,0	1,4	0,03	0,24	8,0	38,0
Аланін	0,56	0,74	132,0	1,3	0,05	0,54	10,7	72,9
Цистеїн	0,05	0,07	140,0	1,4	0,03	0,05	2,0	71,4
Валін	0,54	0,68	127,0	1,3	0,06	0,51	10,0	75,0
Метіонін	0,29	0,93	324,0	3,2	0,07	0,62	9,6	66,6
Ізолейцин	0,39	0,72	185,0	1,9	0,07	0,78	11,0	108,3
Лейцин	0,53	1,14	217,0	2,2	0,22	0,82	3,8	71,9
Тірозин	0,48	0,62	138,0	1,4	0,02	0,18	9,0	29,0
Фенілаланін	0,45	0,74	166,0	1,7	0,05	0,33	6,6	44,6
Гістидин	0,31	1,01	325	3,2	0,46	0,68	1,5	67,3
Триптофан	0,60	0,90	150,0	1,5	0,45	0,88	1,5	97,7
Лізин	0,59	0,87	148,0	1,5	0,51	0,88	1,7	101,1
Аргінін	0,28	0,87	310,0	3,1	0,04	0,49	12,0	56,3
Сума	8,89	14,8	-	-	3,07	11,02	-	74,5
Середнє значення	-	-	178,7	1,7	-	-	6,9	-

Механізм цього процесу підв'язаний з тим що при кріогенному механічному подрібненні виникають критичні енергетичні напруги, які призводять до механокрекінгу, деструкції і механолізу білокхітинового комплексу, які призводять до руйнування останніх та більш повному вилученню білку із комплексу і його механолізу за місцем пептидних, водневих зв'язків в комплексах та ін. Відбувається руйнування та

стирання глобул макромолекул білків і зменшення їх молекулярної маси. Порошок із грибів печериці після механічного подрібнення, яке супроводжується процесами механоактивації має якісно новий хімічний склад та високу розчинність, набуває нових властивостей та значно краще засвоюються білки організмом людини.

В задачу роботи входило вивчення впливу кріогенної механодеструкції на полісахариди висушених грибів печериці при отриманні з них дрібнодисперсних порошків. Встановлено, що кріогенне подрібнення викликає крідеструкцію полісахаридів та їх більш повну екстракцію із сировини. Так, наприклад, у вихідних грибах печериці масова частка легкогідролізуємих полісахаридів складає 19,5 %, в кріпорошках – 25 % (на 28,8 % більше ніж у вихідній сировині). Показано також, що кріодеструкція викликає руйнування в порошках важкогідролізуємих полісахаридів типу глюканів. В порошках їх менше на 9 % ніж у вихідній сировині (відповідно 7,9 і 7,0 %). Масова частка не гідролізуємих полісахаридів також в кріопрошках на 10 % менше ніж у вихідній сировині і складає відповідно 1,6 та 2,1 % (табл. 2).

Показано, що при кріогенному подрібненні іде механоактивація хітину, тобто вивільнення його із зв'язаного з білком стану у вільну форму (на 12…15 % більше, ніж у вихідних грибах) (табл. 2) за рахунок кріомеханодеструкції та руйнування міжмолекулярних водневих зв'язків (OH-NH_2), індукційної взаємодії, гідрофобні зв'язки (CH-CH_3), іонні (NH_3^+ - COO^-) та ін.

Таблиця 2 – Вплив кріогенної механодеструкції на полісахариди грибів печериці при отриманні з них дрібнодисперсних порошків

Масова частка полісахаридів, % до СР	Висушені гриби печериці	Наноструктуровані порошки із грибів печериці	Збереження полісахаридів, % до вихідної сировини
Легкогідролізуємі полісахариди	19,5	25,0	129,0
Важкогідролізуємі полісахаріди (типу глюканів)	7,9	7,0	88,6
Хітин	6,1	6,9	113,1
Негідролізуємі полісахариди	2,1	1,6	85,7

Висновки. Таким чином, виявлено закономірності та розкрито механізм впливу кріогенного подрібнення на руйнування складних важкорозчинних білокхітинових комплексів висушених грибів печериці *A. bisporus,* трансформацію зв'язаних амінокислот білку у вільну та розчинну форму. Встановлено, що при кріогенному подрібненні грибів відбувається руйнування білокхітинових комплексів, вивільнення білку із комплексів (на 75…78 % вище ніж у вихідній сировині), його механоліз - руйнування до мономерів – амінокислот (на 75 %) та вивільнення хітину у вільну форму (на 13…15% більше ніж у вихідній сировині), збільшення вивільнення легкозасвоюваних полісахаридів (на 28…30 %).

Показано, що наноструктуровані порошки із грибів засвоюються в 2 рази краще ніж свіжі гриби. Встановлено, що за вмістом вільних амінокислот, ароматичних речовин, фенольних сполук, дубильних речовин та легкозасвоюваних полісахаридів нові порошки з грибів печериці перевищують вихідну сировину вдвічі.

Застосування такого технологічного прийому, як дрібнодисперсне кріогенне подрібнення дозволило отримати нові порошки із грибів з принципово новими з споживчими властивостями. Розроблено ТУ на нові порошки із грибів печериць «Дрібнодисперсний порошок із грибів печериці» та проведено їх апробацію у промислових умовах НВП «Кріас-1» та НВФ «ФІПАР» (м. Харків). На основі кріодобавок із грибів печериці розроблено сухі молочні соуси, сухі грибні супи-пюре, приправи, сирні закуски, соуси, які готуються для впровадження у виробництво.

Література

1. Новые технологии витаминных углеводсодержащих фитодобавок и их использование в продуктах профилактического действия / Павлюк Р.Ю., Черевко А.И., Гулый И.С. и др. – К. – Харьков, 1997. – 285 с.

РОЗДІЛ 2

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА БАД

УДК 602.4:577.151.5:579.222

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ТРАНСГЛУТАМИНАЗЫ

Капрельянц Л.В. д-р техн. наук, профессор, Шпырко Т.В., канд. техн. наук, доц., Зиновьев А.А., асс.
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

На основании микробиологических исследований разработана технологическая схема получения гидролитического ферментного препарата трансглутаминмобаренсил. Изучены оптимальные параметры культивирования Streptomyces mobaraensis для получения ферментного препарата.

The technological process for making preparation of enzyme transglutaminmabarensil is described in the article. Optimum parameters of Streptomyces mobarensis cultivation for production of the enzyme preparation are discussed.

Ключевые слова: белоксодержащие продукты, фермент трансглутаминаза, культивирование

Постановка проблемы. Проблема обеспечения людей разнообразными, высококачественными и полноценными продуктами питания является интернациональной. Парадоксальность ситуации с нехваткой пищевого белка заключается в том, что в настоящее время человечество, располагая его значительными ресурсами (в среднем 180 г/сутки на человека), (70-80) % белка использует на кормовые цели, т.е. на развитие животноводства. Дефицитный пищевой белок представлен на (60-67) % растительным белком, (7-8) % мясным, (5-6) % рыбным, (6-7) % молочным, 5 % яйцепродуктами. В связи с этим следует напомнить, что в соответствии с медико-биологическими требованиями человеческий организм нуждается не просто в пищевом белке, а в белке полноценном (в количестве не менее 20 кг/год), содержащемся в основном в животном сырье (мясо, молоко, рыба, яйцо) и частично – в зернобобовых культурах (соя, нут, горох, фасоль).

Вовлечение в процесс производства мясных изделий изолированных белков, являющихся вторичным либо побочным продуктом в смежных с мясной промышленностью пищевых отраслях, т.е. комбинирование мяса и белковых ингредиентов, позволит получать продукты, обладающие высокой пищевой ценностью с заданными функционально-технологическими свойствами. Данный путь дает возможность повысить глубину переработки и степень использования ресурсов белка в целом без коренной перестройки производства и существенно увеличить объемы вырабатываемой продукции, обеспечивая высокое качество мясопродуктов с гарантированными экономическими преимуществами.

Анализ последних достижений. В мировой практике активно используется привлечение дополнительных, нетрадиционных источников белка, однако это не решает проблему, поскольку новые белки не всегда обладают нужными свойствами. Дополнительным источником белка могли бы стать природные белки, не используемые ранее в связи с их затруднением в выделении, после модификации в форму доступную для использования. Однако при переработке белоксодержащего сырья качество получаемых продуктов зависит от функционально-технологических свойств белков. Эти свойства в первую очередь определяются структурными особенностями белковых молекул. Таким образом, проблема, придания белоксодержащим пищевым продуктам необходимых функционально-технологических свойств, связана с поиском путей регулирования структурно-химических свойств белковых молекул. [1] Однако в процессе переработки белок претерпевает многократные изменения, и зачастую бывает трудно какими-либо методами изменить вторичную или третичную структуру белков для получения требуемых пищевых структур.

Цель работы. Актуальным является использование биотехнологических приемов для получения белоксодержащих продуктов с заданными функционально-технологическими свойствами. Для этого используют различные методы модификации белков, наиболее эффективным методом является ферментативная модификация позволяющая проводить направленное изменение свойств белков, таких как растворимость, водоудерживающая способность, эмульгирующая способность, способность к гелеобразованию и др.

Целью работы является исследование условий культивирования фермента трансглутаминазы для построения дополнительных связей в молекуле белка и разработка технологической схемы получения ферментного препарата трансглутаминмобаренсил.

Изложение основного материала исследований. Фермент глутаминтрансфераза катализирует реакции присоединения первичных аминов к остаткам глутамина, перекрестное сшивание между остатками глутамина и лизина (рис. 1), дезаминирование глютаминовых остатков.

Для пищевой промышленности наиболее интересна реакция перекрестного сшивания белковых молекул с образованием между ними ковалентных связей, с участием трансглутаминазы (глутаминтрансферазы).Глутаминтрансфераза (ГТФ, ЕС 2.3.2.13) катализирует реакцию между γ-карбоксиламидами белков или пептидов и первичныи аминами. ε(γ-глутамил)лизиновая связь образуется когда первичная аминогруппа является ε-аминогруппой в лизиновом остатке. В результате реакции сшивания образуются поперечные связи между белковыми молекулами, которые оказывают существенное влияние на физико-химические свойства белков, следовательно, и на функциональные свойства продуктов. Модификация пищевых белков трансглутаминазой приводит к получению текстурированных продуктов, изменяет растворимость и функционально-технологические свойства, позволяет получать белки высокой пищевой и биологической ценности.

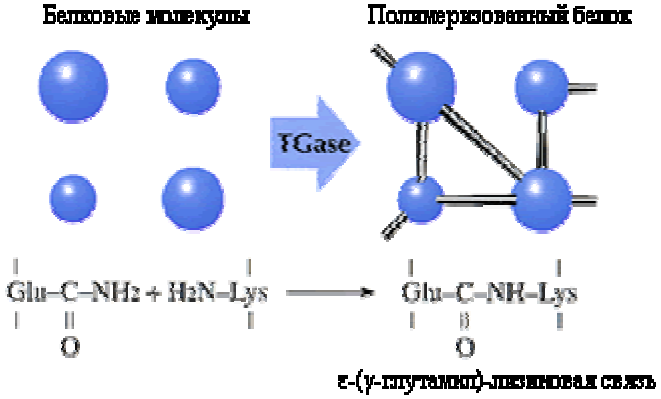


Рис. 1 – Реакция перекрестного сшивания

Субстратом для трансглутаминазы являются белки мяса, сои, пшеницы, молока, яиц, поэтому и применение трансглутаминазы может быть разнообразно – это морепродукты, мясо, молоко и зернобобовые продукты.

Получить фермент трансглутаминазу можно несколькими способами: из тканей животных, растений либо путем микробиологического синтеза, который является наиболее эффективным методом.

Главными причинами того, что именно микроорганизмы служат потенциальными продуцентами ферментов является то, что:

— они способны к генетической модификации, то есть существует возможность получения сверхпродуцентов нужных ферментов;

— экономическая выгода культивирования микроорганизмов в больших объемах в связи с использованием недорогих питательных сред и быстрого роста микроорганизмов;

— большая способность микроорганизмов приспосабливаться к разным условиям окружающей среды. [4]

Известная до недавнего времени тканевая трансглутаминаза уступает микробиологической не только в экономической эффективности производства, но и по некоторым ферментативным свойствам. Она не требует активации ионами кальция и имеет широкий диапазон действия pH и температуры.

Из литературных источников известно, что многие актиномицеты способны продуцировать микробиологическую трансглутаминазу. Из Всероссийской коллекции микроорганизмов в качестве объекта исследований был выбран микроорганизм Streptomyces mobaraensis, который является активным продуцентом транглутаминазы. [2]

Одним из этапов работы, была оптимизация состава питательных сред, а также режимов и условий культивирования микроорганизма. Было выбрано семь факторов, по которым проводились исследования – это продолжительность культивирования, температура культивирования, pH питательной среды, концентрация источников углерода, азота, витаминов, минеральных веществ. По результатам метода насыщенных планов были определены значимые факторы в пределах выбранных максимальных и минимальных значений.

Методом крутого восхождения, при фиксированных факторах (pH 7, витамины с процентной концентрацией 0,5 % и минеральные соли – 0,5 % (K_2HPO_4 и $MgSO_4$)) определяли диапазон переменных факторов. Используя план второго порядка, предварительно зафиксировав факторы источников углерода и азота на значениях 2,5 % составили уравнение зависимости активности фермента в культуральной жидкости от периода культивирования и температуры. Было установлено, что процесс биосинтеза фермента заканчивается на третьи сутки, т.к. увеличение активности в культуральной жидкости и процесс накопления биомассы заканчиваются одновременно [3]. На основании полученных результатов разработана технология производства ферментного препарата трансглутаминмобаренсил Г10х, которая включает следующие этапы (рис.2):

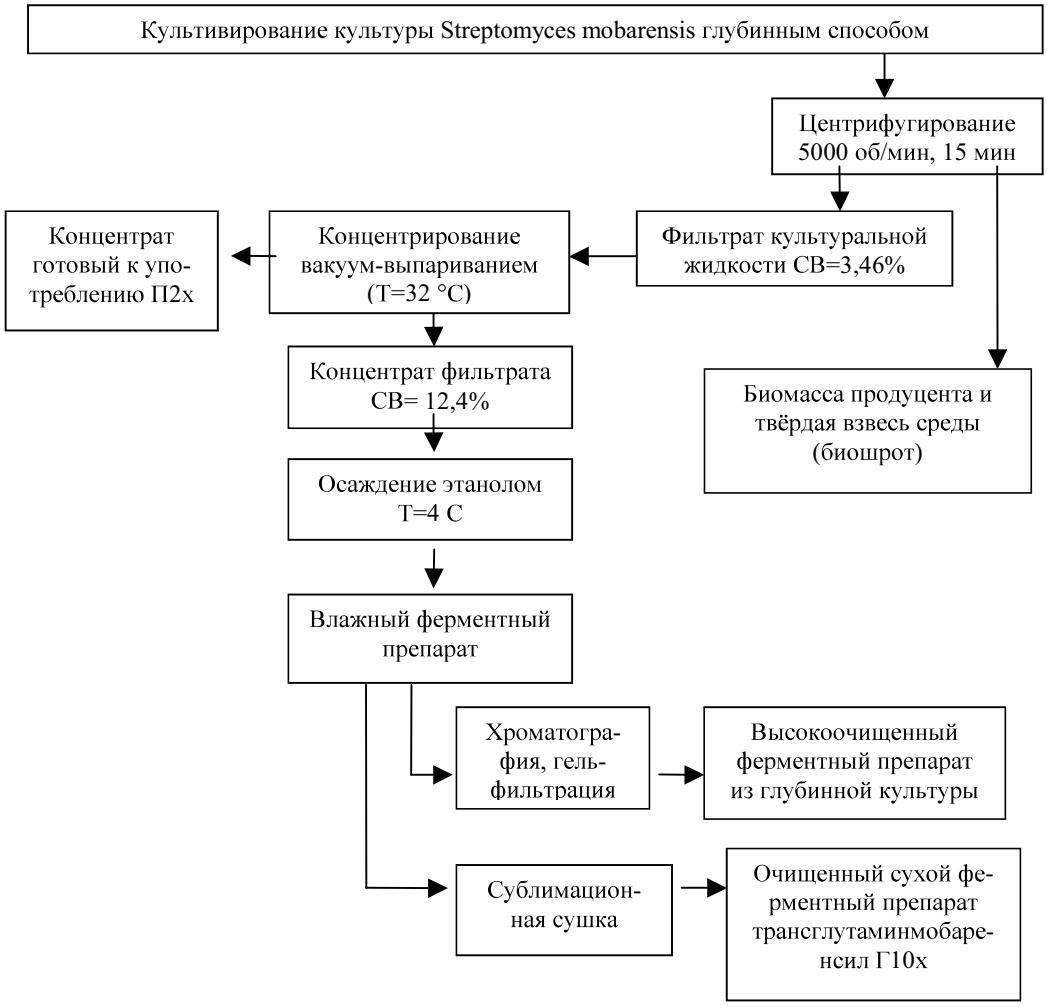


Рис. 2 – Принципиальная технологическая схема получения гидролитического ферментного препарата трансглутаминмобаренсил Г10х

— культивирование культуры Streptomyces mobarensis глубинным способом. Культивирование культуры Streptomyces mobarensis происходит в ферментерах на крахмало-пептонной среде при температуре 30±1 °С и pH 7,0-7,2 в течении 3 суток;

— центрифугирование. Полученную культуральную жидкость содержащую фермент центрифугируют для отделения клеток (n=5000 с-1, τ=15 минут);

— концентрирование вакуум-выпариванием. Полученный после центрифугирования фильтрат культуральной жидкости с содержанием сухих веществ 5,17 % поступает на концентрирование вакуум-выпаривтель. Вакуум-выпаривание проводили на роторном выпарном аппарате фирмы «ROT VAC EVAPORATOR» при температуре 37 °С, до получения концентрата фильтрата с содержанием сухих веществ 12,4 %;

— осаждение органическими растворителями. Полученный после вакуум-выпаривания концентрат фильтрата глубинной культуры осаждается органическими растворителями. Осаждение проводится этанолом при pH 6,0; t=5 °С; τ= 30 мин. до образования осадка с содержанием сухих веществ 23,42 %;

— катионно-обменная хроматография. Полученный после осаждения органическими растворителями влажный фермент подвергается дальнейшей очистке через катионнообменную смолу «КУ-2-8»;

— гельфильтрация. Полученный препарат подвергается гель-фильтрации. Гельфильтрацию проводили на сефадексе G-75 фирмы Pharmacia при pH 4,5 со скоростью (30-35) $см^3$/час.

Осадок фермента с содержанием влаги приблизительно 77 % подвергали высушиванию лиофильно. Сушку проводили в лиофилизатре (Лабормаш ВНР). Нижняя температура составила -30 °С, верхняя

+40 °С, τ= 8 ч. В результате сушки получали ферментный препарат с содержанием сухих веществ 95,44±2,63 %.

В таблице 1 представлены результаты отчистки ферментного препарата от сопутствующих ферментов и балластных веществ культуры Streptomyces mobarensis.

Таблиця 1 – Стадии отчистки ферментного препарата

Стадия очистки	Объем, мл	Общее количество белка, мг	Общая активность, ед	Удельная активность ед/мг белка	Степень очистки	Выход
Культуральна жидкость	1000,00	1780,00	470,00	0,26	1,00	100,00
Отделение биомассы, концентрирование	340,00	1610,00	460,00	0,29	1,08	97,87
Осаждение этанолом, растворение в воде	145,00	650,00	390,00	0,60	2,27	82,98
Катионно-обменная хроматография	120,00	640,00	360,00	0,56	2,13	76,60
Гельфильтрация	30,00	230,00	340,00	1,48	5,60	72,34
Лиофилизация	10,00	17,00	240,00	14,12	53,47	51,06

В готовом ферментном препарате исследовали сопутствующие активности по стандартным методикам. Значительной посторонней активности не выявлено, данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сопутствующие активности ферментного препарата

Активность протеолитических ферментов по гидролизу БАПНА	pH-9	0,646 мккат/кг сух. в-ва
Активность нейтральной протеазы (казеин)	pH-6	85,01 нкат/кг сух. в-ва
Активность кислой протеазы (гемоглобин)	pH-3,5	89,9 нкат/кг сух. в-ва

Препараты, полученные по двум схемам, отличающимися глубиной очистки фермента трансглутаминазы от балластных веществ, характеризовались следующими активностями: I – 1,48 ед/г, II – 14,12 ед/г.

Выводы

В результате проведенных операций получили ферментный препарат с глютаминтрансферазной активностью, который позволяет сшивать белковые молекулы, тем самым позволяя получать качественные белковые продукты с заданными функционально-технологическими свойствами.

Литература

1. Капрельянц Л.В., Зиновьев А.А. Трансглутаминазы: Получение и использование в пищевых технологиях. Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: ОНАХТ, 2006. – Вип. № 29. – С. 23 – 27.
2. Ando H., Adachi M., Umeda K. Perification and Caracteristics of novel transglutaminase derived from microorganisms //Agric.Biol. Chem – 1998.- V53.-P. 2613-1617.
3. Капрельянц Л.В., Зиновьев А.А. Использование фермента трансглутаминазы в пищевых технологиях, источники получения. Матеріали IX Українського біохімічного з'їзду 24-27 жовтня 2006 р., Том 2, Харків С. 149-150
4. Василевская И.А. Актиномицеты – продуценты биологически активных веществ.– Киев : Вища школа, 1979 -34 с.

УДК 579.67:613.29

МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАГАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АДСОРБЕНТІВ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Капрельянц Л.В., д-р техн. наук, професор, Тіщенко В.М., канд. техн. наук, доцент,
Шалигін О.В., асистент, Гоцуленко М.І., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті розглянуто питання визначення та узагальнення поверхневих характеристик адсорбентів природного походження та одержання емпіричних рівнянь

The questions are regarded at the article: surface characteristics of natural adsorbent are determined and summarized, the empirical equations have bean obtained.

Ключові слова: функціональні продукти харчування, харчові волокна, адсорбція, адсорбат.

Сучасний етап розвитку вітчизняної харчової промисловості обумовлюється проблемою сьогодення – здоров'ям нації України. Відсутність систематичного отримання та вживання продуктів, повноцінних за калорійним складом та вмістом основних фізіологічних інгредієнтів, приводить до дисбалансу біохімічних реакцій організму та психосоціальної поведінки людини. Вирішити питання можливо шляхом формування раціонів харчування згідно з потребами населення (вікова група, темп життя) і збільшення об'ємів виробництва функціональних продуктів харчування, здатних скорегувати порушення мікробіоценозу та підтримати гомеостаз організму [1, 2]. Щороку зростає кількість ксенобіотиків у навколишньому середовищі, збільшується кількість захворювань, пов'язаних з його екологічним станом, при цьому значно знижується ефективність фармакологічних принципів корекції здоров'я людини. На цьому фоні зростає значущість сорбційної дієтотерапії, яка спрямована на виведення з організму людини шкідливих речовин і патогенних мікроорганізмів. У цьому ракурсі особливу цікавість становлять природні рослинні компоненти біополімерів целюлози, геміцелюлози, лігніну, які здатні виконувати функцію ентеросорбентів у харчовому раціоні людини.

Аналіз інформаційного поля та наукових досліджень фахівців з питань здорового харчування є підставою для твердження про те, що необхідним складником раціону людини є харчові волокна (ХВ). Утримання від їх споживання може розвинути цукровий діабет, зайву вагу, атеросклероз та інші захворювання. Також відомо, що харчові волокна (ХВ) здатні до адсорбції та виведення токсинів з організму. Основною перевагою при виробництві ХВ з погляду ресурсо- та енергозбережних технологій є можливість використання біотехнологічних способів, а також застосування в якості сировини для їх виробництва відходів харчової та переробної промисловості, що дозволяє отримати вагомий економічний ефект. Адсорбційні властивості сорбентів обумовлені наявністю розвиненої поруватої структури, яка має достатньо велику активну поверхню. Останній факт пояснює здатність адсорбента утримувати гази, рідину, пари або речовини, які знаходяться у розчині.

Відомо, що ХВ взаємодіють із середовищем шляхом адсорбції; існує декілька загальних характеристик адсорбції, які б задовільно пояснювали процес стосовно не тільки певного адсорбенту, але й групи харчових волокон, споріднених, наприклад, за своїм походженням.

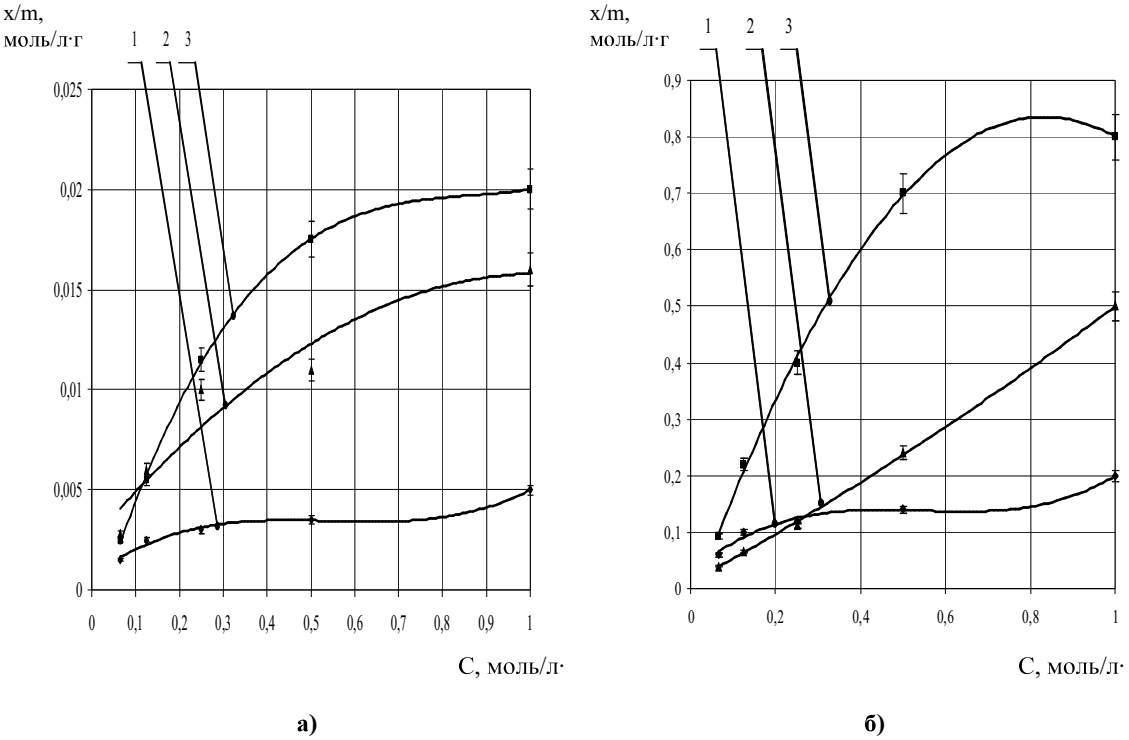
Метою даної наукової роботи є узагальнення поверхневих характеристик та одержання ряду емпіричних рівнянь, які описують процес адсорбції низькомолекулярних речовин на ХВ. Реалізація ідеї складається з наступних етапів:

- селекція харчових волокон та їх фракціонування за розміром часток;
- створення модельної системи типу адсорбент – адсорбат;
- проведення процесу адсорбції (адсорбат – харчові кислоти);
- визначення кількісних характеристик адсорбції [3 – 6];
- обробка експериментальних даних з використанням апарату математичної статистики.

В якості адсорбентів було обрано ХВ природного походження – біополімерний комплекс цукрового буряку, висівки пшениці, жом цукрового буряку [7]. Адсорбат – оцтова кислота. Температура під час проведення досліджень була постійною і дорівнювала 25±1 °С. Для дослідження використовували ХВ заданої дисперсності у межах 0,25 – 1 мм. Акцентування уваги на таких значеннях розмірів частинок, що пов'язане з подальшою іммобілізацією ферменту на поверхні ХВ (результати дослідів не входять в рамки цієї роботи). Розділення ХВ на фракції, які мають відповідні розміри, здійснювали, використовуючи різні сита. Розчини адсорбтивів (оцтової кислоти) готували з крижаної оцтової кислоти і атестовували їхню концентрацію методом об'ємного титрування з використанням розчину гідроксиду калію, приготовлено-

го з використанням фіксоналів. Адсорбцію проводили протягом 1 години [4]. Розрахунки граничної адсорбції проводили з використанням фундаментальних рівнянь Френдліха та Ленгмюра. Рівняння описують процеси мономолекулярної адсорбції та містять ряд констант [6].

На рис. 1 (а, б) наведені криві залежності адсорбції від концентрації адсорбату.



а) **б)**

1 – жом цукрового буряку; 2 – висівки пшеничні; 3 – біополімерний комплекс цукрового буряку; (а – схід сита № 1 мм, б – схід сита № 0,25 мм)

Рис. 1 – Залежність адсорбції оцтової кислоти на біополімерних адсорбентах від її концентрації

Найбільш характерними для адсорбції є залежності 3 (біополімерний комплекс цукрового буряку). Є підстави припускати, що подібна субстанція схильна до суто фізичної адсорбції з заповненням поверхні та утворенням адсорбційного і дифузійного шарів. Для жому цукрового буряку крива (рис. 1 а, б) адсорбція протікає ступінчасто і можливим є варіант кластерної адсорбції з локальним заповненням ділянок поверхні з відповідною поверхневою енергією. Подальше зростання адсорбції при значеннях концентрації 0,7…0,75 (для двох рисунків) можна пояснити заповненням ділянок з іншим значенням поверхневої енергії, не виключним є факт перебудови поверхневого шару.

Для висівок пшениці ступеня дисперсності 1 мм (крива 2) адсорбція схожа на варіант з біополімерним комплексом цукрового буряку. Випадок з ХВ нагадує варіант з полімолекулярною адсорбцією (теорія Поляні), коли після утворення мономолекулярного шару адсорбція не зупиняється.

На основі проведених експериментальних досліджень і одержаних відповідних адсорбційних характеристик розглянемо таку параметричну схему процесу адсорбції (рис. 2). Загальновідомою є інформація щодо впливу окремих факторів на процес адсорбції [6]. Ряд констант, які є однозначними функціями від температури [6]. Останній факт обґрунтовує вибір температури як фактора, який здатен вплинути на значення адсорбції. Якщо має місце хемадсорбція, то показник активності іонів водню впливає на константу дисоціації функціональних груп біополімерної матриці, а відповідно, на адсорбційні властивості. Ступінь дисперсності адсорбенту визначає його питому поверхню і є також впливовим фактором.

Для випадку з адсорбцією з модельного середовища, роль якого виконує оцтова кислота (лабораторні умови), за умов ізотермічності процесу, два фактори можна зафіксувати та провести дослідження у випадку часткової ізофакторіальності. Відомо, що такі дві характеристики, як температура і pH та концентрація і pH, є достатньо корельованими, тобто мають властивість мультиколінеарності. Останній факт може призвести то нестійкості коефіцієнтів одержаних емпіричних рівнянь.

Врахуємо останнє і зафіксуємо такі два фактори: T = 298 K, pH = 3,2…4. Заплановані граничні умови звужують рівень універсальності перспективних математичних моделей, але підвищують рівень їх адекватності.

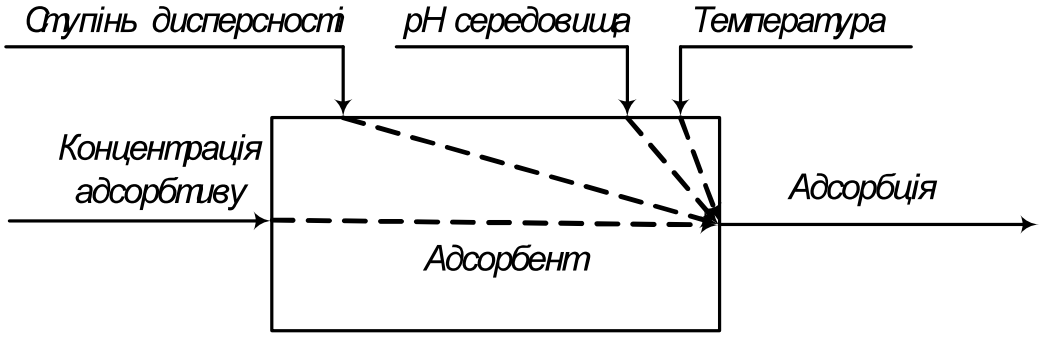


Рис. 2 – Повнофакторна параметрична схема процесу адсорбції

Беручи до уваги все це, можна перейти до простішої параметричної схеми (рис. 2).

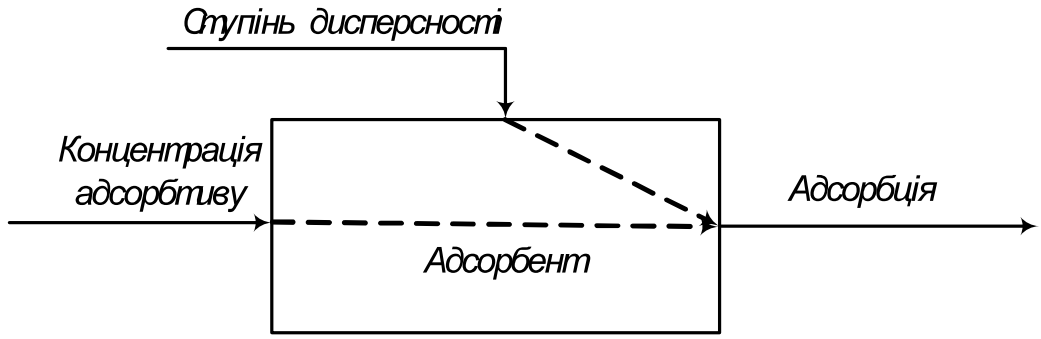


Рис. 3 – Скорочена параметрична схема процесу адсорбції

На підставі одержаних даних виведено емпіричні рівняння, які описують вищевказані залежності (рис. 1).

Для ступеня дисперсності (1 мм)

$x/m = 0{,}019C^3 - 0{,}031C^2 + 0{,}0163C + 0{,}0007$, $R^2 = 0{,}988$ – жом цукрового буряку

$x/m = -0{,}0128C^2 + 0{,}0262C + 0{,}0024$, $R^2 = 0{,}931$ – висівки пшеничні

$x/m = 0{,}0305C^3 - 0{,}0797C^2 + 0{,}0712C - 0{,}0019$, $R^2 = 0{,}9995$ – біополімерний комплекс жому цукрового буряку.

Для ступеня дисперсності (0,25 мм)

$x/m = 0{,}7584C^3 - 1{,}2383C^2 + 0{,}6525C + 0{,}0274$, $R^2 = 0{,}988$ – жом цукрового буряку;

$x/m = 0{,}0798C^2 + 0{,}4093C + 0{,}0116$, $R^2 = 0{,}9995$ – висівки пшеничні;

$x/m = -1{,}2517C^2 + 2{,}0852C - 0{,}0331$, $R^2 = 0{,}9992$ – біополімерний комплекс жому цукрового буряку.

Розробили план типу 2^2 і одержали повнофакторне рівняння яке побудовано на підставі аналізу властивостей біополімерного комплексу цукрового буряку.

$$\frac{x}{m} = 0{,}23 + 0{,}18\frac{C - 0{,}533}{0{,}468} - 0{,}22\frac{D - 0{,}625}{0{,}375} - 0{,}17\frac{C - 0{,}533}{0{,}468}\cdot\frac{D - 0{,}625}{0{,}375} \qquad (1)$$

Інтервал варіювання факторів C 0,065…1 моль/м^3, D 0,25…1 мм

На підставі одержаних результатів можна прогнозувати адсорбційні властивості при заданих значеннях відповідних факторів. Наведені рівняння дозволяють розраховувати значення такого параметра як адсорбція при заданому значенні концентрації адсорбтиву і відповідних значеннях температури і pH середовища. Повнофакторне рівняння дозволяє оптимізувати процес при заданій вхідній характеристиці.

Вся одержана інформація дає можливість оцінювати ефективність адсорбенту, одержаного з біополімерів рослинного походження.

Література

1. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти/ Л. В. Капрельянц, К. Г. Іоргачова. – О.: Друк, 2003. – 333 с.
2. Геммицеллюлозы/ М.С. Дудкин, В.С. Громов, Н.А. Ведерников С.К. и др. – Рига: Зинатне, 1991. – 488 с.
3. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. Изд. 2-е, перераб и доп. – М.: Химия, 1976. – 512 с.
4. Фролов Ю.Г. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии/ Ю.Г. Фролов, А.С. Гродский, В.В. Назаров. – М.: Химия, 1986. – 216 с.
5. Алесковский В.Б. Физико-химические методы анализа/ В.Б. Алесковский, В.В. Бардин, М.И. Булатов и др. – Л.: Химия, 1988. – 376 с.
6. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – М.: Химия, 1982. – 400 с.
7. Пат. 26442. Україна, МПК A23L 1/0524. Спосіб одержання харчової добавки з адсорбційною здатністю/ Л.В. Капрельянц, М.І. Гоцуленко – № u 2007 03843; заявл. 06.04.2007; опубл. 25.09.2007, Бюл. № 15.

УДК 664.002.35 : 573.6

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ ОЛИГОСАХАРИДОВ ПРЕБИОТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ И ИХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Безусов А.Т., д-р техн. наук, проф., Пилипенко И.В., канд. техн. наук, ассистент,
Средницкая З.Ю., старший научный сотрудник
Одесская национальная академия пищевых технологий

Регуляция клеточного метаболизма путём внешнего воздействия на клубни Helianthus tuberosus L. Позволяет индуцировать синтез специфических полифруктозанов с целью увеличения их содержания в сырье и разработки эффективного способа их извлечения

The cells metabolism regulation of root Helianthus tuberosus L. by outer influence indicates the specific polyfructosans synthesis for their contents increasing, and searching ways for effective obtaining polyfructosans

Ключевые слова: топинамбур, инулин, инулиноподобные вещества, инулаза, полифруктозаны

В настоящее время изучению пребиотического действия олигосахаридов уделяется большое внимание. Создана Европейская комиссия по неперевариваемым олигосахаридам – ENDO (European comission on non-digestible oligosaccharides). В соответствии с положениями, выдвигаемыми ENDO, пребиотические эффекты олигосахаридов реализуются по следующим направлениям: увеличение числа и активности бифидо- и лактобактерий, оптимизация функции кишечника, увеличение абсорбции кальция, магния и др. металлов, модуляция липидного метаболизма, снижение уровня холестерина и триглицеридов, предотвращение развития рака кишечника.

На мировом рынке появляется все большее число пищевых добавок и продуктов функционального питания, содержащих олигосахариды, что отражает перспективность данного направления для коррекции нарушений микробиоценоза у человека.

Нормальная микрофлора кишечника является одним из барьеров на пути экзогенной инфекции - участвует в обезвреживании токсинов, ограничивая болезнетворность токсигенных бактерий, попадающих в кишечник, и их размножение. Наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности микрофлоры возникают уже в дистальных отделах тонкой кишки, куда не попадают секреты желудка и поджелудочной железы, некоторые компоненты желчи, бактериостатические и бактерицидные эффекты которых ослабевают по мере приближения к толстому кишечнику.

На фоне дисбактериоза попавшие в организм возбудители кишечных заболеваний или условно-патогенные микроорганизмы в высокой концентрации быстро заселяют слизистую оболочку тонкой и толстой кишки, разрушая эпителиальные клетки и проявляя выраженный антагонизм по отношению к аутомикрофлоре. Развивается воспаление, что приводит к снижению продукции жирных кислот с короткими цепями, подавляющих рост патогенных микроорганизмов.

Несмотря на то, что кишечная микрофлора достаточно устойчива к переменам в диете, стрессам, в ряде случаев кишечник меняет свою микрофлору, реагируя на разнообразные нарушения гомеостаза. Это приводит к нарушениям нормальной микрофлоры кишечника, называемым дисбактериозом. В случае же развития изменений не только среди бактерий, но и среди других представителей сапрофитной микрофлоры используют термин "дисбиоз". Дисбактериоз регистрируется у большинства больных с патологией желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) инфекционной и неинфекционной природы, у пациентов и реконвалесцентов после острых вирусных и бактериальных инфекций некишечной локализации, при хронических воспалительных и аллергических заболеваниях, лучевой болезни, у онкобольных, а также на фоне применения цитостатиков и антибиотиков.

Поддержание нормальной микрофлоры может осуществляться тремя путями:

а) применение эубиотиков – препаратов, содержащих живые бактерии и предназначенных для восстановления состава микрофлоры. Их действие сводится к искусственному заселению кишечника коли-, лакто- и бифидобактериями специфических, а также искусственно выведенных штаммов и другими микроорганизмами, вытеснению благодаря этому болезнетворных штаммов и восстановлению нормального биоценоза.

б) использование пробиотиков. Под этим подразумеваются не только средства, содержащие живые микроорганизмы, но также и вещества микробного, растительного и животного происхождения, оказывающие при естественном способе введения благоприятные эффекты на физиологические функции, биохимические и поведенческие реакции организма хозяина через оптимизацию его микроэкологического статуса. Термин "пробиотики" имеет более широкое значение, нежели эубиотики.

в) использование пребиотиков – веществ, являющихся субстратным и энергетическим материалом для нормальной микрофлоры и оказывающих пробиотическое действие. Наиболее распространенные бифидогенные факторы – моносахариды и олигосахариды, которые являются источником энергии для микроорганизмов. Например, лактоза, которой богато молоко, наиболее активно метаболизируется лактобациллами и бифидобактериями. N-ацетилглюкозамин, содержащийся в женском, но отсутствующий в коровьем молоке, стимулирует рост бифидобактерий. Это способствует опережающему размножению бифидобактерий и их повышенному содержанию в кишечнике новорожденных при естественном вскармливании.

При рассмотрении особенностей препаратов, содержащих сапрофитную микрофлору, ее компоненты или метаболиты, следует отметить невозможность полной адаптации стартерных культур по генетическим характеристикам (генетические различия между отдельными штаммами молочнокислых бактерий огромны, что крайне важно для реализации их биологического эффекта) к собственной микрофлоре. Микробиоценозы современных организмов содержат многочисленные комбинации простейших симбиотических ассоциаций. На формирование микробной экосистемы человека затрачены миллионы лет эволюции.

В связи с этим конструирование адекватного пробиотика для конкретного индивидуума является сложной задачей.

Пробиотики должны разрабатываться и назначаться с учетом высокой видо- и индивидуальной специфичности микрофлоры. В действительности соответствие этому требованию имеется лишь в части происхождения штамма – по видовой принадлежности донора.

Известно, что у 7 % работников фабрик по производству бактерийных препаратов через 5 лет работы развивается аллергический дерматит. В научной литературе описаны случаи развития аутоиммунных заболеваний на фоне лечения препаратами лактобактерий. Последние способны увеличивать гистидинкарбоксилазную активность, что приводит к усилению выброса гистамина и других биологически активных аминов. Иммуномодулирующий эффект пробиотиков зависит от исходного иммунологического статуса больного. Предотвращение развития аллергических реакций гарантированно может быть достигнуто лишь при использовании аутопробиотиков. В данном случае штаммы нормальной микрофлоры изолируются от конкретного индивидуума и используются для коррекции его микроэкологии. Однако указанный способ неприемлем для массового применения в условиях фармацевтических производств.

Оптимальным подходом к коррекции дисбиозов является применение пребиотиков – веществ, необходимых для роста и размножения микроорганизмов, присутствующих в пищеварительном тракте хозяина. Стимулировать рост аутоштаммов путем введения бифидогенных факторов, то есть пребиотиков,

более физиологично, нежели вводить эубиотики экзогенно. Список веществ, обладающих пребиотическим действием, достаточно обширен.

Приведем основные группы веществ:

— алифатические спирты: ксилит, сорбит;
— моносахариды: мелибиоза, ксилобиоза, раффиноза;
— олигосахариды: лактулоза, лацитол, соевый олигосахарид, фруктоолигосахарид, галактоолигосахарид, изомальтоолигосахарид, гентиолигосахарид;
— полисахариды: пектины, пуллулан, декстрин, инулин;
— ферменты: β-галактозидазы микробного генеза, протеазы сахаромицетов;
— пептиды: соевые, молочные;
— аминокислоты: валин, аргинин, глутаминовая кислота;
— антиоксиданты: витамины А, С, Е, α- и β-каротин, глутатион, убихинон, соли селена;
— ненасыщенные жирные кислоты: эйкозопентаеновая кислота;
— органические кислоты: пропионовая, уксусная, лимонная;
— растительные и микробные экстракты;
— разные: лецитин, пара-аминобензойная кислота, лизоцим, пищевые волокна, лактоферрин (содержится в женском молоке, естественным путем стимулирует рост микрофлоры у младенца), глюконовая кислота, крахмальная патока, экстракты водорослей.

В мировой практике наибольшее коммерческое значение имеют олигосахара (их получают прямой экстракцией естественных полисахаридов из растительного сырья, гидролизом растительных полисахаридов или путем энзиматического синтеза) и пищевые растворимые волокна типа инулина. В США в сутки человек потребляет 3–4 г олигосахаридов. К ним относят соединения, молекулы которых построены из остатков моносахаридов, соединенных О-гликозидными связями. Строго разграничить олигосахариды и полисахариды сложно, поскольку природные углеводы представлены почти непрерывным рядом соединений от моносахаридов до высших полисахаридов.

С методической точки зрения олигосахаридными соединениями считают те, которые содержат 8–10 моносахаридных звеньев, а к полисахаридным относят более высокомолекулярные сахара.

Как было сказано выше, важнейшим источником олигосахаридов являются продукты частичного гидролиза полисахаридов, при этом полисахариды расщепляются на олигомерные фрагменты. Кроме кислотного гидролиза используют ферментативное расщепление с помощью полисахаридаз. Принципиальным преимуществом ферментативного гидролиза перед кислотным является его специфичность. Базовая группа олигосахаридов получается из сахара, который выделяют из натуральных сахаров.

Олигофруктоза, получаемая частичным энзиматическим гидролизом инулина, имеет степень полимеризации менее 10 (рафтилоза, Orafti).

В реакции, катализируемой 1,2-фруктан 1-фруктозилтрансферазой с сахаром в качестве субстрата, получается низкомолекулярный олигосахарид со степенью полимеризации менее 4 – фруктоолигосахарид (неосахар или актилайф, Beghin-Meji Industries, Paris, Франция). Короткоцепочечные фруктоолигосахариды – смесь олигосахаридов, содержащих глюкозу, связанную с фруктозой (количество моносахаридных звеньев n=4). Олигосахарид, состоящий из остатка галактозы и остатка фруктозы, называется лактулоза ("Лактулоза сироп", Италия, "Лактофильтрум", Россия) [1].

Олигосахариды в природе подвергаются расщеплению с помощью ферментов, катализирующих расщепление гликозидных связей – гликозидаз. Эти ферменты обычно индуцируются, то есть их выработка стимулируется добавлением субстрата ферментов.

Микроорганизмы кишечника утилизируют олигосахариды с помощью гликозидаз, и введение олигосахаридов приводит к увеличению продукции и усилению активности этих ферментов. Для многих гликозидаз характерно также и трансферазное действие, то есть они способны катализировать не только гидролиз гликозидной связи, но и перенос моносахаридного остатка с образованием нового олигосахарида. Из сказанного следует, что олигосахариды – не только энергетический субстрат для микроорганизмов кишечника, но, видимо, они запускают каскад ферментативных реакций.

Сравнительное изучение фруктанов в качестве пребиотиков показало, что чем короче цепь полисахарида, тем меньше специфичность ферментации определенными микроорганизмами кишечника. Поэтому использование синтетических низкомолекулярных фруктоолигосахаридов обеспечивает более эффективную ферментацию многими микроорганизмами кишечника.

Фруктозоолигосахарид (ФОС) – смесь три-, тетра- и пентасахаридов глюкозы и фруктозы, входит в состав ряда коммерческих препаратов: Бифидо Бак и незарегистрированные в Украине средства: Neosugar, NutraFlora, Actilight. Промышленное производство путем энзиматического преобразования

сахарозы осуществляет фирма Meiji Seika, производственные площади которой имеются в Японии, Южной Корее, Таиланде. Основной потребитель продукта – Япония (75 % общего объема на сумму один миллиард иен), остальное экспортируется в США и Францию.

Согласно данным японских исследователей [2], причиной существенного снижения смертности от рака толстой кишки в Японии по сравнению с североамериканцами (16 и 25 случаев на 100 000 соответственно) является широкое использование NutraFlora. Полагают, что антиканцерогенное действие NutraFlora реализуется за счет снижения уровня (глюкуронидазы, гидролазы, гликолевой кислоты, ферментов, отвечающих за увеличение риска развития рака.

Фруктоолигосахариды входят в состав более 500 японских продуктов и считаются стратегическим продуктом для поддержания здоровья нации. Французы вводят фруктоолигосахариды в состав йогурта "Данон". В США выпускают 2 йогурта с фруктоолигосахаридами. Средняя цена суточной дозы фруктоолигосахаридов для потребителя составляет 60 центов.

Фруктоолигосахариды получают микробиологическим синтезом с использованием сахарозы и *Aspergillus niger*, причём 450 г фруктоолигосахаридов стоит 5-9 долларов. Голландским ученым удалось имплантировать ген синтеза фруктоолигосахаридов в сахарный тростник. Пищевые волокна сахарного тростника, накапливающего фруктоолигосахариды, создают дополнительные поверхности для адгезии и размножения бифидобактерий.

Стоимость получения фруктоолигосахаридов из трансгенного сахарного тростника в 5-10 раз ниже микробиологического метода.

Трансгалактозилированные олигосахариды (TOS). Смесь три-, тетра-, пента- и гексасахаридов галактозы и глюкозы. Их утилизируют только бифидобактерии. Потребность человека составляет 3-10 г в день.

Соевый олигосахарид (SOE) представляет собой смесь сахарозы (44 %), стахилозы (23 %), раффинозы (7 %) и моносахаридов. Не деградирует в ЖКТ, ферментируется микроорганизмами. Все штаммы бифидобактерий, кроме *Bifidobacterium bifidum*, ферментируют SOE.

Испытания, проведенные исследователями на добровольцах в Японии, показали, что SOE по сравнению с другими олигосахаридами в 3 раза интенсивнее влияет на рост бифидобактерий. Его сладость составляет 70 %, а калорийность 50 % от соответствующих показателей обычного сахара.

В Европе широко используют инулиноподобные фруктановые пребиотики. Инулин является полисахаридом, построенным из остатков фруктозы, поэтому такие полисахариды называют растительными фруктанами, степень полимеризации инулина равна приблизительно 35 моносахаридным остаткам. Продукт со степенью полимеризации от 2 до 60 и выше, экстрагируемый из корней цикория, также идентифицируют как инулин. Так как инулин легко растворим в горячей воде и выпадает в осадок при охлаждении, он может быть экстрагирован водой из подземных частей многих растений, в которых он накапливается в качестве запасного углевода – артишока, девясила, одуванчика, цикория, фасоли и др. Корни одуванчика к осени накапливают до 40 % инулина. Инулин, из которого получают олигомеры с низким молекулярным весом, называют "hight-performance inulin" (рафтилин, Orafti, Tienen, Бельгия).

Для фруктанов, так же, как и для олигосахаридов, характерна устойчивость к ферментам верхних отделов ЖКТ, в нерасщепленном виде они достигают слепой кишки, после чего начинается микробная ферментация. Интересной особенностью инулина как пребиотика является то, что он не влияет на рост бифидофлоры в случае нормального ее содержания, но стимулирует при уменьшении титра. Инулин назначают от 9 до 34 г в сутки. В виде муки из топинамбура он входит в состав комбинированного американского пробиотика Optiflora.

В составе отечественных биологически активных добавок (БАД) инулин встречается часто. Инулин обладает синергетическим действием с олигосахаридами.

Существует четыре основных способа промышленного получения олигосахаридов [3]:

— контролируемый гидролиз растительных и микробных полисахаридов (например, инулина до фруктоолигосахаридов);

— выделение из растительного сырья (фруктоолигосахариды из топинамбура, чеснока, лука, цикория, бананов, томатов);

— химический синтез путем изомеризации (например, лактозы в лактулозу в щелочной среде при повышенной температуре);

— ферментативный синтез из простых сахаров реакцией трансгликозилирования.

Инулин является наиболее ценным и преобладающим в клубнях топинамбура компонентом, однако наряду с ним в клубнях содержатся также большое количество инулидов. Инулиды не являются само-

стоятельными соединениями, а представляют собой продукты деполимеризации инулина под влиянием ферментов.

При созревании клубней и непрерывном нарастании сухих веществ происходит накопление инулина с сопутствующими полифруктанами. Позднее, в октябре, ноябре, инулин подвергается частичному распаду, за счёт чего происходит увеличение количества спирторастворимых олигосахаридов.

Кроме того, известно, что клубни топинамбура содержат ряд ферментов: оксидоредуктазы, оксигеназы, тирогиназы и инулиназы, или инулиназы. Существенное значение из всех ферментов имеют инулиназа, или инулаза. Считают, что синтез инулина в растениях и его распад происходят под влиянием инулазы и этот фермент способен действовать и гидролизующе и деполимеризующе.

В первом случае в результате его действия образуется фруктоза, а во втором – ряд продуктов распада различной степени полимеризации, так называемые инулиды.

Известно, что растения, содержащие полифруктаны, выдерживают низкие отрицательные температуры без потери способности к прорастанию [4]. Нами было изучено влияние замораживания как способа обработки клубней на содержание редуцирующих сахаров и инулина (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние замораживания на накопление инулина в клубнях топинамбура

Клубни топинамбура	Углеводы, массовая доля инулина в сухом веществе, %	
	Редуцирующие вещества	Инулин
Осенний урожай	22,19	21,0
Осенний урожай с замораживанием до минус 14 ^{0}C	22,9	22,0
Весенний урожай	10,13	7,5
Весенний урожай с замораживанием до минус 14 ^{0}C	14,5	12,9

Исследование сезонной динамики углеводного состава топиамбура указывает, что наиболее значительное содержание инулина мы наблюдала в клубнях осеннего урожая, причём физическая обработка замораживанием незначительно, но увеличивала его содержание, количество редуцирующих веществ при замораживании практически не изменялось.

Замораживание в обоих случаях провоцировало увеличение содержания инулина, причём в случае топинамбура весеннего урожая содержание инулина увеличивалось более, чем в 1,5 раза.

Данный экспериментальный результат свидетельствует про возможный фитоиммунный ответ на замораживание в клубнях, проявляющийся в синтезе или активизации ферментных систем – катализаторов синтеза полифруктана – инулина.

Литературные данные свидетельствуют, что согласно модели, предложенной Эдельманом и Джефордом [5], синтез инулина в клубнях *Helianthus tuberosus L.* происходит в два этапа. На первом – из двух молекул сахарозы (GF) образуются глюкоза (G) и трисахарид 1-кестоза (GF2): GF + GF = GF2 + G. Катализатором процесса является фермент сахароза-сахароза-фруктозилтрансфераза (SST). В данном случае сахароза является и донором и акцептором фруктозильных остатков.

Недавно было обнаружено, что под действием SST могут также синтезироваться олигосахариды со степенью полимеризации до 5 (GF3 и GF4) [108].

Следующим шагом биосинтеза фруктана является реакция между образовавшимся олигосахаридом GFn менее 5, который выполняет функцию донора фруктозила и молекулой сахарозы или фруктана в роли акцептора: G(F)n + G(F)m ® G(F)n-1 + GFm+1. Реакция катализируется фруктан-фруктан-фруктозилтрансферазой (FFT), которая участвует в перераспределении фруктозильных остатков между GFn менее 5 и сахарозой. В результате неоднократного трансфруктозилирования происходит образование высокомолекулярных фруктанов.

Хотя двухшаговая модель биосинтеза фруктанов была предложена еще в 1968 г., потребовалось 30 лет для ее экспериментального доказательства. В 1994 г. из клубней топинамбура была выделена и очищена фруктозилтрансфераза с относительноймолекулярной массой около 70 кДа [2]. Этот фермент при инкубировании неочищенных экстрактов клубней с сахарозой катализировал реакцию полимеризации фруктанов путем перераспределения фруктозильных остатков от олигофруктанов к фруктанам с большей степенью полимеризации. Поскольку в качестве наименьшего донора фруктозила выделенный фермент использовал трисахарид (GF2), то он был идентифицирован как FFT.

Доказательство существования фермента, катализирующего синтез трисахарида, было получено в 1996 г. Описаны [1] выделение и характеристика фруктозилтрансферазы из клубней *Helianthus tuberosus L.*, имеющей профиль активности, отличный от активности FFT.

В противоположность FFT этот фермент при встречном синтезе мог использовать сахарозу как наименьший субстрат – донор фруктозила в реакциях полифруктозирования, для которых синтез трисахарида являлся преобладающим. Поэтому фермент был обозначен как SST.

Таким образом, в результате исследования ферментативных свойств SST и FFT было показано, что FFT не способна катализировать начальный этап синтеза фруктанов, тогда как SST не способна катализировать формирование фруктановых полимеров со степенью полимеризации выше пяти. SST может распределять фруктозильные остатки между сахарозой также эффективно, как FFT между молекулами GF2, GF3 и GF4.

Основная концепция выдвинутой ранее модели синтеза фруктанов, что один фермент ответственен за синтез трисахарида, а другой за синтез высших фруктанов, подтверждена экспериментальными данными исследователей [1].

Исходя из вышеизложенного, нами были проведены исследования, направленные на изучение более детальных изменений углеводной составляющей топинамбура в зависимости от времени его сбора с целью определения зависимости наиболее эффективного действия инулин-синтезирующих ферментов от времени сбора клубней топинамбура, а также роль замораживания как предварительной обработки клубней для инициирования деятельности этих ферментов. Результаты исследования представлены в табл. 2.

Полученные результаты дают возможность сделать вывод, что наиболее значительное влияние замораживание как способ обработки клубней топинамбура оказывает в случае с образцами, собранными в апреле, а также осенью. Из этого следует, что замораживание как способ активации ферментов, ответственных за накопление инулина в клубнях: сахароза-сахароза-фруктозилтрансферазы (SST) и фруктан-фруктан-фруктозилтрансферазы (FFT), наиболее эффективно именно в эти периоды.Таким образом, для получения инулин-синтезирующих ферментов из топинамбура возможна предварительная обработка клубней, собранных в апреле либо осенью, замораживанием.

Таблица 2 – Влияние замораживание до минус 14 ^{0}С на изменение углеводного состава клубней топинамбура различного срока сбора урожая

Месяц сбора клубней	Массовая доля углеводов в общей массе углеводов сухого вещества, %			
	Инвертный сахар	Инвертный сахар после замораживания	Инулин	Инулин после замораживания
март	61,03	64,22	22,42	23,90
апрель	52,44	53,88	15,96	20,09
май	29,64	34,20	14,40	15,20
сентябрь	58,75	64,50	21,24	24,19
октябрь	60,28	65,28	21,88	24,90

Последующее извлечение ферментного комплекса, содержащего синтетазы инулина представляется возможным путём отделения жидкой фракции клубней. Исходя из вышеизложенного, нами был исследован механизм синтеза и накопления ФОС (инулина и инулиноподобных веществ), определена природа инулинсинтезирующих ферментов и методы инициирования этих ферментних систем. Предложены методы извлечения ферментного комплекса топинамбура – синтетаз инулина с целью дальнейшей разработки технологии получения ФОС из сахарозы ферментативным методом.

Литература

1. M.J. Playne, R. Crittenden. Commercially available oligosaccharides / Bulletin of IDF, №313. 1996. – P. 10 – 22.
2. Доронин А. Ф., Шендеров Б. А. Функциональное питание. – М.: ГРАНТЪ, 2002 - 296 с.
3. Leung AY, Foster S. Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs and Cosmetics, 2nd ed., (New York: John Wiley & Sons, Inc. 1996). 208
4. Голубев В.Н., Пасько Н.М., Волкова И.В. Хранение и переработка с/х сырья. 1995. N 5. С. 41-46.
5. Данилов М. Б. Теоретическое обоснование и разработка технологии пробиотических продуктов с использованием бифидо- и лактобактерий: Дисс … д. т. н. – Улан-Удэ, 2004. – 302 с.

УДК 664.8.022.3.047:635.13

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ МОРКОВИ И ЗЕЛЕНИ ДЛЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ БАД

Кобелева С.М., канд. техн. наук, доцент, Труфкати Л.В., канд. техн. наук
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Проведено конструирование функциональных свойств БАД путем оптимизации соотношения рецептурных компонентов – овощей, высушенных по разработанным технологиям. В качестве критериев оценки были использованы: комплексный показатель качества и расчетные характеристики степени сбалансированности основных и специфических (биофлавоноиды, пигменты, фосфолипиды, пищевые волокна и др.) компонентов.

The forming of the functional properties of the biologically activity supplements was been realized using the optimization of the receipt components ratio. The receipt components were the vegetables dried using the developed technology. The estimated criteria were the complex qualitative characteristic, the design data of the degree of the basic and specific nutrients equilibrium (bioflavonoid, pigments, phospholipids, dietary fibers and others).

Ключевые слова: оптимизация, БАД, биологически активные вещества, сушка овощей.

Постановка проблемы и ее связь с важнейшими научными и практическими задачами. Анализ данных, приведенных МОЗ Украины, показал, что в последние годы у населения страны продолжают широко распространяться болезни цивилизации, профилактика и лечение которых – сфера кардиологии, онкологии, иммунологии и др.. Такое явление обусловлено воздействием всевозможных стрессов, неблагоприятных факторов окружающей среды, низким пищевым статусом – уровнем обеспеченности организма энергией, недостатком и дисбалансом основных пищевых и биологически активных веществ (БАВ).

Для биокоррекции состава и свойств пищевой продукции применяют биологически активные добавки (БАД), которые позволяют, с одной стороны, оптимизировать состав, повысить пищевую ценность продуктов, с другой, сформировать их функциональные свойства, способные регулировать уровень и характер метаболических нарушений при определенных патологиях.

Производство пищевых добавок является перспективным направлением, которое позволяет существенно расширить ассортимент функциональных продуктов и изделий с уникальными целебными свойствами. В настоящее время рынок заполнен БАД различного направления импортного производства. Однако в Украине пищевые добавки производят в ограниченных количествах. В связи с этим разработка новых видов БАД отечественного производства является актуальной проблемой. Большой интерес представляют полифункциональные добавки, являющиеся сложными многокомпонентными системами с определенными свойствами.

Анализ последних исследований и публикаций. В результате проведенных исследований нами разработаны инновационные технологии сушки моркови, зелени пряно-вкусовых культур (петрушки, руколы, сельдерея, укропа, тархуна), которые являются богатыми источниками пигментов, ароматических и биологически активных ингредиентов, минеральных веществ, пищевых волокон [1 – 4].

Морковь и пряно-вкусовые культуры сушили во взвешенном слое, кинетику сушки исследовали в широком диапазоне температур теплоносителя от 60 до 100 °С. С целью интенсификации процесса сушки до достижения стандартной влажности продукта, сокращения его длительности и энергосбережения применяли внедрение в технологическую схему предварительной обработки измельченного сырья поверхностно и биологически активными веществами: фитоэкстрактами, фитолипидами, нанопептидами модифицированной муки бобовых культур. При выборе оптимальных параметров варьировали температурный режим, продолжительность предварительной обработки, количественный и качественный состав модулей обработки.

Таким образом, способ сушки моркови включает инспекцию, мойку, чистку, измельчение, предварительную обработку в суспензии при температуре 90 °С в течение (1–6) мин, последняя способствует снижению влагоудерживающих свойств структурных элементов клеток, что приводит к ускорению процесса сушки. Для предварительной обработки использовали суспензию, содержащую нанопептиды, фитогормоны и другие биологически активные вещества модифицированной муки бобовых культур, диспергированной в воде, массовая доля твердой фазы составляла (0,5–2,0) %. Сушку начинали при температуре 100 °С на протяжении 30 мин, затем проводили досушивания до достижения стандартной влажнос-

ти продукта (не более 14 %) при температуре 75 °С. Проводили сравнительную оценку образцов, полученных с помощью 10 вариантов сушки. Важным критерием оценки эффективности технологи считали общее время сушки. Установлено, что обработка в суспензии, содержащей 1 % и более муки бобовых культур, влияет на общее время сушки, которое составляет (70–90) мин у опытных образцов по сравнению с контрольным образцом (120 мин). Наименьшее время сушки до достижения стандартной влажности понадобилось моркови, которую предварительно обработали в 2-х процентном растворе суспензии с нанопептидами, микродозами сапонинов и других компонентов муки бобовых культур при 90 °С, при этом общее время сушки составило 70 мин [3].

Способ сушки листовых овощей включает инспекцию, мойку, измельчение, предварительную обработку и сушку. Перед сушкой проводили замачивание зелени при комнатной температуре на (1–5) мин в эмульсии диспергированных в воде фитолипидов с концентрацией (0,05–0,2) %. Для сравнения проводили сушку, например, петрушки по заводской технологии и без замачивания (контроль)[4].

С целью выбора рациональных параметров предварительной обработки и обоснования технологических решений было выработано более 16 образцов сушеной петрушки, а также ряд образцов сушеных укропа, сельдерея, руколы, кинзы, тархуна, салата, шпината. Варьировали время экспозиции действия агентов, количественный и качественный состав модулей обработки. В частности, в одной из серий опытов использовали различные фитолипиды: зародышей пшеницы и кукурузы, семян льна, тыквы, расторопши и облепихи. Установили, что при определенных режимах предварительной обработки можно достичь сокращения времени сушки на (20–25) % по сравнению с контролем. Такой эффект связан с тем, что во время сушки ионогенные группировки используемых для обработки веществ изменяют жидкостно-мозаичную микроструктуру мембран клеток зеленого сырья, вызывают биотрансформацию составляющих их соединений, и в микродозах сами транспортируются в ткани зелени. В результате увеличивается влагоотдача, ускоряется процесс сушки, замедляется деградация БАВ сырья, повышается биологическая ценность готового продукта.

Биологическая ценность указанных выше фитолипидов связана с наличием ненасыщенных жирных кислот, которые положительно влияют на состояние здоровья человека и являются эссенциальными компонентами продуктов питания. Так, жирные кислоты омега-3 содержатся в льняных липидах, липидах пророщенного зерна пшеницы и сои, темно-зеленых листовых овощах; омега-6 – в липидах семени кабака, подсолнечника, кунжута, кукурузы, грецкого ореха, пророщенного зерна. Жирные кислоты омега-6 снижают уровень холестерина в крови, а омега-3 – уровень триглицеридов и давление крови. Следовательно, фитолипиды – высокоценные физиологические соединения, являются мембранотропными и мембранотранспортными факторами, принимают участие в формировании функционально-технологических свойств, влияют на поверхностную активность, проявляют антиоксидантную способность. Их используют как компоненты функциональных продуктов, БАД с липотропным действием, некоторые из них являются фитогормонами [5, 6]. Таким образом, кроме технологического аспекта их действия для ускорения процесса сушки листовых овощей, имеет место повышение биологической ценности готового продукта.

Готовую продукцию контролировали по комплексу биохимических и микробиологических показателей, которые послужили критериями оценки качества и факторами при разработке способов сушки [1 – 4].

Цель работы – расширить спектр критериев оценки качества за счет определения полифенольных соединений, цветопараметрических показателей и спектральных характеристик сушеных объектов исследования нового уровня; провести целевую оптимизацию рецептурных ингредиентов для получения БАД с полифункциональным хлорофилл-каротин-полифенольным комплексом, и таким образом, антиоксидантных, радиопротекторных, иммуногенных и других свойств.

Изложение основного материла исследований. В процессе исследования зелени сушеной петрушки определили следующие показатели: массовую долю сухих веществ – (91,9…92,2) %; моно- и олигосахаридов – (20,5…22,2) %; крахмала – (9,5…10,1) %; гемицеллюлоз – (12,2…13,1) %; пектиновых веществ – (4,1…5,2) %; целлюлозы – (9,1…9,5) %; лигнина – (10,2…10,5) %; золы – (9,6…10,2) %; общий азот в пересчете на белок – (11,0…11,3) %. Анализ полученных результатов показал, что массовая доля суммы полифенольных соединений находится в пределах (186,6–266,0)$\cdot 10^{-3}$ %, антоцианов – (73,3–161,1)$\cdot 10^{-3}$ %, лейкоантоцианов – (110,6–499,2)$\cdot 10^{-3}$ %, флавонолов – (143,3–212,0)$\cdot 10^{-3}$ %, катехинов – (28,1–77,7)$\cdot 10^{-3}$ %, аминокислот – (288,6–460,2)$\cdot 10^{-3}$ %.

С целью определения оптических характеристик полифенольных соединений и пигментов были проведены спектральные исследования. Анализу подвергали этаноловые экстракты, приготовленные из вы-

сушенной зелени и моркови. Спектральные определения наличия в исследуемых образцах конкретных соединений изучали по характерным полосам поглощений в диапазоне длин волн λ = (270…670) нм, максимальные области которых характеризуются наличием определенных групп соединений. Для оксикоричных кислот (хлорогеновая, феруловая) установлена полоса поглощения в области λ = (290…320) нм. Максимальная абсорбция при λ = (250…270) нм и другой пик при λ = (310…350) нм характеризуются n–π* переходом электронов карбонильного кислорода, связанного активным хромофором с ароматическим кольцом, что указывает на молекулу флавоноидов. Таким образом, область абсорбции λ = (275…285) нм характерна для катехинов, лейкоантоцианов и хлорогеновой кислоты, а λ = (310…350) нм – флавонолов [7]. На рис. 1 приведены результаты спектрального определения полифенольных соединений и пигментов в сушеной зелени петрушки в наиболее информативных опытах. Были проанализированы опытные образцы, прошедшие предварительную обработку при различных режимах, и контроль – без предварительной обработки.

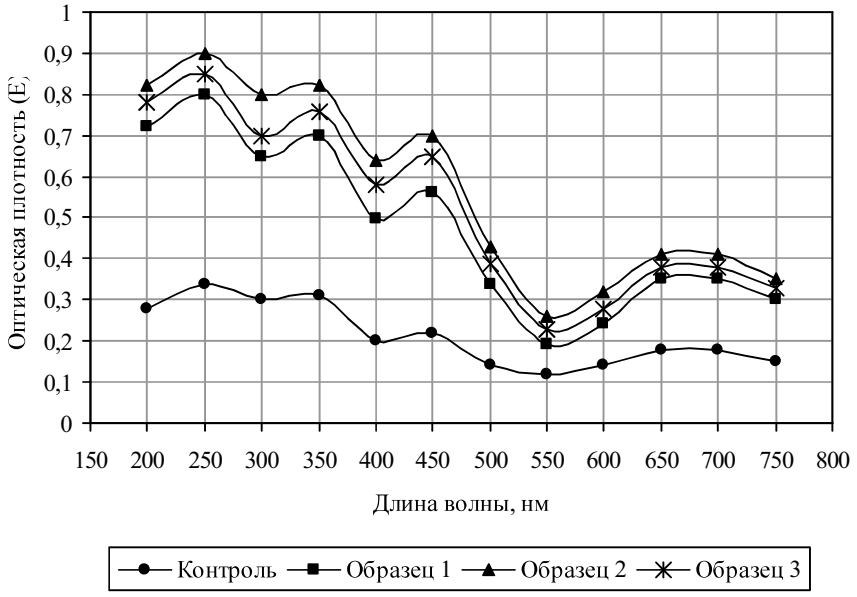


Рис. 1 – Спектральная характеристика спиртовых экстрактов сушеной зелени петрушки

На приведенных кривых наблюдаются два максимума поглощений фенольных соединений – катехинов, лейкоантоцианов (λ = 280 нм) и флавоноидов (λ = 350 нм). Форма спектров поглощения одинакова. Интенсивность спектров выше у опытных образцов (рис. 1).

В полученном диапазоне волновых чисел компонентами, также поглощающими свет определенной длины волны, являются пигменты, молекулы которых содержат ароматические кольца, коньюгированные двойные святи. На рис. 1 видно, что на спектре наблюдаются еще два максимума, положения которых совпадают с положениями полос поглощения соответственно каротиноидов и хлорофиллов. Установлено, что форма спектров поглощения пигментов экстрактов сушеных опытных и контрольного образцов петрушки одинакова, не имеет сдвигов в длинно- или коротковолновую часть. Интенсивность спектров поглощения выше в образцах с применением предварительной обработки по сравнению с контролем. Это можно объяснить стабилизирующим действием агентов предварительной обработки на пигменты.

Предлагаем расчетный показатель – индекс степени стабилизации и протекторного действия обрабатываемых агентов – $\varepsilon_{max} / \varepsilon_{min}$. Для сушеной зелени петрушки, полученной по предлагаемой технологии, индекс степени стабилизации будет следующий:

- для полифенольных соединений (катехины + лейкоантоцианы) – от 2,73 до 2,42;
- для каротиноидов – от 3,18 до 2,60;
- для хлорофиллов – от 2,33 до 1,94;
- для флавоноидов – от 2,65 до 2,26.

Эти величины – показатели эффективности разработанного способа сушки – свидетельствуют о повышении биологической ценности продуктов в (1,94…3,18) раза в сравнении с заводской технологией.

В таблице 1 приведены данные вариантов сушки моркови наиболее информативных опытов.

Таблиця 1 – Образцы моркови сушеной наиболее информативных опытов

№ образца	Концентрация БАД при бланшировании, %	Время досушивания, мин	Общее время сушки, мин
1	1	60	90
2	2	40	70
3	без бланширования	60	120
4	0	60	120

В таблице 2 приведены результаты оценки качества указанных образцов – их технологические, биохимические и показатели цветности. Международная система СИ учитывает, что каждому спектральному цвету отвечает известный волновой интервал, и характеризуются они следующими показателями:

λ, нм – цветной тон или доминирующая длина волны (относится к монохроматическим цветам);

u, нм – интенсивность окраски или ясность – $u=\epsilon_{min} + \epsilon_{max}$

O – показатель потемнения – $O=\epsilon_{min} / \epsilon_{max}$

P, % – чистота тона, этот показатель рассчитывается отношением доминирующей длины волны к сумме монохроматического и ахроматического потоков, представленных в процентах –

$$P = (Єmax/(Єmax+ Є_{\lambda 420})) 100\ \%.$$

Таблица 2 – Результатов оценки качества моркови сушеной

№ обр	u, нм	O	P,%	Коэффициент восстанавливаемости, %	Степень набухания, г/г	Развариваемость, мин	Цветность при 420 нм, усл.ед.	Каротиноиды, $\cdot 10^{-3}$ %	Органолептика, балл
1	0,35	0,18	55,00	90	5,7	9,1	1,4	52	4,5
2	0,38	0,15	57,36	94	6,5	8,8	1,6	56	5,0
3	0,25	0,25	54,41	80	4,2	10,3	0,9	40	3,0
4	0,345	0,21	54,80	85	5,0	9,7	1,0	46	4,0

На рис. 2 приведены спектральные характеристики спиртовых экстрактов сушеной моркови наиболее информативных опытов. На кривых отчетливо видны два максимума поглощения – один при $\lambda = 315$ нм, характерный для флавоноидов, другой – $\lambda = 447$ нм – каротиноидов. Форма спектров в контрольных образцах 3 и 4 и опытных 1 и 2 одинакова. Интенсивность – в опытных образцах значительно выше по сравнению с контролем, т.е. можно отметить эффект обогащения готовой продукции флавоноидами и каротиноидами за счет их стабилизации, так наблюдается торможение деградации полифенольных соединений и каротиноидов после предварительной обработки.

Расчетный показатель – индекс степени стабилизации и протекторного действия обрабатываемых агентов – $\varepsilon_{max} / \varepsilon_{min}$ для сушеной моркови следующий:

- для флавоноидов – от 3 до 2,45;
- для каротиноидов – от 3,1 до 2,36.

Эти показатели свидетельствую о снижении степени деградации БАВ после обработки.

Разработана расчетная методика оптимизации сушеных БАД на основе хлорофилл-каротин-полифенольного комплекса композиции петрушки, сельдерея, укропа. Указанная задача относится к типу задач нелинейного программирования, учитывая, что численные методы решения этих задач не могут быть созданы из-за широты их класса, нами выбран метод, основанный на пошаговом определении значения функции с дальнейшим установлением точки минимума. Рассчитывали минимальное суммарное относительное отклонение (О скор) массовой доли показателей химического состава в готовом продукте от соотношения соответствующих нутриентов в формуле сбалансированного питания. Указанная математическая модель, прогнозирующая О скор, позволила поставить задачу оптимизации, решение которой заключалось в определении критериев оптимизации, блок-схемы программы вычисления, в выборе ограничений на класс управляемых переменных. В результате минимизации функций применительно к исследуемым объектам разработан комплексный показатель качества, включающий следующие 15 составляющих: летучие ароматические вещества, каротиноиды, тиамин, рибофлавин, ниацин, аскорбиновая кислота, витамин U, калий, кальций, фосфор, магний, железо и др. При вычислении по указанной программе были получены минимальные значения О скор, соответствующие оптимальной рецептуре сушеных композиций БАД петрушки, сельдерея, укропа.

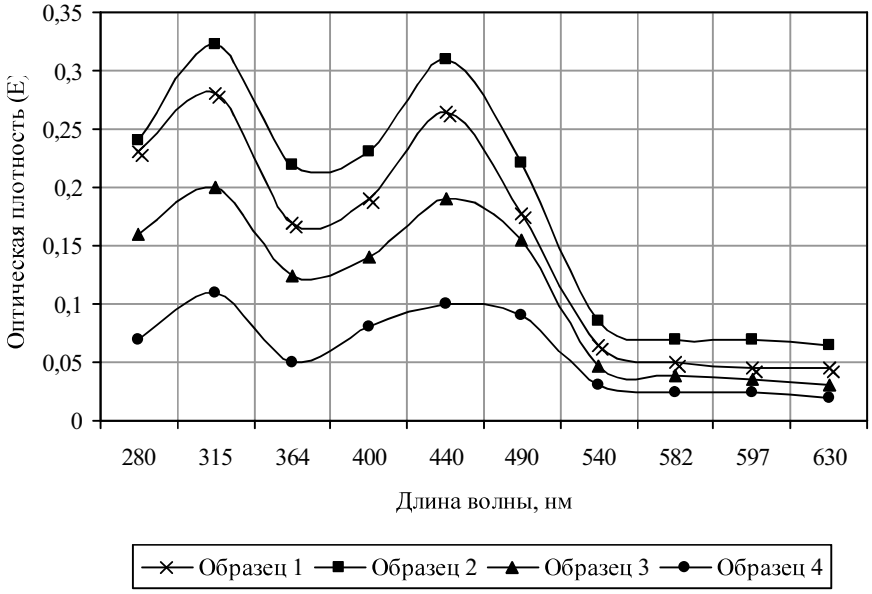


Рис. 2 – Спектральная характеристика спиртовых экстрактов сушеной моркови

Выводы. Представленные результаты свидетельствуют о целесообразности внедрения разработанных технологий сушки для получения сушеных листовых овощей и моркови с повышенной пищевой ценностью и профилактическими свойствами. Кроме того, новые технологи способствуют сокращению времени сушки на (20–25) % и являются энергосберегающими. Предлагаемая методика оптимизации позволяет оптимизировать состав и обеспечить высокую пищевую ценность сушеных БАД из сырья содержащего хлорофилл-каротин-полифенольный комплекс. Перспективным является использование представленной модели для конструирования других видов многокомпонентных пищевых систем.

Литература

1. Пат. 34485 України на корисну модель, МПК (2008) A23N 12/00. Спосіб сушіння листових овочів родини Селерових – *Apiaceae* (Зонтичних – *Umbelliferae*) [Текст] / С. М. Кобєлєва, Л. В. Труфкаті, Л. Д. Зеленська; заявник та власник патенту Одеська національна академія харчових технологій. – № u 200803735; заявл. 24.03.08; опубл. 11.08.08, Бюл. № 15. – 7 с.
2. Пат. 34454 України на корисну модель, МПК (2008) A23N 12/00. Спосіб сушіння зелені петрушки [Текст] / С. М. Кобєлєва, Л. В. Труфкаті, Л. Д. Зеленська, О.І. Данилова; заявник та власник патенту Одеська національна академія харчових технологій. – № u 200803515; заявл. 19.03.08; опубл. 11.08.08, Бюл. № 15. – 6 с.
3. Пат. 49797 України на корисну модель, МПК (2009) A23N 12/00. Спосіб сушіння моркви [Текст] / Л.В. Капрельянц, Т.В. Шпирко, Л. В. Труфкаті, С. М. Кобєлєва, Л. Д. Зеленська; заявник та власник патенту Одеська національна академія харчових технологій. – № u 200912171; заявл. 26.11.2009; опубл. 11.05.2010, Бюл. № 9. – 8 с.
4. Пат. 39686 України на корисну модель, МПК (2008) A23N 12/00. Спосіб сушіння листових овочів [Текст] / Єгорова А.В., Л. В. Труфкаті, С. М. Кобєлєва, Л. Д. Зеленська; заявник та власник патенту Одеська національна академія харчових технологій. – № u 200811144; заявл. 15.09.08; опубл. 10.03.09, Бюл. № 5. – 6 с.
5. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти [Текст] / Л. В. Капрельянц, К. Г. Іоргачева. – Одеса: Друк, – 2003. – 333 с. – 500 пр. – ISBN 966-8099-83-4.
6. Кобєлєва С.М. Фактори профілактичних властивостей поли функціональних харчових систем [Текст] / С. М. Кобєлєва // Наукові праці ОНАХТ. – Вип. 31. – Т. 1. – Одеса: ОНАХТ, 2007. – С. 56 – 58.
7. Запрометов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений [Текст]. – М.: «Высшая школа», 1974. – 213 с.

УДК 663.127.022.3

ПРИМЕНЕНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ ДРОЖЖЕВОЙ БИОМАССЫ

Величко Т.А., канд. техн. наук, доцент, Килименчук Е.А., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье представлены результаты исследований по интенсификации процесса культивирования кормовых дрожжей морскими солями. Доказана целесообразность стимулирования роста дрожжей солями и рассчитан экономический эффект от внедрения предложенной энергосберегающей технологии.

In research results of the intensification process of nutrient yeast cultivation by sea salts are presented in the article. The suitability of yeast growth stimulation by salts has been proved and saving rate of the introduced of energy-saving technology has been estimated.

Ключевые слова: гидролизаты, биомасса, биостимуляторы, морские соли, культивирование, биореактор, себестоимость.

Обеспечение населения экологически безопасным продовольствием является приоритетной сферой хозяйственной деятельности любого государства, которая диктует необходимость поиска действенных способов решения этой проблемы в различных направлениях.

Одним из таких направлений является увеличение объемов продукции животноводства и птицеводства за счет использования сбалансированных по всем компонентам, и в первую очередь белковым, комбикормов.

Снижение объемов выпуска белковых составляющих комбикормов (аминокислот, кормовых дрожжей) из-за отсутствия сырья и кризиса экономики, недостаточное количество шротов и жмыхов масличных культур из-за вывоза последних за рубеж, высокие цены на белковые добавки импортного производства, привели к резкому обострению дефицита кормового белка на Украине и производству несбалансированных по данному компоненту комбикормов. Это, в свою очередь, стало одной из причин снижения показателей продуктивности сельскохозяйственных животных, птицы, уменьшению их поголовья и соответственно, уровня потребления продукции животноводства и птицеводства на душу населения.

Не смотря на это, с точки зрения экономики наиболее эффективным способом получения белковых добавок все же остается микробиологический, который не зависит от природных факторов и осуществляется индустриальным методом. Темпы его развития зависят от потребности в целевом продукте и наличия многотоннажных углеводосодержащих отходов, которые можно утилизировать. Его сущность в ассимиляции культурой или ассоциацией культур кормовых дрожжей углеводной компоненты питательной среды (как основного субстрата) и наращивании биомассы за достаточно короткое время. В связи с этим интерес к новым альтернативным видам углеводного сырья как основному возобновляемому источнику углерода не ослабевает. С экологической точки зрения он служит основой для создания безотходной технологии переработки растительных продуктов.

Авторами неоднократно публиковались статьи об использовании растительных отходов сельского хозяйства (стеблей хмеля – СХ, клещевины – СК, обрези фруктовых деревьев – ОФД и др.) для получения полноценных питательных сред и культивирования на них кормовых дрожжей [1, 2]. Предлагаемые нами источники являются альтернативным сырьем, использование которого позволит в определенной мере восполнить дефицит кормовых добавок. При разработке биотехнологий получения кормовой биомассы из альтернативного сырья рассматривалась также возможность увеличения объемов ее выпуска несколькими путями:

— усовершенствование технологии за счет аппаратурного оформления;

— использование высокопродуктивных дрожжевых культур;

— интенсификация процесса культивирования за счет введения биостимуляторов роста и размножения культур.

Последний путь отличается простотой, технологичностью и эффективностью.

В связи с вышеизложенным, целью данной работы стало оптимизировать процесс микробиологического синтеза кормовых дрожжей непосредственно в биореакторе, используя в качестве биостимулятора морские соли.

Для выполнения поставленной цели были решены следующие задачи:

— изучены технологические свойства, химический и биополимерный состав растительных отходов;

— изучена структура и свойства отдельных биополимеров сырья;

— теоретически обоснованы пути превращения биополимеров сырья в условиях кислотной и энзиматической деградации;

— разработаны параметры гидролитической деструкции полисахаридов сырья в условиях опытного и опытно-промышленного производства;

— получена питательная среда на основе гидролизатов, изучена ее биологическая доброкачественность;

— подобраны штаммы дрожжевых культур, активно растущих на гидролизатах ОФД, СХ и СК;

— теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность интенсификации культивирования кормового белка.

Решение последней задачи приводится авторами данной статьи.

Известно, что для роста и размножения дрожжевой клетки необходимы питательные вещества, которые удовлетворяли бы ее потребность в структурных элементах и энергии, и стимуляторы роста. В качестве биостимуляторов роста применяют аминокислоты, витамины, экстракты кукурузного зерна, солодовых ростков и др. [3, 4, 5]. К таким стимуляторам можно отнести морские соли, содержащие в своем составе K, Mg, Fe, Zn, Cd, Cu, Cl, J и др. Многие из них входят в состав структурных компонентов клетки, являются активаторами ферментов и участвуют в обмене веществ. Такие элементы как Na, K, Ca, Mg, Fe, P способны накапливаться в клеточной массе, а небольшое содержание микроэлементов Co, Zn, Cu, Br, J и др. стимулируют рост дрожжевой клетки [4, 6].

Недостаток минеральных компонентов в периодической культуре приводит к лимитации скорости роста дрожжей. В непрерывной – вызывает уменьшение скорости накопления биомассы. Влияние минеральных веществ на рост и развитие дрожжей можно определить такими независимыми факторами: концентрацией биомассы в культуральной среде; удельной скоростью образования продукта; выходом продукта от субстрата; скоростью гибели клетки; длительностью синтетической активности.

Исходя из изложенного, нами проведены исследования по выявлению стимулирующего эффекта морских солей на рост и развитие дрожжевой клетки. Культивирование дрожжей проводили на гидролизатах, полученных при перколяционном гидролизе разбавленным раствором серной кислоты в присутствии морских солей и непосредственным добавлением последних в ферментер.

Для выращивания были заготовлены гидролизаты, полученные на камеральной установке при перколяционном гидролизе ОФД, водным раствором с массовой долей серной кислоты 0,6 % и морских солей 0,2 %; 0,6 %; 1,0 %; 1,4 %; 1,8 %; 2,0 % соответственно. В качестве контроля служили гидролизаты, полученные в тех же условиях, но без солей. После соответствующей подготовки (нейтрализации, продувки воздухом, фильтрации, аэрации) в гидролизаты подавались соли азота, калия по расчету.

Для выращивания использовали культуры дрожжей: Candida skottii – КС-2, Candida aqwatica – Нх, Hansenula anomala-КС – 3, Тульская 6, культивирование проводили непрерывным способом в течение 48…72 часов. Культивировали как отдельные культуры, так и смешанные. Использование смешанных культур обеспечивает практически полное потребление субстрата и высокий выход биомассы.

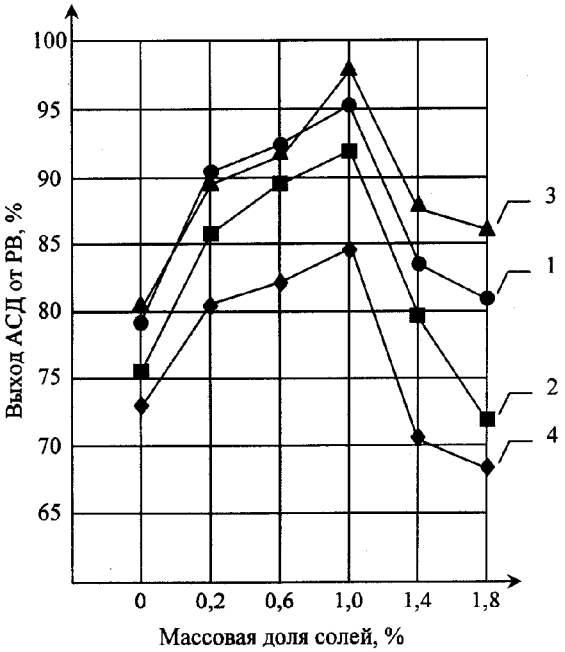
Полученные при культивировании данные свидетельствовали, что гидролизаты в указанных условиях обеспечивали интенсивный рост биомассы 0,98 … 18,03 г/дм^3 АСД (абсолютно сухих дрожжей). Наилучшие результаты были получены на гидролизатах с массовой долей морских солей 1,0 % и РВ 1,6 %. При этом выход биомассы от внесенных редуцирующих веществ (РВ) составил 98,1 %, что на 22,3 % больше по сравнению с контролем, содержание общего белка в ней 62,8 %.

Дальнейшее увеличение массовой доли солей приводило к снижению продуктивности и соответственно выхода биомассы от РВ, однако их значения превышали контрольные. За время культивирования физиологическое состояние дрожжей не изменялось, в течение 72 часов оставались активными, почкующимися и обеспечивали высокую ассимиляцию углеводов, органических кислот, минерального азота, фосфора и калия.

Скорость роста дрожжевой клетки и время ее пребывания в аппарате при непрерывном культивировании определяется скоростью протока (Д) поданного гидролизата в ферментер и выведенной культуральной жидкости из него. исходя из этого, наибольший интерес представляло изучение влияния скорости протока на накопление АСД, выход их от РВ и степень ассимилирования основных питательных компонентов среды при массовой доле в ней РВ 1,6 %, морских солей 0,2 … 1,8 %.

Результаты исследований приведены на рис. 1.

Приведенные данные свидетельствуют, что присутствие морских солей обеспечивает высокую скорость роста как при D = 0,200 $ч^{-1}$, так и при D = 0,350 $ч^{-1}$ с выходом АСД от РВ 95,1 %, 84,7 % соответственно и на 95 ... 97 % ассимилирование компонентов среды.



Массовая доля солей, %
1 – D = 0,200 $ч^{-1}$; 2 – D = 0,250 $ч^{-1}$; 3 – D = 0,300 $ч^{-1}$; 4 – D = 0,350 $ч^{-1}$

Рис. 1 – Влияние морских солей на выход дрожжей при различной скорости протока

Исследования по выращиванию дрожжей при непосредственной подаче морских солей в ферментер проводили на гидролизате ОФД следующей характеристики: РВ 1,8 %, фурфурол 0,012 %, бромируемые вещества 0,127 г/$дм^3$, взвешенные вещества 0,06 г/$дм^3$, P_2O_5 357 мг/$дм^3$, pH 4,2, морские соли 0,025 %; 0,05 %; 0,075 %; 0,1 % соответственно.

Культивирование проводили в ферментере с аэрлифтной системой воздухораспределения, объем дрожжевой суспензии поддерживали 1 $дм^3$. Скорость протока среды как для опыта, так и для контроля 0,300 $ч^{-1}$.

В табл. 1 приведены данные по культивированию одной из культур Candida skottii – КС-2 в присутствии морских солей.

Таблица 1 – Химико-технологические показатели выращивания

Показатели	Контроль	Массовая доля вводимых солей, %			
		0,025	0,050	0,075	0,100
РВ, %	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Концентрация АСД, г/$дм^3$	9,45	12,76	13,24	11,88	10,93
Выход АСД от РВ, %	52,5	70,88	73,55	66,00	60,72
Удельная скорость роста, $ч^{-1}$	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Время роста, ч	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
Продуктивность, г/$дм^3$·ч	2,84	3,83	3,97	3,56	3,27
Производительность ферментера, г/$дм^3$·ч	2,84	3,83	3,97	3,56	3,27
Остаточное РВ в КЖ	0,12	0,09	0,07	0,10	0,10
Степень утилизации РВ	93,34	35,00	96,12	94,45	94,45

Химико-технологические показатели процесса, приведенные в табл. 1, свидетельствуют, что добавление 0,025 % морских солей в питательную среду приводит к увеличению концентрации АСД, их выходу от вводимых РВ, и продуктивности на 35 % по сравнению с контролем при одинаковом времени роста

и высокой степени утилизации РВ.

Увеличение вводимых солей до 0,05 % способствовало возрастанию всех показателей до наилучших их значений, а 0,075 % и 0,1 % – к их снижению.

За время роста физиологическое состояние дрожжей оставалось хорошим, они проявляли высокую активность и почкование, при этом накапливали 58,85 % сырого протеина, сбалансированного по аминокислотному составу, не токсичны, отсутствуют нитриты, нитраты, соли тяжелых металлов.

Химический состав последрожжевой бражки показал, что добавление морских солей в гидролизат способствует усвоению дрожжами его РВ на 94,45 … 96,12 %, аминокислот 80 … 82 %. При этом наиболее полно усваиваются такие аминокислоты как аргинин, пролин и аспарагиновая кислота. Отмечается 100 % усвоение летучих органических кислот.

Результаты промышленной апробации подтвердили принципиальную возможность и экономическую целесообразность переработки нетрадиционных отходов растительного сырья в кормовой белок и применение морских солей в качестве интенсификатора процесса культивирования.

Расчет себестоимости затрат и технико-экономических показателей производства товарных дрожжей показал, что применение морских солей на стадии гидролиза сырья и культивирования значительно сокращает расходы пара и электроэнергии за счет сокращения времени протекания этих процессов, что в конечном итоге снижает себестоимость одной тонны товарных дрожжей. Таким образом, дополнительно на одну тонну товарных дрожжей можно получить прибыли 173 грн., а по заводу производительностью 10 тыс. т дрожжей в год – 1,73 млн. грн.

Проведенные исследования подтвердили, что введение биостимулятора на стадии культивирования дрожжей является не только высокоэффективным способом получения качественной белковой добавки, но и энергосберегающей технологией, позволяющей производителю получать от одного до двух миллионов гривен в год.

Литература

1. Килименчук Е.А. Разработка биотехнологии получения кормового белка на основе нетрадиционного сырья: Дис… канд. техн. наук: – 03.00.20. – О., 2003. – 232 с.
2. Величко Т.А. Ферментативная трансформация нетрадиционных растительных отходов в белковые кормовые добавки / Т.А. Величко, Е.А. Килименчук, О.В. Дышкантюк // Наук. пр. ОНАХТ / Міністерство освіти України. – Одеса: 2008. – Вип. 32. – С. 182 – 186.
3. Лопатина Т.Ф. Исследование каталитического действия солей на процессе дегидратации пептоз / Т.Ф. Лопатина, И.И. Корольков. – Сб. реф. мат. // Гидролизное производство. – 1970. – № 7. – С. 3 – 6.
4. Ruzie Nadezda. Влияние ионов Cu на активность дрожжей Saccharomyces balli. Uticaj jona bakra na aktivnost kvasca Saccharomyces balli / Nadezda Ruzie, Dragija Pericin // Iugosloven. vinogr. i vinar. – 1989. – 23. – № 5. – С. 10 – 14.
5. Накопление биомассы, азотистый и аминокислотный состав кормовых дрожжей на средах с биостимуляторами / Н.М. Вербина, Г.И. Фертман, Г.А. Бурлаченко, А.М. Крапиневич // Пищевая технология, 1976. – № 2. – С. 71 – 74.
6. Перт С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток // Пер. с англ. Т.А. Петрова, И.Н. Позмоговая. – М.: Мир, 1978. – 331 с.

УДК 541.124:547

ПРОГНОЗУВАННЯ УМОВ ДОСЯГНЕННЯ КОНФОРМАЦІЙНОЇ РІВНОВАГИ І ТЕРМОДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ В СИСТЕМАХ «AlgNa-Ca^{2+}»

[1]Пивоваров П. П., д.т.н., професор, [2]Оковитий С. І., д.х.н., доцент, [1]Пивоваров Є. П., к. т. н., доцент, [2]Кондратюк Н. В., ст. викл., [1]Калашнікова К. І.
[1]Харківський державний університет харчування та торгівлі
[2]Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Методами ММ3 та РМ6 досліджено конфірмаційні властивості димеру мануронової кислоти, розраховано величини теплових ефектів реакцій утворення м'яких та еластичних гелів на основі натрій мануронату та гулуронату шляхом заміщення йонів натрію на йони кальцію. Охарактеризовані стадії процесу утворення гелів на основі альгінату натрію .

Conformational properties of dimeric mannuronate acid have been studied using MM3 and PM6 methods, thermal effects of soft and elastic gels formation in substitution reaction of sodium mannuronate and guluronate with calcium ions. Stages of the formation of gels based on sodium alginate were characterized.

Ключові слова: квантово-хімічне моделювання, PM6, MM3, натрію альгінату, процес гелеутворення, гулуронати, мануронати, тепловий ефект реакції гелеутворення.

Розвиток харчової індустрії дозволив створити безліч нових технологій, направлених на задоволення попиту багатьох верств населення різних вікових категорій. На сьогодні багато нових загальновизнаних брендів у м'ясній, молочній та кондитерській промисловості створені на базі складних математичних та технологічних моделей. Моделювання допомагає на виході одержати безпечний, нешкідливий, економічно вигідний кінцевий продукт та надати йому бажаних властивостей відповідно до бажань споживача. Процеси збагачення класичних продуктів корисними компонентами їжі (вітамінами, мінералами, полісахаридами, що не перетравлюються), зниження калорійності готового продукту, збільшення харчової та фізіологічної цінності за рахунок введення або заміни одних рецептурних компонентів на інші ще й досі могли б залишатись на етапі моделей, оскільки втіленню їх у життя заважають процеси седиментації та синерезису, що проходять у змінених системах. Але на допомогу фахівцям були винайдені такі речовини, що, по-перше, здатні утримувати велику кількість вологи і здешевлювати продукт; по-друге, «зшивати» функціональні групи несумісних компонентів системи між собою і, таким чином, гомогенізувати систему; по-третє, залежно від внесеної кількості виступати у ролі стабілізаторів, загущувачів, геле- та структуроутворювачів, тим самим надаючи харчовим системам різних технологічних властивостей, змінюючи їх консистенцію від текучої рідини до склоподібного тіла, із можливістю існування у стані пасти, еластичного гелю та міцних драглів.

Широке розповсюдження знайшли структуроутворювачі полісахаридної природи, зокрема натрію альгінату, який складається із суміші гулуронатних (G) та мануронатних (M) залишків, зв'язаних 1→4 глікозидними зв'язками за діекваторіальним (MM), діаксіальним (GG) та екваторіально-аксіальним (MG та GM) типами зв'язку [1, 2].

Здатність альгінатів до гелеутворення та їх біофункціональні властивості залежать від вмісту α-l-*гулуронової* кислоти, тому що зв'язування йонів кальцію відбувається у вигляді хелатного комплексу з вісьмома атомами оксигену, що містяться тільки у G-блоках. [3] У присутності іонів Ca^{2+} зразки з переважним вмістом G-мономірних ланок звичайно мають форму твердих і пружних гелів, у той час як багаті на M-блоки об'єкти являють собою гелі м'які та еластичні [4].

Як відомо, принцип дії загусника полягає в тому, що при потраплянні у водне середовище полімерна молекула, яка в сухому стані згорнута у клубок, внаслідок дії полярного розчинника розкручується і навколо гідрофільних центрів утворюється гідратна оболонка. При цьому зменшується рухливість молекул і в'язкість розчину поступово збільшується.

Харчові продукти – це квазистабільні багатофакторні системи із складним композиційним складом, властивості яких залежать від порядку та швидкості протікання реакцій внутрішніх процесів із урахуванням стану зовнішніх чинників, що впливають на існування такої системи. Вдосконалення та модернізація технологічних ліній та ділянок неможлива без дослідження тих процесів, на яких побудовано концепцію та стратегію нових технологій, інформація про які, на жаль, залишається недостатньо висвітленою.

При науковому обґрунтуванні технологій структурованих продуктів на основі харчових систем «AlgNa – Ca^{2+}» важливим є теоретичне прогнозування їх термодинамічної стабільності та конформаційної рівноваги, що є обов'язковою передумовою технологічної стабільності продукту.

Тому метою даної роботи є дослідження методами комп'ютерного моделювання конформаційних властивостей димеру мануронової кислоти та визначення термодинамічних параметрів процесів у системі «AlgNa – Ca^{2+}».

Як було показано поверхня потенційної енергії димеру GG характеризується наявністю трьох мінімумів (1A, 1B, 1C). Згідно з розрахунками, найбільш стабільним виявився конформер із трансрозташуванням карбоксильних груп (Табл. 1) [3].

Таблиця 1 – Величини торсійних кутів (град.) та теплот утворення (кДж/моль) найбільш стійких конформерів дисахаридів

Конформер	PM6			MM3		
	Ф	ψ	ΔE	φ	ψ	ΔE
Димер GG						
1A	29,32	–55,85	0,00	18,28	–51,06	0,00
1B	27,08	24,35	11,42	43,32	31,25	17,54
1C	7,24	163,21	15,06	15,50	160,49	38,41
Димер MM						
1A	65,00	7,00	6,80	64,86	-5,98	0,00
1B	26,00	-78,00	4,58	30,19	-61,08	7,86
1C	75,00	-154,00	0,00	67,88	-159,50	8,23

Конформаційні переходи характеризуються невеликими значеннями активаційних бар'єрів, що вказує на вірогідність швидкого міжконформаційного переходу під впливом зовнішніх факторів, таких як розчинник, йони металів тощо [3].

Конформаційний аналіз димеру MM свідчить про наявність на поверхні потенційної енергії трьох конформерів (рис. 1).

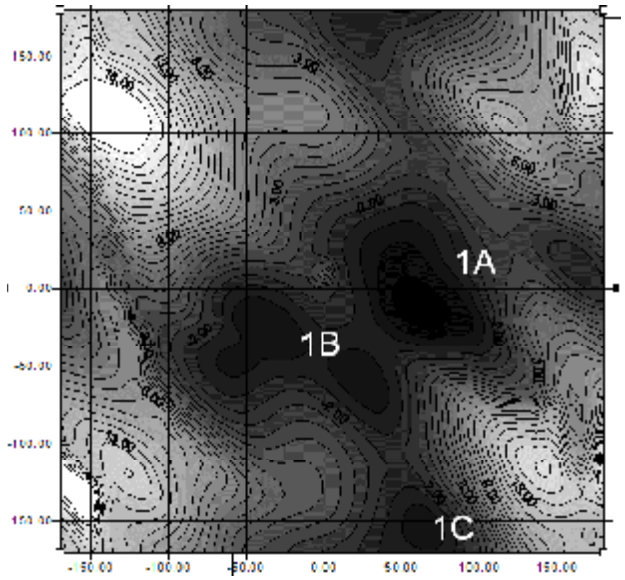


Рис. 1 – Контурна карта поверхні потенційної енергії для молекули димеру MM, розрахована методом MM3

З урахуванням того, що до складу натрію альгінату входять залишки гулуронової та манурунової кислот, з точки зору квантово-хімічного моделювання важливо проаналізувати можливість протікання наступних реакцій:

$$2NaGul + Ca^{2+} \rightarrow CaGul_2 + 2Na^{+}; \quad (1)$$

$$2NaMan + Ca^{2+} \rightarrow CaMan_2 + 2Na^{+}. \quad (2)$$

Квантово-хімічне моделювання наведених систем було проведено методом PM6 [5, 6] з повною оптимізацією геометрії з урахуванням впливу розчинника (води) у макроскопічному приближенні за методикою COSMO. За отриманими результатами було визначено, що тепловий ефект екзотермічної реакції (1) перевищує ΔH реакції (2) і становить –330 кДж/моль. Це свідчить про найбільшу вірогідність протікання реакції 1 з утворенням драглеподібної структури.

Продуктом реакції заміщення за участю гулуронатного залишку став стійкий хелатний комплекс $CaGul_2$, структура якого в трьох проекціях представлена на рис. 2.

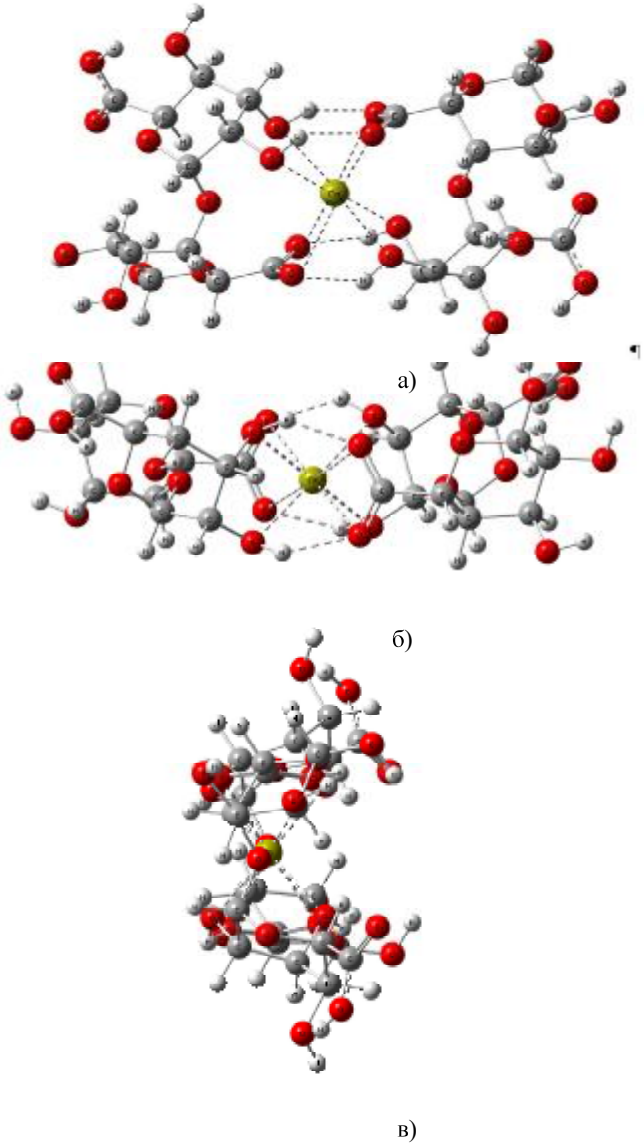


Рис. 2 – Модель стійкого хелатного комплексу кальцій гулуронату: горизонтальна (а) та фронтальні проекції (б, в)

Представлений комплекс складається з транс-димерів GG та являє собою елементарну ланку макросистеми альгінату, особливістю якої є здатність до адитивного росту у просторі як шляхом подовження полісахаридних ланцюгів, так і шляхом добудови наступних шарів.

Висновки

У результаті проведених квантово-хімічних розрахунків встановлено, що полімерні ланцюжки альгінових кислот перебувають переважно в трансоїдній конформації. При взаємодії з йонами Ca^{2+} утворюється термодинамічно стійкий хелатний комплекс за участю восьми атомів оксигену. Шляхом квантово-хімічного моделювання методом PM6 були розраховані теплові ефекти реакцій заміщення у системі альгінату, з чого виходить, що вірогідність утворення та існування стабільних мануронатних систем, насичених йонами кальцію, значно менша у порівнянні з розглянутими системами гулуронату.

Література

1. Braccini I. Conformational and configurational features of acidic polysaccharides and their interactions with calcium ions: a molecular modeling investigation / I. Braccini, R.P. Grasso, S. Perez // Carbohydrate Research. – 1999. – Vol. 317, № 13. – P.119–130.
2. Clark A. H. Structure and mechanical properties of biopolymer gels / A. H. Clark, S. B. Ross-Murphy // Advances in Polymer Science. – 1987. – Vol. 83. – P.59–191.
3. Оковитый С. И., Квантово-химическое моделирование димера гулуроновой кислоты / С. И. Оковитый, П. П. Пивоваров, Е. П. Пивоваров, Н. В. Кондратюк, Е. И. Калашникова // Вісник ДНУ. Хімія. – 2010. – С. 34-39.
4. Moe S.T., Draget K.I., Skjåk-Bræk G., Smidsrød O. Alginates. In A. M. Stephen (Ed.), Food polysaccharides and their applications. New York: Marcel Dekker.. – 1995. – P. 245–286. 6. Rees D. A., Welsh E. J. Secondary and tertiary structure of polysaccharides in solutions and gels. Angew. Chem., Int. Ed. Engl. – 1997, 16. – P. 214-224.
5. Stewart J. J. P. MOPAC2009; Stewart Computational Chemistry: Colorado Springs, CO, 2007; http://OpenMOPAC.net.
6. Stewart J. J. P. Optimization of parameters for semiempirical methods V: Modification of NDDO approximations and application to 70 elements / J. J. P. Stewart // J. Mol. Model. – 2007. – Vol. 13, № 12. – P. 1173.

УДК 664.8.047.014

ДЕЯКІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРОШКІВ

Снєжкін Ю.Ф. д-р тех. наук, професор, Петрова Ж.О. канд. техн. наук,
Гетманюк К.М., інженер, Самойленко О.П., інженер
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

У статті наведено характеристику функціональних комбінованих порошків. Зроблено класифікацію рослинних порошків за їх функціональними інгредієнтами. Дано рекомендації щодо використання функціональних порошків. Показано, як залежить відновлюваність порошків у воді від різних комбінацій порошків з овочів та фруктів.

In the article presented the characteristic of functional combined powders. It was made the classification of herbal powders based on their functional ingredients. It is presented the recommendations about using of functional powders. It is shown as depends restoration of powders in water on different combinations of powders from vegetables and fruit.

Ключові слова: антиоксиданти, фолати, пребіотики, фітоекстрогени, функціональні порошки, відновлюваність, осідання.

Дефіцит вітамінів та мінеральних речовин, які є серйозною проблемою для населення країн, що розвиваються, часто зустрічається і в індустріально розвинених країнах.

У даний час для запобігання дефіциту мікронутрієнтів розроблені різноманітні стратегії, основними факторами яких є щоденне або періодичне включення в раціон фармакологічних доз мікронутрієнтів або збагачення ними харчових продуктів масового вживання. Перспективною сферою харчування є виробництво так званих функціональних харчових продуктів, які містять у собі речовини із заданим фізіологічним та оздоровчим ефектом, а також мікронутрієнти, в тому числі вітаміни, антиоксиданти.

Термін «оздоровче харчування» об'єднує такі продукти і домішки, які не лише забезпечують харчовими інгредієнтами, але й мають корисні для організму властивості. Загальноприйнятого визначення оздоровчого харчування нема – є лише декілька термінів, які характеризують це поняття. До таких термінів належать функціональні продукти харчування (Functional Foods) [1,2].

Рослинна сировина особливо цінна за вмістом аскорбінової кислоти, фолатів, каротиноїдів, біофлаваноїдів і є основним та практично єдиним їх постачальником. Ці речовини належать до ессенціальної групи та повинні регулярно поступати в організм людини з їжею, незалежно від сезону. Багато таких

цінних речовин втрачається під час зберігання та переробки рослинної сировини, тому розробка ефективних та більш придатних способів переробки та консервації харчових продуктів залишається досить актуальною.

В нашому Інституті розроблена технологія отримання харчових порошків з рослинної сировини. Сушіння як метод консервування харчових продуктів з наступним отриманням порошків дозволяє отримати продукцію високої якості. Згідно з технологіями рослинну сировину перед сушінням оглядають, миють, очищають, бланшують, нарізають та сушать. Сушіння відбувається чистим повітрям конвективним способом. Сухий продукт охолоджують, подрібнюють та розсіюють [3].

Ці порошки містять у собі поліфеноли, каротиноїди, фітоекстрогени, антиоксиданти, вітаміни та інші сполуки, тому їх можна віднести до функціональних продуктів.

Для збільшення вмісту присутніх нутрієнтів, покращення їх стабільності при зберіганні, вдосконалення органолептичних та фізичних показників були створені комбіновані рослинні порошки. У певних співвідношеннях змішували овочеві та фруктові порошки. Для більш повної однорідності порошкової суміші, порошки брали однієї дисперсності 0,25 мм і проводили сухе перемішування.

На рис. 1 наведена класифікація розроблених рослинних порошків за їх властивостями. Ці порошки розділені на 4 групи. В антиоксидантних порошках у сконцентрованому вигляді збережена максимальна кількість каротиноїдів, вітаміну С, вітаміну Е, які виступають в ролі антиоксидантів.

Пребіотики визначаються як незасвоювані інгредієнти продуктів харчування, які позитивно впливають на організм господаря, селективно стимулюючи ріст та активність одного або кількох видів бактерій у товстому кишківнику [4].

Такі властивості мають різноманітні харчові вуглеводи, крохмаль, харчові волокна та незасвоювані олігоцукри – всі вони є субстратами для бактерій, які є пробіотиками. При маркуванні продуктів харчування ці незасвоювані вуглеводи класифікують як харчові волокна. Пробіотики (лактобактерії або біфідобактерії) і пребіотики – харчові волокна, особливо фруктозани інулінового типу, які входять до їх складу, у відповідності до наукових аспектів функціональних продуктів харчування відносяться до функціональних продуктів, корисність яких можна рекламувати [5].

Пребіотичні порошки містять велику кількість харчових волокон, наприклад, буряковий жмих складається на 95 % з харчових волокон. Вони мають такі лікувально-профілактичні властивості: стимулюють активність лімфоїдних тканин кішківника, скорочують тривалість інфекційних захворювань, викликаних ротавірусами, сприяють розвитку біфідобактерій та лактобактерій, покращують біодоступність кальцію за рахунок всмоктування в товстому кишківнику, понижують pH товстого кишківника.

Фітоекстрогени – це речовини, які знаходяться в нативній рослинній сировині. Вони містять у собі декілька класів хімічних сполук. Серед них виділяють найбільших три класи – ізофлавони, куместани та лігніни. Ізофлавони – геністин, дайдзин, гліцитин – є практично у всіх овочах, але основним джерелом постачання є соя та горох [6]. Тому порошки, які містять ці овочі, віднесені до фітоекстрогенних. Хоча ізофлавони в деяких випадках виступають у ролі антиоксидантів, як і кверцетин [7].

Вважалось, що харчування людини повинно лише забезпечувати її організм достатньою кількістю вітамінів, що зменшує загрозу авітамінозу. У двадцять першому столітті люди у країнах з розвиненою економікою уже не хворіють на такі захворювання як цинга та куряча сліпота. Останні дослідження вчених показали, що люди старшого віку хворіють фолієво-дефіцитною анемією [8].

У вагітних жінок, які мають недостатню кількість фолата в організмі народжуються діти з пороком центральної нервової трубки. На ранніх періодах вагітності фолат потрібний для синтезу ДНК компонентів центральної нервової системи [9].

Порошки шпинатний, із картоплі, бананів, кропиви, морквяно-селерний містять у собі велику кількість фолату і відносяться до групи фолатовмісних [10]. Порошки, які мають високий вміст фолату, впливають на регуляцію поділу клітин і передачу спадкових ознак від клітини до клітини. Підтримують у здоровому стані червоні кров'яні клітини, шлунково-кишковий тракт та імунну систему, знижують ризик вроджених дефектів неавральної трубки, впливають на стан серцево-судинної системи.

Порошки, які мають високий вміст антиоксидантів, блокують процес канцерогенезу – запобігають перетворюванню нормальних клітин та тканин у пухлинні, захищають ліпідовмісні ділянки клітинних оболонок, знижують окислення поліненасечених жирних кислот.

Однією з важливих умов, які висуваються до сухих порошкоподібних сумішей, є їх відновлюваність у воді, в тому числі й відсутність грудкування при контакті з водою. Процес відновлювання будь-якого порошку містить у собі певну послідовність стадій: змочування, осідання, диспергування, флотація, рисунок 2 [11].

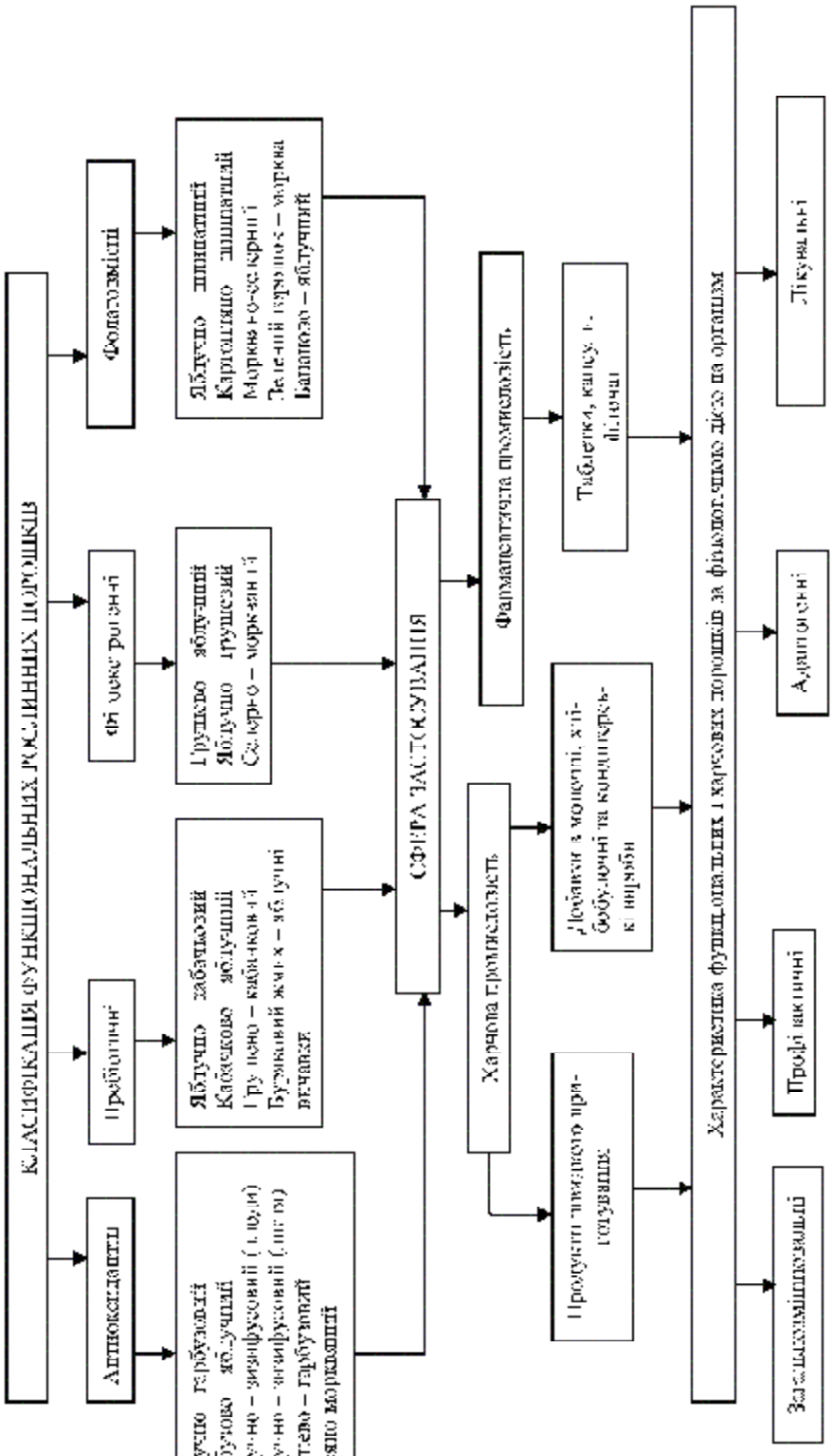
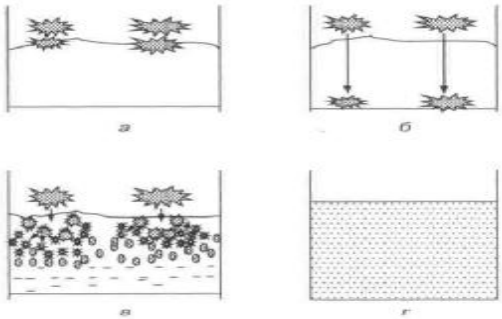


Рис. 1 – Класифікація функціональних рослинних порошків



а – змочування; б – осідання; в – диспергування; г – суспензування

Рис. 2 – Основні стадії відновлення порошкоподібного інгредієнта

Першим етапом процесу відновлювання рослинного порошку є його змочування рідиною. Змочування порошків характеризується часом змочування, який вимірюється в секундах на рисунку а [12].

Характеристикою другого етапу процесу відновлювання є час осідання (рисунок б). Змочений порошок повинен зникнути з поверхні рідини протягом визначеного часу, наприклад, сухий молочний білок – максимально за 20 секунд, какао-порошок – приблизно за 10 секунд [13].

Після осідання порошок повинен диспергувати – розпастися на більш мілкі складники (рисунок в). Від цієї його здатності буде залежати, наскільки якісним стане кінцевий продукт. Кінцевим результатом процесу відновлення харчових рослинних порошків, як видно з рисунку г, є отримання стійкої, без ознак седиментації суспензії, як результату послідовного процесу доброго змочування, осідання, диспергування частиною порошку рідини.

На рисунку 3 наведені результати диспергування функціональних порошків.

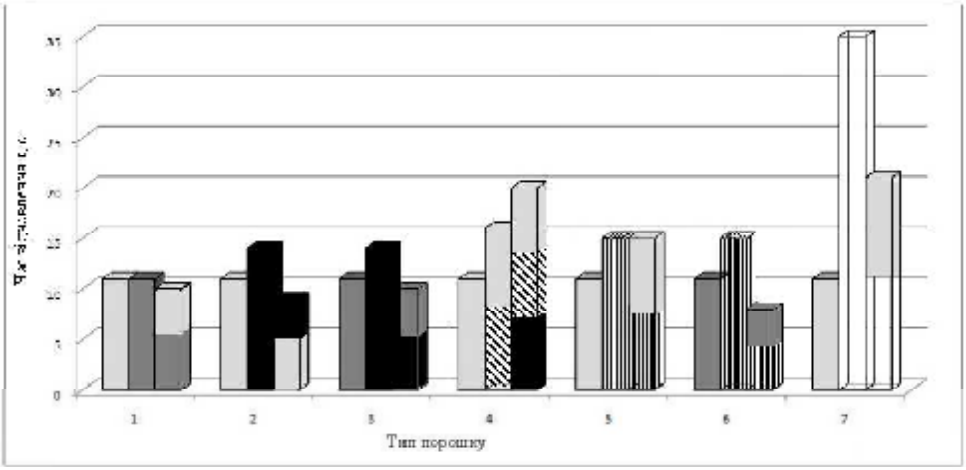


Рис. 3 – Результати відновлення функціональних порошків

1 – – яблучний – 11 с, – грушевий – 11 с, – яблучно – грушевий – 10 с

2 – – яблучний – 11 с, – кабачковий – 14 с, – яблучно – кабачковий – 9 с

3 – – грушевий – 11с, – кабачковий – 14 с, – грушевно – кабачковий – 10 с

4 – – яблучний – 11 с, – яблучно – зизифовий – 16с, – яблучно – зизифовий – кабачковий – 16с

5 – – яблучний – 11 с, – гарбузовий – 15 с, – яблучно – гарбузовий – 15 с

6 – – грушевий – 11с, – гарбузовий – 15 с, – грушевно – гарбузовий – 8 с

7 – – яблучний – 11 с, – шпинатний – 35 с, – яблучно – шпинатний – 21 с

Монопорошки мають різний час відновлення, який характеризується часом осідання від 11 с до 35 с у випадку порошку із шпинату. Розмір частинок сухих харчових інгредієнтів впливає на процес відновлювання, чим нижча дисперсність порошку, тим він гірше змочується водою. В процесі змішування порошків і створення різних комбінацій покращується сипкість, знижується пилоутворення та підвищується швидкість відновлення. Під час змішування різних порошків механічно отримуємо більші частинки або агломерати порівняно з монопорошком. Це дозволяє воді краще проникати у простір між частинками, покращуючи диспергування та розчинність агломератів у порівнянні з порошком. Наприклад, яблучний порошок відновлюється протягом 11 с, шпинатний за 35 с, комбінований яблучно-шпинатний за 21с, при цьому час відновлення скорочується на 14 с.

Комбіновані порошки суттєво покращують здатність порошку відновлюватись у воді. Яблучний порошок завдяки високому вмісту розчинних вуглеводів (56,0 – 71,0) % має здатність до грудкування, завдяки комбінації з порошком гарбуза та кабачка покращується його сипкість та відновлюваність у воді. Всі композиційні суміші краще відновлюються, ніж монопорошки. Яку вибрати композицію залежить від органолептичних показників та потреби споживача.

Результати досліджень показали високий ступінь відновлення комбінованих порошків. Це дає можливість використовувати рослинні функціональні порошки у виробництві кондитерських, молочних, хлібобулочних та макаронних та інших виробів не лише для збагачення їх функціональними інгредієнтами, але й надання їм нових технологічних властивостей. Вони покращують структурно-механічні властивості тіста та зовнішній вигляд готових виробів. Так, макаронні та кондитерські вироби мають колір властивий кольору порошків, внесених у рецептуру. В кексах та бісквітах білок, яких міститься в сої та горосі покращує структуру виробу [12].

У молочних виробах порошок із гарбуза та банана замінює стабілізатор.

Порошки можна використовувати для виробництва супів, каш і десертів швидкого приготування та може бути багато інших застосувань у харчових виробах. Робота в цьому напрямку продовжується.

Висновки

Таким чином, добавка функціональних рослинних порошків у продукти харчування є найбільш перспективною для створення профілактичних продуктів. Вони можуть бути сировиною для кондитерських, хлібобулочних виробів, продуктів швидкого приготування, виробництва таблеток та гранул, трав'яних чаїв. Із широкого асортименту продуктів харчування споживач вибирає ті, які мають такі властивості як нативність, користь для здоров'я, надзвичайний смак, зручність. Всім цим вимогам відповідають функціональні рослинні порошки, що свідчить про перспективність застосування їх на практиці. Доцільно розширити асортимент розроблених порошків, створити нові та дослідити їх властивості та функції.

Література

1. Роляков Н.В. Мировые тенденции на рынке ингредиентов: основной приоритет – здоровое питание // Молочная промышленность. Москва. № 10. – 2007. – С. 11-12.
2. Функціональні продукти. Капрелянц Л.В., Іоргачова К.Г. Друк. – Одеса, – 289 с.
3. Теплообмінні процеси під час одержання каротиновмісних порошків. /Ю.Ф. Снєжкін, Ж.О. Петрова, «Академперіодика». – Київ, – 162 с.
4. Gibson GR, Roberfroid MB. Dietary manipulation of the human colonic mscrobiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition 1995; 125: 1401-1412.*
5. Hoebregs H. Fructans in foods and food products, ion-eschange chromatographic method: collaborative study. J Assoc *Off Analyt Chem Int* 1997; 80: 1029-1037.
6. Современные пищевые ингредиенты. Особенности применения / Л.А. Сарафанова. – СПб.: Профессия, – 2009. –208 с.
7. Schorah CJ. Micronutrients, vitamins and cancer risk. *Vit Hormones* 1999; 57:1-23.
8. Stein Z, Susser M, Gerhart S, Marolla F. Famine and Human Development: The Dutch Hunger Winter of 1944-1945. London : Oxford University Press, 1975.
9. Berry Ottaway, P. The Stability of Vitamins in Food // *The Technology of Vitamins in Food* / Berry Ottaway, P. (ed).- Ch.5. – Glasgow: Blackie Academic and Professional Press, 1993.
10. Functional Foods Now / International Food Information Council.- Washington, D.C.: International Food and Information Council, 1999.
11. Тимошенко Ю.А., Федорова Е.Б. Функциональность лецитинов в порошковых продуктах // Переработка молока. – 2006. – № 11.– с. 27-28.
12. Кунижев С.М., Шувалов В.А. Новые технологии в производстве молочных продуктов. – М.: Де Ли принт, – 2004. – 203 с.
13. Применение лецитинов в пищевой промышленности. – СПб.: Протеин-плюс, – 2007. – 73 с.

УДК 665.3

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ РАФІНАЦІЇ ОЛІЙНИХ РОЗЧИНІВ В-КАРОТИНУ

Бєлінська А.П., аспірант, Кричковська Л.В., д-р біол. наук, професор,
Зекунова Т.І. наук. співробітник
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розроблено технологічні режими рафінації «β-каротину мікробіологічного в олії», які забезпечують поліпшення його фізико-хімічних показників. Застосування запропонованих технологічних режимів рафінації «β-каротину мікробіологічного в олії» дозволяє збільшити його термін зберігання до 24 місяців (проти існуючих 8-10 місяців).

The technological modes of affinage «β-carotin microbiological in oil» which provide the improvement of him physical and chemical indexes. Application of the offered technological modes of рафінації „β-carotin microbiological in oil" allows to increase his shelf-life to 24 months (against existing 8-10 months).

Ключові слова: β-каротин мікробіологічний, рафінація, окисна стабільність.

Постановка проблеми у загальному вигляді. β-каротин мікробіологічного походження як можливі побічні продукти містить деякі клітинні метаболіти, безпечні для здоров'я людини [1]. Проте кількість їх повинна бути мінімальною – менше 1%. Вітчизняним підприємством ТОВ НВП "Вітан" організовано випуск мікробіологічного β-каротину, що отримується шляхом олійної екстракції біомаси міцеліального мікрогриба *Blakeslea trispora* у вигляді олійних розчинів [2]. Зокрема, це «β-каротин мікробіологічний в олії» – 0,2 %-вий розчин β-каротину в рафінованій соняшниковій олії. Але на сьогоднішній день мікробіологічний β-каротин через низькі споживчі характеристики, насамперед високу окисну здатність, використовується не досить широко. Саме тому стає питання отримання концентратів β-каротину високого ступеня очищення. Вирішенню даного питання присвячені численні дослідження [3-5].

Постановка завдань. Метою роботи є розробка технологічних режимів рафінації «β-каротину мікробіологічного в олії» з метою зниження кислотного та пероксидного чисел, що обумовлюють його нестабільність до окиснення.

Виклад основного матеріалу досліджень. Для дослідження фізико-хімічних показників використано зразки «β-каротину мікробіологічного в олії» виробництва ТОВ НВП "Вітан". Дані, що отримано при дослідженні «β-каротину мікробіологічного в олії» (таблиця 1), говорять про високий вміст супутніх біологічно активних сполук, зокрема вільних жирних кислот та фосфоліпідів. Термін зберігання β-каротину в олії становить (згідно ТУ У 18.298-9) 12 місяців за температури не вище 18 °С в захищених від світла упаковках. Проте, через схильність, насамперед, супутніх сполук, а також триацилгліцеридів олії та β-каротину до окиснювальних процесів при підвищенні температури, освітленні, взаємодії з киснем, фактичний термін зберігання продукту не перевищує 8-10 місяців.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники «β-каротину мікробіологічного в олії»

Найменування показника	Значення показника
Вміст β-каротину, %	0,19 – 0,20
Кислотне число (КЧ), мг КОН/г	2,5 – 4,0
Масова частка фосфоліпідів, %, в перерахунку:	
на P_2O_5	0,24 – 0,26
на стеароолеолецитин	2,19 – 2,23
Пероксидне число, ½О ммоль/кг	2,6 – 5,3
Анізидинове число, у.о.	1,4 – 2,5

На стадії гідратації «β-каротину мікробіологічного в олії» було поставлено завданням видалення форм фосфоліпідів, що гідратуються. Зважаючи на хімічну активність β-каротину щодо кислот, як гідратуючий реагент обрано дистильовану воду.

Скринінговими дослідженнями доведено неефективність гідратації «β-каротину мікробіологічного в олії» за температур, вищих за 40 °С, зважаючи на нестійкість β-каротину. Тому експерименти щодо гідратації проведено при мінімальній можливій температурі для даного процесу – 40 °С. Час гідратації визначали як час, при якому відбувалося відділення пластівців фосфоліпідів від олійного розчину та їх осадження. Оптимальна кількість води, що необхідна для ефективного видалення фосфоліпідів з олійного розчину β-каротину, коливається в межах 2 % на 1 % фосфоліпідів від маси олійного розчину. Дані про

вплив кількості води на ефективність видалення фосфоліпідів з «β-каротину мікробіологічного в олії» в процесі гідратації наведено на рисунку 1. Разом з видаленням фосфоліпідів при гідратації спостерігається зниження КЧ «β-каротину мікробіологічного в олії».

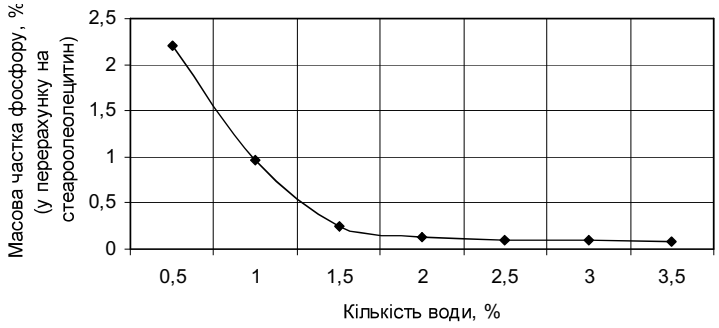


Рис. 1 – Вплив кількості води на повноту видалення фосфоліпідів при гідратації «β-каротину мікробіологічного в олії»

Повноту виведення фосфоліпідів з «β-каротину мікробіологічного в олії» при багатократній гідратації водою представлено в таблиці 3. Зниження КЧ обумовлюється як самим чинником виведення фосфоліпідів, що титруються, розчинами лугу, так і сорбцією жирних кислот на поверхні пластівців фосфоліпідів, що видаляються. Крім того, при гідратації «β-каротину мікробіологічного в олії» на гідратаційному осаді, що утворився, сорбувалась і деяка кількість β-каротину. Втрати β-каротину при багатократній гідратації водою його олійного розчину показано на таблиці 4.

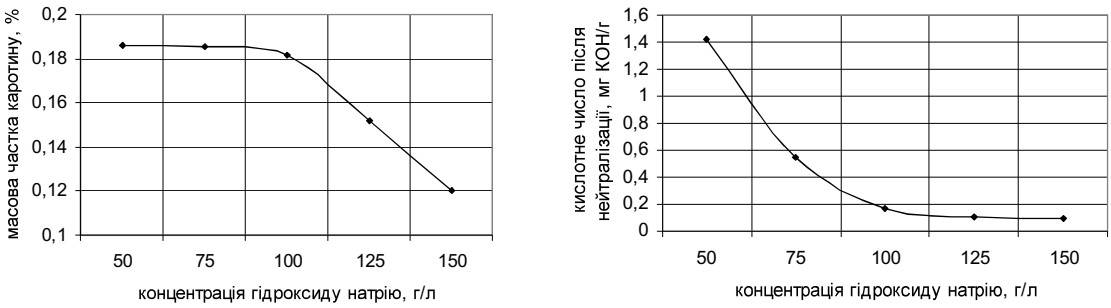
Таблиця 3 – Повнота виведення фосфоліпідів та втрати β-каротину з «β-каротину мікробіологічного в олії» при багатократній гідратації водою

«β-каротин кробіологічний в олії»	Кислотне число, мг КОН/г	Масова частка фосфору, %, у перерахунку на стеароолеолецитин	Ступінь виведення фосфору, %	Масова частка β-каротину, %	Ступінь втрати β-каротину, %
Вихідний	3,40	2,19	–	0,20	–
Після гідратації:					
першої	2,96	0,84	61,6	0,185	7,9
другої	2,93	0,75	4,1	0,165	5,3
третьої	2,90	0,71	1,4	0,160	2,6
четвертої	2,90	0,71	–	0,160	–

Виходячи з результатів проведених експериментів, прийнято рішення проводити тільки першу гідратацію «β-каротину мікробіологічного в олії», оскільки в даному випадку спостерігається найбільш високий відсоток виведення фосфоліпідів (61,6 %) разом з мінімальними втратами β-каротину при гідратації (7,9 %). Як показують результати експериментів, гідратація «β-каротину мікробіологічного в олії» водою не забезпечує повного виведення всього комплексу фосфоровмісних речовин. Повторна гідратація водою у кількості 1,5 % від маси олійного розчину приводить лише до незначного зниження залишкового вмісту фосфору (4,1 %), які свідчить про наявність у «β-каротині мікробіологічному в олії» фосфоліпідів, що не гідратуються, у кількості 32 % від їх загального вмісту. Імовірно, що у «β-каротині мікробіологічному в олії» після гідратації залишаються, головним чином, фосфатидилінозитоли та інші компоненти кефалінової фракції, кальцієві та магнієві солі фосфатидних кислот, лізофосфатидні кислоти, які належать до групи фосфоліпідів, що не гідратуються [6]. Таким чином, визначено оптимальні щодо ступеня виведення фосфоліпідів, а також ступеня збереження β-каротину технологічні режими гідратації в лабораторних умовах: кількість води для вмісту фосфоліпідів (в перерахунку на стеароолеолецитин) 2,19–2,23 % – 1,5 %; температура гідратації – 40 °С; час гідратації – 45–50 хвилин; частота обертання мішалки – 70 – 80 об./хв.

На стадії нейтралізації «β-каротину мікробіологічного в олії» було поставлено завданням видалення вільних жирних кислот. Оскільки в молекулах β-каротину під дією гідроксиду натрію при високих температурах процесу нейтралізації відбувається розпад подвійних зв'язків, а використання висококонцентрованих розчинів лугу підсилює руйнування провітаміну [7], необхідно визначити мінімальну температуру процесу нейтралізації і розчин гідроксиду натрію мінімальної для процесу концентрації.

Скринінговими дослідженнями доведено неефективність нейтралізації «β-каротину мікробіологічного в олії» за температур, які вищі за 60-65 °С, зважаючи на нестійкість β-каротину, тому експерименти проведено при мінімальній можливій температурі для даного процесу – 60 °С. Час нейтралізації визначали як час, при якому відбувалося відділення пластівців соапстоку від олійного розчину β-каротину та їх осадження. Оптимальна концентрація гідроксиду натрію коливається у межах 50 – 150 г/л. Дані про вплив концентрації гідроксиду натрію на ступінь збереження β-каротину і величину КЧ в зразку «β-каротина мікробіологічного в олії» після нейтралізації наведено на рисунку 2.



А Б

Рис. 2 – Вплив концентрації гідроксиду натрію на ступінь збереження β-каротину (А) та на величину КЧ після нейтралізації «β-каротину мікробіологічного в олії» (Б)

За результатами експериментів визначено оптимальні щодо ступеня зниження КЧ та ступеня збереження β-каротину технологічні режими нейтралізації зразка «β-каротину мікробіологічного в олії» в лабораторних умовах: кількість гідроксиду натрію – 2,8 % концентрацією 10 %; надлишок лугу до теоретичної кількості – 15 %; температура нейтралізації – 55 °С; час нейтралізації – 25–30 хвилин; частота обертання мішалки – 70–80 об./хв.

З метою видалення мила з нейтралізованого зразка «β-каротину мікробіологічного в олії» як промивний агент використано дистильовану воду. Проведеними дослідженнями доведено, що витрата дистильованої води, яка забезпечує достатньо повне видалення залишків мила з нейтралізованого зразка «β-каротину мікробіологічного в олії», знаходиться в інтервалі 4 – 6 % до маси олійного розчину β-каротину. Скринінговими дослідженнями доведено, що сушку «β-каротину мікробіологічного в олії» необхідно проводити під вакуумом (3–4 кПа) за температури не вище 90-95 °С.

Ефективність режимів нейтралізації, промивки і сушки оцінено за основними физико-хімічними показниками нейтралізованих, промитих і висушених зразків «β-каротину мікробіологічного в олії» (таблиця 5).

Таблиця 5 – Физико-хімічні показники рафінованого «β-каротину мікробіологічного в олії»

Найменування показників	Значення показників	
	вихідні зразки	рафіновані зразки
Масова частка, %:		
β-каротину	0,20	0,18
фосфоліпідів		
у перерахунку на P_2O_5	0,24–0,26	0,09
у перерахунку на стеароолеолецитин	2,19–2,23	0,84
Кислотне число, мг КОН/г	3,40	0,20
Пероксидне число, ½О ммоль/кг	2,2	1,25
Анізидинове число, у.о.	0,4	0,5

З наведених даних видно, що рафінація «β-каротину мікробіологічного в олії» за запропонованими технологічними режимами забезпечує зниження КЧ до величини, що відповідає показникам ДСТУ на рафіновані рослинні олії (не більше 2 мг КОН/г).

Дослідження стабільності до окиснення рафінованих зразків «β-каротину мікробіологічного в олії» показали, що швидкість накопичення продуктів окиснення в нерафінованих зразках «β-каротину мікробіологічного в олії» в 1,9 – 2,2 рази вища, ніж у рафінованих зразках за розробленими технологічними режимами. Застосування запропонованих технологічних режимів рафінації «β-каротину мікробіологічного в олії» дозволяє збільшити його термін зберігання до 24 місяців (проти існуючих 8-10 місяців).

Висновки. В результаті дослідження розроблено технологічні режими рафінації «β-каротину мікробіологічного в олії», які забезпечують поліпшення його фізико-хімічних показників. Досліджено стабільність до окиснення рафінованих зразків «β-каротину мікробіологічного в олії», в результаті чого доведено, що застосування запропонованих технологічних режимів рафінації «β-каротину мікробіологічного в олії» дозволяє збільшити його термін зберігання до 24 місяців (проти існуючих 8-10 місяців).

Література

1. GRAS Notice No. GRN 000119.
2. Нарушин В. Продукты питания, обогащенные бета-каротином // Food & Drinks № 4. – 2004. – С. 68–69.
3. Кричковская Л.В. Создание биологически-активных продуктов на основе стабилизированного каротина биотехнологического происхождения: Автореф. дис... д-ра биол. наук, – К., 2003. – 36 с.
4. Гагарина Л.В. Влияние масляной основы на стабильность растворенного микробиологического каротина / Л.В. Гагарина, Н.М. Евтеева, Л.Л. Смурова, С.М. Бобнева // Хим.-фармац. ж. – 1996. - 30, № 6. – С. 51-56.
5. Денисюк Е.Н., Воробьева В.М. Стабилизация масляных растворов бета-каротина // Междунар. научно-теор. конф. «Мол. ученые – пищ. и перераб. отраслям АПК: Тез. докл., – М., 1997. – С. 30-31.
6. Арутюнян Н. С., Корнена Е. П., Янова Л. И. Технология переработки жиров. – М.: Пищепромиздат, 1998. –450 с.
7. Р.Д.Обрайен. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение. – 2007. – 752 с.

УДК 664.3.032 : 544.773.32

НОВІ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛЕЦИТИНУ

Долінський А.А., д-р техн. наук, академік НАН України, Шаркова Н.О., канд. техн. наук., с.н.с., Авдєєва Л.Ю., канд. техн. наук., Жукотський Е.К.
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

У статті наведені експериментальні дані про властивості фосфоліпідних наноструктур, утворених в результаті використання ефекту дискретно-імпульсного введення енергії в роторно-пульсаційних апаратах, встановлений вплив полярних і неполярних екстрагентів на показники дисперсності. Запропонований спосіб використання фосфоліпідних наноструктур для виробництва нових видів функціонального і лікувально-профілактичного харчування.

Experimental data about properties of phosphor lipid nanostructures, formed as a result of use of effect of discrete impulse introduction of energy in rotor pulsing devices, are described in the article. The influence of polar and not polar extraagents on indicators of dispersion is established. The way of using phosphor lipid nanostructures for manufacture of new kinds of functional and medical preventive food is offered.

Ключові слова: технологія, фосфоліпіди, лецитин, везикулярні наноструктури, роторно-пульсаційні апарати, диспергування.

Дослідження останніх років показали надзвичайно важливе значення нанотехнологій, що базуються на закономірностях об’єктів нанорівня. Вони відкривають широкі перспективи при створенні сучасних матеріалів з принципово новими корисними характеристиками. Розвиток нанотехнологій дозволяє знайти нові підходи до вирішення багатьох наукових проблем у різних галузях народного господарства.

Значний інтерес для вивчення і широкі перспективи для використання в харчовій промисловості мають фосфоліпіди, наприклад лецитин. Харчовий лецитин являє собою фосфоліпідний комплекс, що містить фосфатидилхолін (власне лецитин), фосфатидилетаноламін, фосфатидилінозитол та ін. фосфоліпіди. Ці речовини одночасно виконують декілька важливих функцій: окрім забезпечення енергетичних потреб організму, вони відносяться до групи ессенціальних нутрієнтів. Основною функцією фосфоліпідів в організмі є участь у побудові основи клітинних мембран, що пояснює надзвичайно велике значення цих мікронутрієнтів для зростання і розвитку організму. Ці речовини покращують функціонування нервової системи, підвищують розумову здатність, сприяють засвоюванню біологічно-активних речовин тощо. Такі властивості дозволяють їх використання не тільки при виробництві харчових продуктів, але й при

виробництві функціональних продуктів харчування спрямованої дії [1, 2, 3]. Крім того, лецитини мають властивості поверхнево-активних речовин. Це біологічно активні добавки (Е 322), які належать до групи GRAS (Generally Recognized as Safe), тобто визнані безпечними і тими, що практично не мають обмежень щодо застосування в харчових продуктах в Україні, Росії, Європейському союзі та США [4]. Завдяки таким властивостям та природному походженню фосфоліпіди широко використовуються в харчовій промисловості.

Використання лецитинів дає позитивний ефект при їх використанні в самих різних галузях харчової промисловості. Наприклад, у хлібобулочних виробах, завдяки взаємодії з клітковиною, він надає тісту підвищену пластичність, затримує черствіння готових виробів; у кондитерській промисловості при виробництві шоколадних цукерок лецитин збільшує текучість шоколадної маси і попереджає кристалізацію; при виробництві маргаринів зменшує розбризкування; при виробництві сухих форм диспергованих напівфабрикатів сприяє швидкому відновленню системи або швидкому розчиненню [4, 7].

Фосфоліпіди належать до поверхнево-активних речовин, які в рідкокристалічному стані самоорганізуються у замкнені везикулярні наноструктури, утворюючи подвійний шар (мембрану), що надає матеріалу нових фізичних і хімічних властивостей. Загальний принцип побудови таких агрегатів полягає в орієнтації полярних груп атомів у сторону полярної фази, а неполярних – у сторону неполярної фази [6, 7].

Дослідженням властивостей ліпідних везикул, способам їх одержання і використання присвячена велика кількість наукових робіт у біології і медицині, де ці наноструктури використовуються для досліджень клітинних процесів в якості штучних аналогів клітинних мембран, а також в якості транспортних засобів для включення й утримування в середині речовин різноманітної природи. Також вони використовується в медицині, фармацевтичній і косметичній промисловості [8, 9].

Властивості ліпідних везикул до солюбілізації речовин у воді та їх захист від негативних факторів середовища можуть бути використані в технологічних процесах харчової промисловості [5].

До утворених наноструктур ставлять ряд вимог: простота приготування, стабільність при зберіганні, забезпечення високого відсотка їх внутрішнього об'єму. Однак актуальними залишаються проблеми, пов'язані з розробкою технології їх промислового отримання, наприклад, з метою використання в харчовій промисловості при створенні функціональних продуктів та продуктів спеціального дієтичного призначення. В даний час для одержання таких об'єктів, використовують складні багатоетапні технології із використанням енергоємних процесів: ультразвукової обробки, методів інжекції, „заморожування-відтаювання" та ін. [8, 9]. Ці методи, не зважаючи на досягнення заданої мети, є малопродуктивними і не дозволяють організувати промислове виробництво ліпідних везикул у значних обсягах.

Інститут технічної теплофізики НАН України запропонував спосіб одержання таких структур за рахунок ефекту дискретно-імпульсного введення енергії шляхом використання роторно-пульсаційних апаратів, які відрізняються високою якістю диспергування і технологічною ефективністю при одночасному зниженні енерговитрат і матеріаломісткості [10].

Для підвищення надійності, ефективності та прогнозованості поведінки наноструктур необхідне проведення ґрунтовних досліджень гідродинамічних і масообмінних процесів їх утворення. Нами були проведені дослідження впливу попередньої обробки фосфоліпідів екстрагентами різної полярності на процес утворення фосфоліпідних наноструктур. Однією з основних характеристик фосфоліпідних наноструктур є їх розмір. Функцію розподілу розміру наночасток досліджували методом фотонної кореляційної спектроскопії на лазерному фотон-кореляційному спектрометрі "ZetaSizer–3" Malvern Instrument, Великобританія, обладнаному He-Ne лазером ЛГН-111 (P = 25 мВт, λ = 633 нм). Отримана автокореляційна функція (АКФ) оброблялася за допомогою стандартних (ліцензійних) комп'ютерних програм (PCS-Size mode v 1.61).

Дослідження процесу диспергування проводились при температурі 40 ºС на проточному роторно-пульсаційному апараті циліндричного типу з коаксіальним набором з двох статорів і одного ротора із зазорами між ними 0,2 мм. Число обертів ротора 50 $с^{-1}$, продуктивність 800 кг/год. Для досліджень використовувався сухий знежирений фосфоліпідний комплекс «Лецитин соєвий «Solec F» виробництва фірми «Solae Europe» (ЄС) із загальним вмістом фосфоліпідів 97 %. Для досліджень використовували 5 % водний розчин лецитину (зразок 1) і водний розчин лецитину, що був попередньо розчинений у хлороформі та висушений (зразок 2). Результати досліджень наведені на рис. 1 і 2.

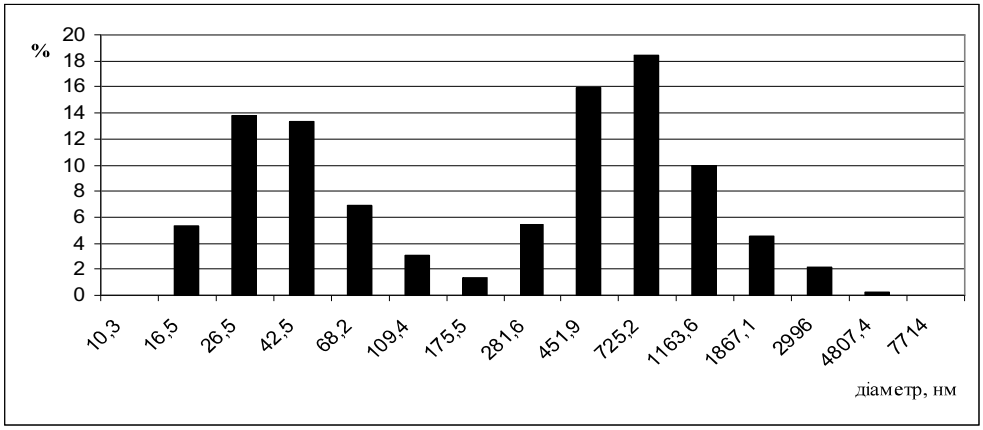


Рис 1 – Середній діаметр наноструктур, утворених в результаті диспергування водного розчину лецитину без попередньої обробки

Дослідження показали, що в результаті диспергування водної дисперсії комплексу фосфоліпідів одержана система має двомодальне розподілення розмірів частинок – від 16,5 нм до 109,4 нм, що становить 42,3 % і від 281,6 нм до 1867,1 нм, що становить 55,6 %.

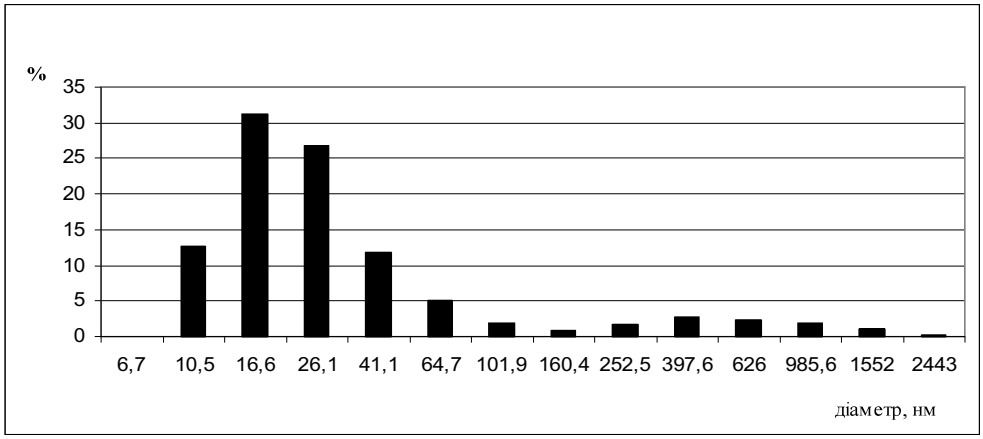


Рис 2 – Середній діаметр наноструктур, утворених у результаті диспергування водного розчину лецитину з попередньою обробкою

У результаті диспергування водної дисперсії комплексу фосфоліпідів з попередньою обробкою одержана система характеризується набагато більшою однорідністю, одержані дані свідчать про одномодальне розподілення розмірів частинок – від 10,5 нм до 64,7 нм, що становить 87,3 %. Результати досліджень показали, що природа екстрагента має значний вплив на розмір часток, отриманих у результаті диспергування. При однаковій температурі проведення процесу і концентрації фосфоліпідної дисперсії нами були отримані структури з різними характеристиками системи. Таку поведінку системи при диспергуванні можна пояснити впливом на складну гетерогенну систему термодинамічних факторів. При диспергуванні фосфоліпідів у водному середовищі відбувається процес самоорганізації багатомолекулярних агрегатів різної структурної організації частинок. При послідовному використанні як екстрагента неполярного (хлороформу) і полярного (вода) розчинника самоорганізація структури фосфоліпідів проходить декілька разів, кожен раз із зменшенням радіуса частинки, що відповідає зниженню енергії поверхневого натягу.

Унікальні властивості фосфоліпідів дають можливість створювати цілий асортимент нових продуктів функціонального призначення: для дитячого харчування, харчування вагітних жінок та осіб похилого віку, для підвищення імунітету та покращення розумової активності, а також при захворюваннях та для нормалізації процесів метаболізму, функцій нервової системи, печінки, слизової оболонки шлунково-кишкового тракту та ін. Інститут технічної теплофізики НАН України вперше в Україні запропонував метод використання властивостей фосфоліпідних наносистем при створенні нового виду лікувально-

профілактичного харчування. Була розроблена технологія виробництва соєвого напою "Ліпосомний" та створена нормативна документація. Напій має підвищену біологічну та харчову цінність, збалансований амінокислотний склад рослинних протеїнів, частково гідролізованих до пептидів та вільних амінокислот, що легко засвоюються, а також поліпшений вітамінний та мінеральний склади. Особливістю цього напою є те, що біологічно активні речовини, вітаміни та мінерали знаходяться у везикулярній формі, розміри та природний матеріал яких дають можливість цим речовинам проникати безпосередньо до клітини без руйнування у шлунково-кишковому тракті, що підвищує ефект від їх використання.

Висновки

Проведені дослідження дозволили отримати нові дані про властивості фосфоліпідних наноструктур, утворених у результаті використання ефекту дискретно-імпульсного введення енергії в роторно-пульсаційних апаратах, встановлений вплив полярних і неполярних екстрагентів на показники дисперсності. Запропонований спосіб використання фосфоліпідних наноструктур для виробництва нових видів функціонального і лікувально-профілактичного харчування.

Література

1. Руководство по детскому питанию / Под ред. В.А. Тутельяна, И.А. Коня. – М.: Медицинское информационное агентство, – 2004. – 662 с.
2. Гурова М.М., Успенский Ю.П. Влияние фосфолипидов на формирование психоинтеллектуальных функций у детей /Материалы Первой научно-практической конференции с международным участием «Интеллект и здоровье нации», Санкт-Петербург, – 2006. – С. 28–36.
3. Тутельян В.А., Суханов Б.П., Австриевских А.Н. Биологически активные добавки в питании человека. – Томск: И-во научн-техн. литературы, – 1999. – 2294 с.
4. Пищевые эмульгаторы и их применение/ Под ред. Дж. Хазенхюттля, Р. Гартела; пер. с англ. .– СПб.: Профессия, 2008. – 288 с.
5. Барсуков Л.И. Липосомы / Соросовский образовательный журнал, – 1998. – С. 2–9.
6. Биофизика: Учеб. для студ. высш. учебн. заведений / Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, –1999. –288 с.
7. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / К.Р.Ланге; под научн. ред. Л.П. Зайченко. – СПб.: Профессия, – 2004. – 240 с.
8. Gregoriadis Gregory. Liposome Technology / The School of Pharmacy University of London.- New York, London, – 2007. – 422 p.
9. Methods in Molecular Biology, vol. 199: Liposome Methods and Protocols / Edited by: S. Basu and M. Basu © Humana Press Inc., Totowa, NJ. – 240 p.
10. Патент № 81046. Спосіб одержання ліпосомних соєвих напоїв/ Інститут технічної теплофізики; Долінський А.А., Шаркова Н.О., Жукотський Е.К., Авдєєва Л.Ю. та ін. Заявка № 20041210390, заявл. 28.12.2005. Поз. висн. 26.11.2007. Опубл. Бюл. № 19, 26.11.2007.

УДК 759.873.088.5:661.185

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ *RHODOCOCCUS ERYTHROPOLIS* ЕК-1

Пирог Т.П., д-р биол. наук, профессор, Морозова А.П., аспирант, Кундеев М.Д., студент
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев

Показана возможность использования отходов пищевых производств (меласса и жиросодержащие отходы), а также побочного продукта производства биодизеля (глицерина) в качестве субстратов для производства поверхностно-активных веществ (ПАВ). Установлено, что ПАВ синтезированные бактериями Rhodococcus erythropolis интенсифицируют процессы деструкции нефти в загрязненной воде и почве. На 30 сутки степень очистки воды (2,6 г нефти/л воды) составляла 83-92 %, а почвы (21,4 г нефти/кг почвы) – 51-86 %.

The possibility of using of food industry wastes (molasses and oil containing wastes) and byproduct of biodiesel production (glycerol) as substrates for surface-active substances (SAS) synthesis was shown. It was

determined that SAS produced by Rhodococcus erythropolis intensify the processes of oil destruction in contaminated water and soil. After 30 days the oil destruction level in water (2.6 g oil/l water) was 83-92 % and in soil (21.4 g oil/kg soil) – 51-86 %.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, отходы производств, деструкция нефти.

Процессы добывания, транспортировки и переработки нефти постоянно сопровождаются технологическими и аварийными выбросами сырья в окружающую среду, что приводит к загрязнению и нарушениям различной тяжести в экосистемах. Особенную опасность представляют аварии на нефтепроводах. Это обусловлено сложностями в организации эффективной защиты окружающей среды по всей длине магистралей. В результате таких выбросов нефтяные загрязнения вызывают колоссальную нагрузку на природные системы, в результате чего их быстрая деградация нефтеокисляющей микрофлорой становится невозможной. Попадая в почву и воду, большие количества нефтепродуктов нарушают экологическое равновесие систем, это проявляется в ингибировании жизнедеятельности большинства групп микроорганизмов за счет угнетения ферментативной активности [6].

Еще одной глобальной проблемой являются отходы различных производств такие как, например, отходы производства масла и жиров (фузы), сахара (меласса), а также большие количества отработанного (пережаренного) подсолнечного масла, которое используется в учреждениях общественного питания. В результате производства биодизеля из растительного сырья как побочный продукт в большом количестве образуется глицерин, который в дальнейшем не находит широкого применения [8].

Рациональный подход к утилизации отходов заключается в уменьшении их количества, повторном использовании и переработке с целью получения практически ценных продуктов, в том числе и микробного синтеза.

Уникальные особенности микробных поверхностно-активных веществ (ПАВ) обуславливают их использование в различных отраслях промышленности вместо химически-синтезированных аналогов. ПАВ микробного происхождения используют в нефтедобывающей, химической, фармацевтической, пищевой промышленности, сельском хозяйстве, а также для очистки окружающей среды от углеводородов и тяжелых металлов [6, 7]. Но рациональность использования ПАВ микробного происхождения зависит в первую очередь от экономической эффективности их производства. Одним из способов удешевления технологий микробных ПАВ является использование дешевых ростовых субстратов, например, отходов других производств [4, 5].

Одним из наиболее перспективных субстратов для использования в биотехнологических процессах является глицерин. Так, во время получения 100 л биодизеля образуется (как продукт трансэтерификации растительных масел и животных жиров) до 10 л глицерина [8]. Невозможность использования в других технологиях такого огромного количества глицерина является сегодня наиболее важным фактором, который сдерживает производство биодизеля в мире.

Ранее из загрязненной нефтью почвы были изолированы нефтеокисляющие бактерии, идентифицированные как *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1 [3]. Показано, что штамм ЕК-1 является активным продуцентом ПАВ. Установлены оптимальные для образования ПАВ условия культивирования *R. erythropolis* ЕК-1 на этаноле и гексадекане, позволяющие повысить в 3-5 раз показатели синтеза целевого продукта [1, 2].

Цель настоящей работы – исследовать синтез ПАВ *R. erythropolis* ЕК-1 при использовании в качестве ростовых субстратов промышленных отходов. Второй целью является определение эффективности использования поверхностно-активных препаратов *R. erythropolis* ЕК-1 в процессах очистки воды и почвы от нефти, исследование роли нативной микрофлоры воды и нефтеокислительных бактерий *R. erythropolis* ЕК-1 в процессах утилизации нефти.

Культивирование *R. erythropolis* ЕК-1 осуществляли на минеральной питательной среде следующего состава (г/л): $NaNO_3$ – 1,3; $MgSO_4 \times 7H_2O$ – 0,1; NaCl – 0,1; Na_2HPO_4 – 0,6; KH_2PO_4 – 0,14; $FeSO_4 \times 7H_2O$ – 0,001; pH 6,8−7,0. В качестве источника углерода использовали гексадекан (2 %), глицерин (0,5–2 %), отходы производства масла (0,5 %), отработанное (пережаренное) масло (0,5 %), мелассу (0,5 % по углеводам), жидкие парафины (1 %). Культивирование бактерий осуществляли в колбах объемом 750 мл со 100 мл среды на качалке (320 об/мин) при 30 ºС в течение 168 ч. В качестве препаратов ПАВ использовали постферментационную культуральную жидкость и супернатант культуральной жидкости. Для получения супернатанта культуральную жидкость центрифугировали в течение 30 мин (5000 g).

Препараты ПАВ в концентрации 5-30 мл распыляли на поверхности модельного водоема (емкость с 2 л бюветной воды, загрязненной 2,6 г/л нефти) и вносили в загрязненную нефтью почву в концентрации 100 – 300 мл (1 кг почвы с нативной микрофлорой загрязняли 20 мл нефти).

Содержание нефти в исследуемых образцах определяли весовым методом. Для этого осуществляли троекратную экстракцию нефти гексаном (соотношение 1:1). Органический экстракт упаривали до по-

стоянной массы на роторном испарителе ИР-1М2 (Россия) при температуре 55 °С и абсолютном давлении 0,4 атм.

Учитывая химический состав ПАВ, синтезированных *R. erythropolis* ЕК-1 (комплекс глико-, фосфо- и нейтральных липидов), а также возможность повышения эффективности синтеза микробных метаболитов в присутствие экзогенных предшественников (жирных кислот), мы предположили, что потенциальным дешевым субстратом для выращивания штамма ЕК-1 могут служить отходы производства растительных масел. В табл. 1 приведены данные о синтезе ПАВ на среде, содержащей пережаренное масло, а также с мелассу, глицерин.

Таблица 1 – Образование поверхностно-активных веществ в процессе культивирования *R. erythropolis* ЕК-1 на отходах

Субстрат	Показатели синтеза ПАВ	
	ПАВ*	E_{24}, %
Отходы жировых производств	5,2±0,26	75±3,7
Отработанное (пережаренное) масло, 0,5 %	4,8±0,24	65±3,2
Меласса, 0,5 % (по углеводам)	3,3±0,16	40±2,0
Глицерин (0,5%)	3,3±0,16	50±2,5
Гексадекан, 2,0 % (контроль)	4,8±0,24	70±3,5
Жидкие парафины, 1,0 % (контроль)	5,9±0,29	80±4,0

Эксперименты показали, что после внесения препаратов поверхностно-активных веществ активная деструкция нефти наблюдалась уже на седьмые сутки. При этом нефтяная пленка теряла маслянистость, превращалась в скопления небольших сухих хлопьев, часть которых пребывала на поверхности воды, а часть после перемешивания оседала на дно модельных водоемов. Данные количественного определения остаточной нефти на 30 сутки эксперимента представлены в табл.2.

Приведенные данные показывают перспективность использования ПАВ *R. erythropolis* ЕК-1 для очистки воды от высоких концентраций нефти. Существенным преимуществом такого препарата является возможность его использования в виде постферментационной культуральной жидкости, а также высокая эффективность очистки от нефти при низкой концентрации ПАВ.

В табл. 3 приведены данные очистки почвы от нефти препаратами исследуемых ПАВ. Показано, что на 30 сутки степень деградации нефти достигала 86,4 % в присутствии ПАВ в виде культуральной жидкости (300 мл/кг почвы). Дальнейшие эксперименты показали, что микробная деструкция нефти обусловлена как непосредственным участием в этом процессе живых клеток нефтеокисляющих бактерий и их метаболитов, так и активацией природной нефтеокисляющей микрофлоры почвы под влиянием ПАВ.

Таблица 2 – Показатели очистки воды от нефти препаратами поверхностно-активных веществ *R. erythropolis* ЕК-1

Препараты ПАВ	Концентрация препарата ПАВ, %	Количество процедур обработки	Концентрация остаточной нефти, г/л	Степень еструкции нефти, %
Культуральная жидкость	5	Одна	0,20±0,01	92,3±2,6
	10	Две	0,32±0,015	87,7±2,3
	15	Одна	0,36±0,018	88,2±2,3
	30	Две	0,28±0,014	89,2±2,4
Супернатант	5	Одна	0,44±0,022	83,1±2,1
	10	Две	0,32±0,015	85,7±2,3
	15	Одна	0,38±0,019	85,4±2,2
	30	Две	0,32±0,015	87,7±2,2
Без обработки (контроль)			2,6±0,003	0

Таблица 3 – Влияние препаратов ПАВ *A. calcoaceticus* К-4 и *R. erythropolis* ЕК-1 на эффективность очистки почвы от нефти

Препараты ПАВ	Концентрация препарата ПАВ, мл/кг почвы	Концентрация остаточной нефти в пробе, г	Степень деструкции нефти, %
Культуральная жидкость	100	7,0±0,012	67,3±2,3
	200	5,7±0,023	73,4±2,7
	300	2,9±0,019	86,4±2,0
Супернатант	100	11,6±0,026	45,8±2,1
	200	10,4±0,015	51,4±2,2
	300	9,3±0,021	56,5±2,7
Контроль	0	21,4±0,015	0

Выводы

В результате проведенных исследований была показана возможность использования глицерина – побочного продукта производства биодизеля, а также отходов пищевых производств (жировой, сахарной промышленности) в качестве субстратов для получения микробных ПАВ.

В процессе работы установлено, что ПАВ *R. erythropolis* ЕК-1 интенсифицируют процессы деструкции нефти в воде и почве. Показана возможность использования для эффективной очистки воды (деградация на 83 – 92 % нефти в концентрации 2,6 г/л) невысоких концентраций препаратов ПАВ в виде культуральной жидкости (5 %).

Установлено, что ПАВ *R. erythropolis* ЕК-1 интенсифицируют процессы деструкции нефти в почве. На 30 сутки степень деградации нефти (21,4 г/кг почвы) в присутствии ПАВ (100 – 300 мл/кг почвы) в виде постферментационной культуральной жидкости составляла 51 –86 %.

Литература

1. Игнатенко С.В., Пирог Т.П. Влияние внешних факторов на образование поверхностно-активных веществ при периодическом культивировании *Rhodococcus erythropolis* ЭК-1 // Сб. трудов Межд. научн. конф. «Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии» (Минск, 3-6 июня 2008). – С. 164−166.
2. Пирог Т.П., Антонюк С.И., Карпенко Е.В., Шевчук Т.А. Влияние условий культивирования штамма *Acinetobacter calcoaceticus* К-4 на синтез поверхностно-активных веществ // Прикладная биохимия и микробиология. –2009. – Т.45, № 3. – С. 304–310.
3. Пирог Т.П., Шевчук Т.А., Волошина И.Н., Гречирчак Н.Н. Использование иммобилизованных на керамзите клеток нефтеокисляющих микроорганизмов для очистки воды от нефти // Прикладная биохимия и микробиология. – 2005. – Т. 41, № 1. – С. 58–63.
4. Dessai J.D., Banat I.M.. Microbial production of surfactants ant their commercial potential // Microbiol. Mol. Rev. – 1997. – N 61. – P. 47-64.
5. Pekin G., Vardar-Sukan F., Kosaric N. Production of soforolipids from *Candida bombicola* ATCC 22214 using Turkish corn oil and honey // Eng. Life Sci. – 2005. – N 4. – P. 357-362
6. Ron E.Z., Rosenberg E. Biosurfactants and oil bioremediation // Curr. Opin. Biotechnol. – 2002. – Vol. 13, № 3. – P. 249–252
7. Singh A., Van Hamme J.D., Ward O.P. Surfactants in microbiology and biotechnology. Part 2. Applications aspects // Biotechnol. Adv. – 2007. – Vol. 25. – P. 99–121
8. Yazdani S.S., Gonzales R. Anaerobic fermentation og glycerol: a path to economic viability for the biofuels industry // Curr. Opin. Biotechnol. – 2007. – Vol. 18. – P. 213–219

УДК 544.022.822:664

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ МАСИ ОБОЛОНОК КАПСУЛ, ОДЕРЖАНИХ ШЛЯХОМ ІОНОТРОПНОГО ГЕЛЕУТВОРЕННЯ

Пивоваров Є.П., канд. техн. наук, доцент, Нагорний О.Ю., аспірант
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

У статті наведено вплив основних параметрів на процес капсулоутворення із заданими властивостями, визначено закономірності співвідношень реагуючих компонентів та тривалості процесу капсулювання.

The article presents the influence of basic parameters on forming capsule with desired properties, defined patterns of concentration of reacting components and duration of capsulation

Ключові слова: стінка капсули, харчовий гель, альгінат натрію, альгінат кальцію, структуроутворення, інкапсулянт, формуючий розчин.

Харчові гелі (soft materials) із біополімерів, які з колоїдної точки зору займають проміжне місце між рідинами і твердими тілами, з розвитком наукових принципів структуроутворення набувають все більшого значення як структуроутворювачі харчових продуктів, оскільки характеризуються прогнозованою структурою, технологічними та органолептичними властивостями, відсутністю токсичності та високою біосумісністю з компонентами харчових продуктів.

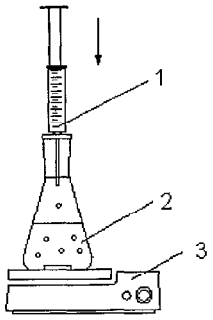
Серед біополімерів можна прогнозувати широке застосування в технологічних процесах полісахариду альгінату натрію, який за своєю сутністю є аніонним поліелектролітом, здатним утворювати гідрогелі у водних розчинах при додаванні солей кальцію або протилежно заряджених полімерів. При цьому, з колоїдної точки зору, проходить фазове розшаровування технологічної системи, яке за обґрунтованих і контрольованих умов приводить до структуроутворення з одержанням гелю із заданими властивостями та геометричною формою. Ступінь обробки альгінату натрію зшиваючим агентом обумовлює глибину перетворення альгінату натрія за співвідношенням у драглі альгінату натрію і альгінату кальцію, що обумовлює гідродинамічні властивості гідрогелів, у тому числі і здатності до синерезису та вологоутримування.

На сьогоднішній день існує велика потреба в розробці гелевих харчових систем, гелеутворення яких призводило би до утворення форм капсул і в яких би гідрогелі, що формують стінку капсули, за своєю сутністю характеризувалися як гомогенні гелеві системи, не здатні до значного фазового розшаровування з вираженим синерезисом. Геометрична форма одержаних капсул повинна задовольняти умовам коефіцієнта форми: $K_f = \frac{d_{верт.}}{d_{гориз.}} \approx 1$, $K_f \approx 1$ – капсули мають шароподібну форму, $K_f < 1$ – капсули наближені до овальної форми, $d_{верт.}$, $d_{гориз.}$ – вертикальний та горизонтальний діаметр капсул.

За таких передумов у як інкапсулянт може бути використаний широкий ряд розчинених (емульгованих, суспендованих) речовин, які а) мають виражене функціонально-технологічне, фізіологічне або фармацевтичне значення, але б) повинні бути захищені оболонкою від зовнішнього впливу (механічних дій, випромінювань, певного рівня агресивних середовищ тощо).

З іншого боку, оболонка повинна мати певний рівень проникненості, що дуже важливо для травлення харчових продуктів. Перераховані властивості (а в деяких випадках вимоги) залежать від параметрів одержання оболонки. Нами доведено, що зшиваючий агент сіль кальцію повинна входити до складу інкапсулянта, за цих умов такі параметри як час капсулювання, концентрація солі, концентрація альгінату натрія будуть головними чинниками, які впливають на властивості оболонки.

Метою дослідження є визначення закономірностей формування оболонки альгінату кальцію з водного розчину альгінату натрію з одержанням капсул з інкапсульованим розчином хлористого кальцію. Капсули одержували шляхом екструдування розчину солі кальцію у складі інкапсулянта відомої концентрації в приймальне середовище – формуючий розчин, утворений альгінатом натрію (0,5…2,0) % концентрації. Лабораторна установка для одержання капсул наведена на (рис. 1).



1 – дозатор з розчином інкапсулянта, 2 – ємність з формуючим розчином, 3 – магнітна мішалка

Рис. 1 – Експериментальна лабораторна установка для одержання капсул

Оскільки у всіх випадках в основі гелеутворення лежить масоперенос іонів металу, то очевидно, що рушійною силою масопереносу, а значить і капсулоутворення, буде різниця концентрацій, а дифузія виконується із зон вищої концентрації в бік низьких концентрацій. Відповідно до закону Фіка, в загальному вигляді кількість дифундованих до середовища AlgNa іонів Ca^{2+} буде описуватись рівнянням (1):

$$\Delta m_{Ca^{2+}} = D\frac{dc}{d\tau}\Delta\tau \tag{1}$$

де $\Delta m_{Ca^{2+}}$ – загальна кількість іонів Ca^{2+}, перенесених через перетин (поверхню контакту двох речовин) до середовища AlgNa за час структурування τ;

D – коефіцієнт дифузії;

$\frac{dc}{d\tau}$ – градієнт концентрації іонів кальцію.

При одержанні капсул існує поверхня розділу S, яка дорівнює внутрішній поверхні капсули, через яку за фіксований час $\Delta\tau$ реалізується градієнт концентрації $\frac{dc}{d\tau}$. З урахуванням закону збереження мас, рівняння заміщення, а значить і кількість гелю, що утворюється, у відповідності з кількістю дифундованого Ca^{2+} буде описуватися рівнянням кінетики (2):

$$\frac{d[A\lg_2 Ca]}{d\tau} = k\left[A\lg^-\right]\cdot\left[Ca^{2+}\right], \tag{2}$$

де k – константа швидкості прямої реакції (гелеутворення).

Оскільки кількість кальцію може бути виражена через масу краплі, помножену на молярну концентрацію кальцію в розчині, то маса утвореної стінки капсули $\frac{d[A\lg_2 Ca]}{d\tau}$ може бути розрахована за формулою (3):

$$\frac{d[A\lg_2 Ca]}{d\tau} = k\left[A\lg^-\right]\cdot(m\cdot C_{m_{Ca}})\cdot(D\frac{dc}{d\tau}\cdot\tau\cdot S), \tag{3}$$

де $C_{m_{Ca}}$ – молярна концентрація частки розчиненого іону Ca^{2+};

m – маса інкапсулянта;

S – площа внутрішньої поверхні краплі.

Маючи на увазі, що під поняттям $\frac{d[A\lg_2 Ca]}{d\tau}$ у реальному технологічному процесі є виникнення оболонки, можна стверджувати, що її маса в складі капсули буде прямо пропорційна добутку маси інкапсулянта, концентрації розчиненого Ca^{2+} і концентрації AlgNa. Обмежувальною умовою утворення капсули буде умова, яку можливо описати, виходячи зі стану системи «AlgNa – Alg_2Ca», яка може бути охарактеризована коефіцієнтом St_f. $St_f = \left.\frac{[A\lg_2 Ca]}{[A\lg Na]}\right|_{(0<St_f\le 1)}$ Фізичний зміст коефіцієнта стану системи, величина, яка може змінюватися від 0 до 1, полягає в оцінці ступеня переходу AlgNa в Alg_2Ca. При значенні St_f=0 система являє собою розчин AlgNa, при St_f=1 система являє собою гель Alg_2Ca. Очевидно, що стану гелю відповідає деяка мінімальна гранична концентрація Alg_2Ca в системі «AlgNa – Alg_2Ca», що забезпечує відсутність плинності, а точніше безрозмірна величина відношення Alg_2Ca до AlgNa, що забезпечує виникнення форми (рівняння 4):

$$\mathrm{St}_{\mathrm{f\ формування}} = \frac{[A\lg_2 Ca]\min}{[A\lg Na]} = \frac{k\left[A\lg^-\right]_{\min}\cdot(m\cdot Cm_A)\cdot(D\frac{dc}{d\tau}\Delta\tau\cdot S)}{[A\lg Na]}, \tag{4}$$

Аналіз рівняння (4) свідчить, що на величину St_f коефіцієнта, що визначає умови формування капсул, впливають два протилежних фактори – стан системи буде прямо пропорційний кількості внесеного кальцію (що сприяє утворенню стінок капсул), оберненопропорційний концентрації AlgNa у приймальному середовищі – формуючому оболонку розчині. З цього виходить прямий технологічний висновок, що в реальному технологічному процесі повинно бути певне співвідношення концентрацій іонів кальцію та альгінату натрію, за яких коефіцієнт St_f набуває значень St_{fmin}, що забезпечує капсулоутворення. Відповідно, що умова $St_{fmin} \le St_i \le 1$ буде визначати існування та якість капсули, у тому числі її структурно-механічні, гідродинамічні властивості та проникність. А за умови $0 < St_i \le St_{fmin}$ капсулоутворення прохо-

дити не буде. Цей висновок обумовлює технологічні задачі, які є обов'язковими при обґрунтуванні рецептурних концентрацій інкапсулянта та формуючого середовища: концентрація кальцію в інкапсулянті повинна бути такою, щоб забезпечити формування стінки капсули, але обов'язково врівноважена з концентрацією альгінату натрію у формуючому середовищі. Очевидно, що концентрація альгінату натрію повинна завжди перевищувати концентрацію AlgNa, що необхідна для забезпечення утворення Alg_2Ca_{min}, – умова капсулоутворення.

Концентрація AlgNa у формуючому розчині має свої технологічні межі, особливо у бік збільшення, оскільки при фіксованій концентрації Ca^{2+} збільшення концентрації AlgNa понад обґрунтованих концентрацій, що забезпечують необхідну величину $St_f \geq St_{fmin}$, буде погіршуватися формування капсул і робити даний процес неможливим ($K_f \neq 1$).

Формуюче середовище розчин AlgNa відносно маси внесеної краплі-дози є, по суті, нескінченно великою величиною, тому потенційно постійно буде існувати градієнт концентрації $\frac{dC}{d\tau}$ (3), що забезпечує дифузію іонів кальцію Ca^{2+} з достатньою швидкістю. Гель Alg_2Ca буде перебувати у формі фази, яка вивільнилась із розчину, між якою та формуючим середовищем буде також відбуватися іонний обмін за принципом рекомбінації. За цих умов іони Ca^{2+} із хелатного комплексу Alg_2Ca будуть переходити в непереривне формуюче середовище AlgNa. В момент, коли швидкість дифузії Ca^{2+} з інкапсулянта до середовища AlgNa буде вищою, ніж швидкість рекомбінації Ca^{2+} (дифузія в середовищі AlgNa), буде нарощуватися стінка капсули. Розуміючи, що кількість Ca^{2+} в краплі-дозі інкапсулянта скінченна, можна передбачити зниження згідно із законом Фіка швидкості дифузії Ca^{2+} із інкапсулянта до формуючого середовища, що відповідає відносному зростанню швидкості рекомбінації Ca^{2+} у формуючому середовищі. З часом величина St_f буде зменшуватися, як результат перерозчинення в безмежному формуючому середовищі. Це визначає той факт, що час ($\Delta\tau$) перебування капсул у технологічному середовищі AlgNa не може бути нескінченно довгим, тому що через певний період буде приводити до зникнення оболонки.

Час перебування капсули у формуючому середовищі підлягає обґрунтуванню залежно від концентрації речовин, що беруть участь у технологічному процесі.

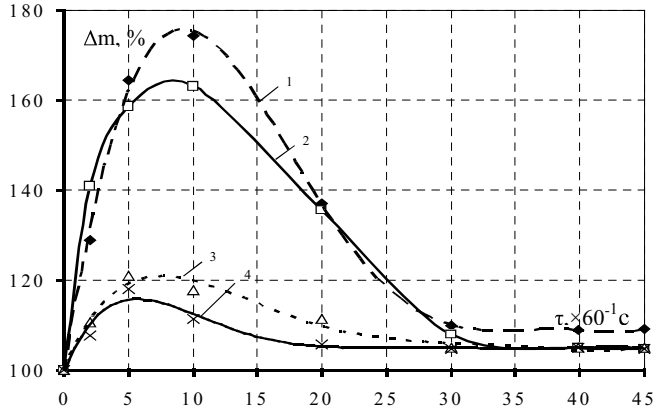


Рис. 2 – Динаміка приросту маси оболонок капсул для концентрацій AlgNa: (1, 2, 3, 4 – 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0) % відповідно за концентрації $CaCl_2$ 0,5 %.

На (рис. 2) наведено динаміку приросту маси (в %) оболонки капсул до маси інкапсулянта, кількісного прийнято за 100% для концентрацій AlgNa – (0,5; 1,0; 1,5; 2,0) % відповідно, за концентрації $CaCl_2$ 0,5 %.

З (рис. 2) видно, що динаміка капсулоутворення має два етапи. Перший етап нарощування маси оболонки капсул залежно від концентрації AlgNa спостерігається протягом перших $5\ldots10\times60^{-1}$с капсулювання і пов'язаний з тенденцією зростання (нарощування) маси стінок. При збільшенні часу витримування капсул в середовищі альгінату натрію спостерігається другий етап, зменшення маси оболонки капсул, що обумовлено перерозчиненням оболонки капсул у формуючому розчині, результат зменшення значень коефіцієнта St_f.. Встановлено, що при концентраціях AlgNa (0,5 і 1,0) % максимальний приріст маси оболонки капсул становить 75 та (65±1) % відповідно. Капсули одержані з концентрацією AlgNa 0,5 % мають обводнену оболонку й слабо тримають форму. Коефіцієнт форми одержаних капсул з концентрацією AlgNa (0,5 та 1,0) % становить 0,3…0,5, що технологічно не забезпечує якість кінцевого продукту. Зразки

капсул одержані з концентрацією AlgNa 1,5 та 2,0 % мають максимальний приріст маси оболонки 20 та (15±1) %. За своїми структурно-механічними показниками капсули мають вищу міцність у порівнянні зі зразками одержаними за концентрації AlgNa (0,5 та 1,0) %. Коефіцієнт форми одержаних капсул дорівнює 1,0. Із аналізу даних значень K_f стає зрозумілим, що при вибраному інтервалі концентрацій альгінату натрію 0,5 % його концентрація в технологічному процесі повинна бути вища за концентрацію 0,5 %. Таке обмеження є обов'язковою умовою одержання капсул з правильною геометричною формою, яка характеризується величиною $K_f \approx 1$. Здатність капсул до синерезису, одержаних за концентрації $CaCl_2$ 0,5 %, вивчалася протягом 12×3600 с перебування їх у формуючому середовищі. Максимальні втрати вологи були зафіксовані в капсулах з вмістом AlgNa 2,0 % і склали (8,1±0,5) %, мінімальні зі змістом AlgNa 1,5 % склали (6,8±0,5) %.

На (рис. 3) наведено динаміку приросту маси оболонки капсул для концентрацій AlgNa – 0,5; 1,0; 1,5; 2,0% відповідно, за концентрації $CaCl_2$ 1,0 %.

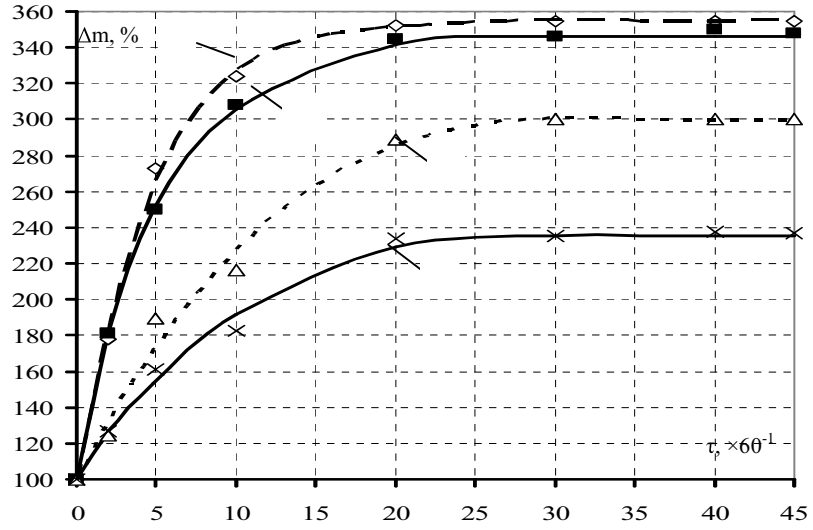


Рис. 3 – Динаміка приросту маси оболонок капсул для концентрацій AlgNa:

1, 2, 3, 4 – 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 % відповідно, за концентрації $CaCl_2$ 1,0 %

Аналізуючи динаміку приросту маси капсул одержаних при концентраціях AlgNa (0,5...2,0) % з постійною концентрацією в інкапсулянті $CaCl_2$ 1,0 % можна зробити висновок також про наявність двох етапів. Перший етап пов'язаний зі зростанням маси, другий – з відносною стабільністю маси в досліджуваний період часу, найбільший приріст маси оболонок капсул відбувається при концентраціях AlgNa 0,5 та 1,0 % і становить 245 та (255±1) % відповідно. Капсули одержані з використанням AlgNa у концентраціях 1,5 та 2,0 % мають максимальний приріст маси оболонки 200 та (140±1) %. Час процесу капсулювання склав 25×60^{-1} с. Коефіцієнт форми K_f одержаних капсул зі вмістом солі $CaCl_2$ 1,0 % і різних концентрацій AlgNa (0,5…2,0) % дорівнює 1. Здатність капсул до синерезису одержаних з використанням концентрації 1,0 % $CaCl_2$, показала, що максимальні втрати вологи становлять (30±0,5) % при концентрації AlgNa 0,5 %, мінімальні (3±0,5) % при концентрації AlgNa 2,0 %.

Аналіз даних вологовиділяючої здатності свідчить, що зі зростанням концентрації альгінату натрію вологовиділяюча здатність відносно падає за всіх співвідношень $\frac{[Ca^{2+}]}{[A\lg Na]}$. Ці дані також підтверджують, що мінімальна концентрація альгінату натрію в формуючому середовищі повинна перевищувати концентрацію 0,5 %.

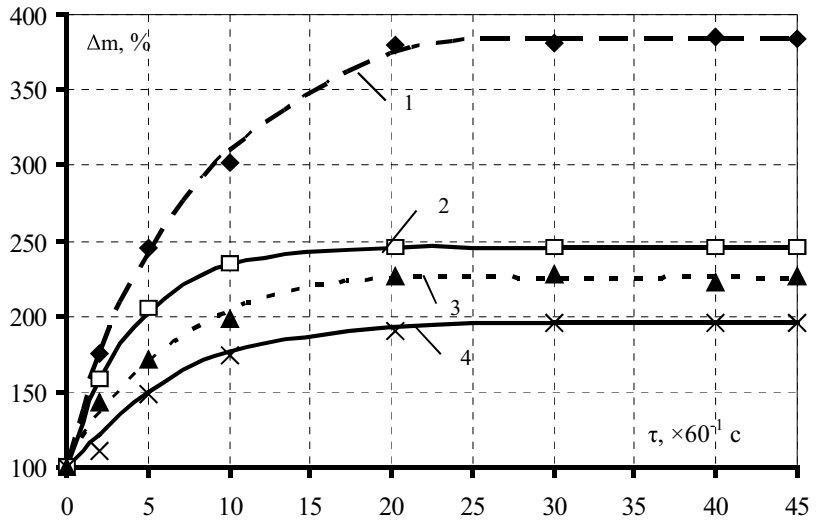


Рис. 4 – Динаміка приросту маси оболонок капсул для концентрацій AlgNa: 1, 2, 3, 4 – 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 % відповідно, за концентрації $CaCl_2$ 1,5 %

Встановлено, що максимальний приріст маси оболонок при концентрації $CaCl_2$ 1,5 % для розчинів AlgNa 0,5; 1,0; 1,5 та 2,0 % становить 270; 150; 125; та (100±1) % (рис. 4). Термін процесу капсулювання для досягнення максимальних значень маси оболонок капсул з концентрацією AlgNa 1,0; 1,5; та 2,0 % склав 10×60^{-1} с, з концентрацією AlgNa 0,5 % – 20×60^{-1} с. При збільшенні часу капсулювання з концентрацією AlgNa 0,5% спостерігається набрякання й часткове розчинення їх у розчині AlgNa. Капсули, одержані з використанням AlgNa 1,5 та 2,0 %, мають овальну форму, зі збільшенням часу капсулювання до 45×60^{-1} с відзначено збільшення пружності капсул. Вивчення властивостей капсул утримувати вологу показало, що максимальні втрати вологи становлять (26±1) % при концентрації AlgNa 0,5 %, мінімальні із вмістом AlgNa 2 % склали (8±1) %.

Узагальнюючи результати проведених досліджень було визначено закономірності формування оболонки Alg_2Ca з формуючого розчину – AlgNa з інкапсульованим розчином $CaCl_2$. Експериментально доведено, що одержання капсул які б відповідали умовам $K_f \approx 1$ за мінімальних втрат вологи можливе за концентрації AlgNa>0,5% і обґрунтованих співвідношень реагуючих компонентів та часу витримки. Стає очевидним, що певним концентраціям компонентів відповідають певні їх співвідношення та час. Ці величини повинні бути закріплені як параметри в кожному технологічному процесі індивідуально, в залежності від запланованої якості капсул. Узагальнені дані раціональних параметрів одержання капсул наведено у (табл. 1).

Таблиця 1 – Узагальнені дані раціональних параметрів одержання капсул

Концентрація C, %		Тривалість капсулювання τ, ×3600 сек	K_f	Δm, %	**ΔW, %**
$CaCl_2$	AlgNa				
0,5	1,5	5	≈1	21	**6,79**
0,5	2,0	5	≈1	18	**8,06**
1,0	1,0	20	≈1	255	**2,87**
1,0	1,5	10	≈1	200	**7,32**
1,0	2,0	20	≈1	140	**3,09**
1,0	1,0	10	≈1	220	**13,27**
1,5	1,0	20	≈1	143	**21,59**
1,5	1,0	30	≈1	145	**15,77**
1,5	1,5	10	≈1	98	**8,85**
1,5	**2,0**	**10**	**≈1**	**77**	**8,10**

де K_f –коефіцієнт форми одержаних капсул;

Δm – приріст маси оболонки капсул через 24×3600с;

ΔW – втрати вологи капсулами через 24×3600с.

Нами з врахуванням експериментальних та теоретичних досліджень встановленні залежності приросту мас капсул для різних концентрацій альгінату натрію. Встановлено, що для вибраних концентрацій альгінату 1,0; 1,5; та 2,0 %, які забезпечують утворення капсул з К≈1, зростання маси оболонок характерне при зростанні концентрації $CaCl_2$ в інтервалі концентрацій з 0,5 до 1,0 % (рис. 5). При зростанні концентрацій $CaCl_2$ в інтервалі концентрацій з 1,0 до 1,5 % за один і той же час приріст маси суттєво падає. Такі дані, які вступають в протиріччя з теоретичними дослідженнями (2) свідчать, що за кожним вибраним співвідношенням виникає власна структура стінки капсули, проникність якої для іонів Ca^{2+} падає зі зростанням концентрації альгінату натрію (рис. 5, криві 2,3 проти кривої 1), що і визначає падіння величини приросту мас. Одержанні данні є практичним підґрунтям для обґрунтування параметрів технологічного процесу одержання капсул і свідчить, що є усі передумови одержання капсул як з високою так і низькою проникністю стінок як з боку інкапсулянта, так і з зовнішнього середовища в бік інкапсулянта.

Було досліджено залежність приросту маси оболонок капсул від концентрації $CaCl_2$. Дані представленні на (рис. 5)

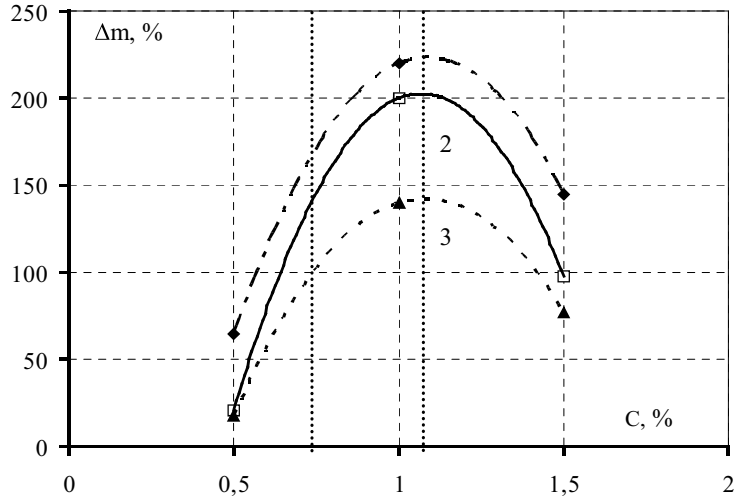


Рис. 5 – Залежність приросту маси оболонок капсул від концентрації $CaCl_2$ за концентрації AlgNa: 1, 2, 3 – 1,0; 1,5; 2,0 % відповідно

Аналізуючи дані (рис. 5), найбільш вірогідний є факт того, що при збільшенні концентрації $CaCl_2$ до критичних відбувається зменшення приросту маси стінки капсул, що суперечить закономірностям дифузії згідно із законом Фіка рівняння (1), цей факт пов'язаний з утворенням певного стану гелю в системі Alg_2Ca – AlgNa, який ускладнює рух іонів кальцію з зон вищої концентрації іонів, у зону низьких концентрацій.

З даних, наведених у табл. 1, видно, що при збільшенні концентрації AlgNa за постійних концентрацій $CaCl_2$ відбувається зменшення приросту маси оболонки капсули, але здатність капсул до втрати вологи, одержаних за даних умов, мінімальна. На підставі дослідження закономірностей виділення вологи з капсул встановлено раціональні концентрації AlgNa та $CaCl_2$ у складі капсул (1,0…2,0) % та (0,5…1,5) % відповідно та тривалість капсулювання $5…30\times60^{-1}$ с.

Висновки

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що завдяки регульованому процесу одержання капсул із заданими властивостями стає можливим використання їх у різноманітних технологічних системах. Фізико-математичне обґрунтування процесу капсулоутворення з прогнозованими властивостями оболонки капсул є перспективним напрямком і стане об'єктом подальших досліджень.

Література
1. Рябець О.Ю. Технологія аналогу ікри чорної з використанням альгінату натрію: дис. … кандидата техн. наук : 05.18.16 / Рябець Ольга Юріївна. – Х., 2008. – 178 с.
2. Пестина А.А. Технология реструктурированного полуфабриката из дыни: дис. … кандидата техн. наук : 05.18.16 / Пестина Анна Александровна. – Х., 2009. – 177 с.
3. Карапетьянц М.Х. Общая и неорганическая химия / М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. – М.: Химия, 1993. – 592 с.

УДК 613.2:57.016

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОДУКТИ І ЇХ РОЛЬ У ХАРЧУВАННІ ЛЮДИНИ

Корзун В.Н., д-р мед. н., професор, Тихоненко Ю. С.
ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України», м. Київ

У статті висвітлюється роль харчування у збереженні здоров'я населення – проблема XXI століття, вплив нестачі мікронутрієнтів на стан здоров'я населення у будь-якому віці, методичні підходи до збагачення харчових продуктів необхідними нутрієнтами. Розглянуті основні проблеми при розробці та виробництві функціональних харчових продуктів.

In the article are said a questions: the role of nutrition in preservation health of population – problem of XXI century, influence of lack of supplements on health conditions of populations in any age, methodical approach to enrichment of food with necessary supplement. The main problems of create and product of functional nutrition products were examined.

Ключові слова: харчування людини, функціональні харчові продукти, мікронутрієнти.

Харчування є важливою фізіологічною потребою організму, від якої значною мірою залежить стан здоров'я людини. Воно необхідне для побудови та оновлення клітин, тканин, поповнення енерготрат, синтезу гормонів, ферментів та інших регуляторів обмінних процесів. Раціональне, тобто побудоване на науковій основі, харчування сприяє збереженню здоров'я, високій фізичній та розумовій діяльності, активному довголіттю [1].

Підвищення стійкості організму до негативних факторів, у тому числі до іонізуючого випромінювання – важливий важіль у комплексній програмі виживання в умовах екологічної катастрофи, викликаної забрудненням навколишнього середовища солями важких металів, пестицидами, ядохімікатами, транспортними та промисловими викидами, радіонуклідами [2].

Серед чинників захисту одним з найважливіших та найбільш ефективних є фактор харчування. Раціональне харчування у будь-який час покликане зберегти здоров'я людини, виконання основних його положень у період після аварії на ЧАЕС – важлива умова підвищення стійкості до іонізуючого випромінювання, мобілізації захисних сил організму, нормального функціонування імунної, кровотворної, травної систем, зниження дози внутрішнього опромінення від радіонуклідів стронцію та цезію, що потрапляють з раціоном харчування [2, 3].

Якість харчування відіграє роль найважливішого чинника адаптації організму до сучасних умов існування зростаючого чужорідного навантаження.

Це пов'язано з двоякою роллю харчового раціону. З одного боку, до 95 % загального об'єму ксенобіотиків надходить в організм аліментарним шляхом, що підкреслює необхідність та значущість контролю безпеки продовольчої сировини та харчових продуктів на всіх етапах їх отримання, переробки та реалізації. З іншого боку, саме харчові речовини забезпечують реалізацію захисно-адаптаційних механізмів: вони на всіх етапах метаболізму вступають у безпосередній конкурентний (або синергічний) контакт з чужорідними речовинами та використовуються організмом для підтримання стійкої роботи гомеостатичних систем. [4]

Таким чином, аліментарна адаптація, котра може бути визначена як процес вироблення резистентності організму до екстремальних зовнішніх умов за рахунок оптимізації харчування, передбачає забезпечення надходження з раціоном харчування повного набору харчових і біологічно активних речовин і розвиток за рахунок цього стійкого функціонування метаболічних систем.

В умовах екологічного (чужорідного) навантаження харчування, окрім традиційних функцій, повинно також забезпечити: зниження засвоєння ксенобіотиків у шлунково-кишковому тракті, послаблення

несприятливої дії чужорідних речовин і факторів на клітинному та органному рівні; зменшення рівня депонування ксенобіотиків та їх метаболітів у тропних тканинах з прискореним виведенням їх з організму [2].

Нині накопичено великий матеріал про харчові речовини, здатні блокувати тим чи іншим шляхом абсорбцію ксенобіотиків. До них у насамперед належать природні неспецифічні сорбенти: харчові волокна, пектини, альгінати, колаген, цеоліти, хітин тощо. Вони посилюють перистальтику кишечнику, скоригуючи тим самим ефективний період абсорбції ксенобіотиків.

Ряд нутрієнтів вступають з чужорідними агентами в конформаційні взаємодії, утворюючи не засвоювані комплекси або інгібіруючи трансмембранний перехід в еритроцитах, надходження у кров (лімфу) та зв'язок з активними білками – переносниками в рідких середовищах. Основні конкурентні нутрієнти – кальцій, залізо, калій, магній, йод, селен. Їх бездефіцитне надходження значно знижує проникливість біомембран еритроцитів для ксенобіотиків. Потреба в них може підвищуватись на 50-60 % порівняно з фізіологічними нормами [5].

Для прискорення процесів біотрансформації ксенобіотиків необхідно забезпечити організм нутрієнтами, які входять до складу ферментів-кофакторів або субстратів, які регулюють захисні метаболічні процеси. Це вітаміни та мікроелементи (залізо, селен, мідь, цинк, кобальт, йод тощо).

Під дією екопатогенів навколишнього середовища (солі важких металів, радіонукліди, органічні відходи хімічних виробництв, вихлопні гази автомобілів), які попадають в організм з питною водою, повітрям та їжею, відбувається блокування активності ферментів, відповідальних за переварювання та асиміляцію їжі. Іншою причиною дефіциту мікронутрієнтів у раціонах харчування виступає сучасна індустрія виробництва продуктів харчування. Дослідженнями Пола Бергнера показано, що в усіх основних пунктах біологічного ланцюга: рослини, тварини (риби), людина – відмічено зниження мікронутрієнтів. Автором вивчено матеріали Міністерства сільського господарства США, починаючи з 1914 року. Доведено, що вміст кальцію, магнію та заліза з 1914 по 1997 рік в овочах знизився в 4,5 рази. Заліза в яблуках зменшилось на 90 %, кальцію – на 4 5%, магнію – на 83 %. Раціон сучасного американця забезпечує лише 50 % добової потреби у магнії та міді, на 70 % – у цинку та хромі. Вміст мікроелементів – йоду, селену, кобальту, міді, цинку як в овочах, так і в продуктах тваринництва з 1962 по 1996 рік зменшився в 1,7-3,9 рази, що особливо турбує медиків.

Недостатнє надходження мікронутрієнтів з їжею – загальна проблема цивілізованих країн. В умовах науково-технічного прогресу, нервово-емоційного напруження, впливу несприятливих чинників виробництва і мінливого зовнішнього середовища особливо важливою стає проблема впровадження технологій попередження мікроелементної недостатності [6].

Якщо за макронутрієнтами раціон сучасної людини відповідає нормі або навіть перевищує її, то за набором і кількістю мікронутрієнтів (мінеральних речовин, вітамінів, ПНЖК та ін.) суттєво далекий від неї. В результаті денатуралізації продуктів – усіляких очищень, дистиляцій, рафінування – із природного продукту видаляється багато корисних речовин. До того ж сучасні харчові продукти можуть містити досить багато нехарчових речовин, токсичних для організму. Тому в раціоні сучасної людини поряд з традиційними харчовими продуктами значне місце будуть займати модифіковані ХП, із генетично модифікованих продуктів, продукти із модифікованими, заданими властивостями (функціональні ХП, збагачені есенційними харчовими речовинами, наноїжа), а також БАД (Димань Т.М.) [7].

Мікронутрієнти належать до незамінних речовин їжі. Вони необхідні людині в будь-якому віці – дитячому і підлітковому, дорослому та похилому, але найбільш чутливі до розвитку мікроелементної недостатності плід, діти, жінки під час вагітності та годування груддю. Недостатнє надходження мікроелементів у дитячому та юнацькому віці негативно впливає на фізичний розвиток, захворюваність, успішність, сприяє поступовому розвитку порушень обміну і, в кінцевому підсумку, перешкоджає формуванню здорового покоління. Особливо ця проблема постала перед населенням багатьох країн світу в зв'язку із забрудненням довкілля промисловими, транспортними викидами, сільськогосподарськими отрутами (пестицидами, нітритами та нітратами, солями важких металів) та радіонуклідами, що розповсюдились у результаті радіаційних аварій. Недостатність мікронутрієнтів особливо небезпечна тим, що тривалий час не проявляється клінічно. Це так званий "прихований голод". Тривалий та глибокий дефіцит їх веде до тяжких захворювань та може бути причиною смерті [7].

Світовий та вітчизняний досвід засвідчує, що найбільш ефективним і доцільним з економічної, соціальної, гігієнічної і технологічної точок зору заходом кардинального вирішення проблеми є розробка і налагодження виробництва різноманітних функціональних продуктів харчування, додатково збагачених дефіцитними нутрієнтами до рівня, що відповідає фізіологічним потребам людини. При цьому недоцільно збагачувати продукт лише одним, найбільш дефіцитним нутрієнтом [2, 7, 8].

Продукти функціонального харчування (ПФХ) – харчові продукти, які при щоденному вживанні в традиційних кількостях мають крім загальної харчової цінності здатність специфічно підтримувати й

регулювати конкретні фізіологічні функції, біохімічні й поведінкові реакції або групи їх, зберігати й покращувати фізичне і психічне здоров'я людини (або знижувати ризик виникнення захворювань). Сюди включають сотні-тисячі найменувань (біфідобактерії й лактобацили, макро- і мікроелементи, ХВ, пребіотики, амінокислоти, антиоксиданти, глікозиди, вітаміни й т.ін. – це функціональні інгредієнти, що складають біологічно активну основу продуктів, що вписуються у концепцію "функціональне харчування". Відмінності між ПФХ і БАД – лише форма, у якій недостатні для організму функціональні інгредієнти доставляються в організм людини. Якщо у вигляді препарату або добавки, схожої з ліками для орального застосування (таблетки, капсули, порошки тощо) – це БАД, якщо у формі традиційного харчового продукту – ПФП [8].

Збагачення харчових продуктів – це серйозне втручання у традиційно складену структуру харчування людини, необхідність якого продиктована об'єктивними змінами способу життя, набору і харчової цінності використовуваних харчових продуктів. Тому збагачення має бути тільки на основі чітко сформульованих, науково обґрунтованих і перевірених практикою медико-біологічних і технологічних принципів.

Концепція функціонального харчування зародилася на початку 80-х років минулого століття в Японії. Японські дослідники визначають три основні якості таких продуктів: харчова цінність, смакові властивості, фізіологічна дія. Щорічний приріст функціональних харчових продуктів, або продуктів здорового харчування, в передових зарубіжних країнах складає до 20 % від загального обсягу виробництва.

Згідно сучасними даними, для повного задоволення життєвих потреб їжа людини має містити до 600 груп різних макро- і мікронутрієнтів, які включають більше 20 тисяч різних харчових сполук рослинного, тваринного та мікробного походження. З метою ліквідації чи зниження ступеня дефіциту в цих харчових компонентах були запропоновані різні біологічно активні добавки до їжі (БАД), нині дієтичні добавки (ДД), які містять ті чи інші харчові інгредієнти чи групи їх, а пізніше – продукти функціонального призначення (ПФП). Під останніми розуміють такі харчові продукти, котрі при щоденному вживанні у традиційних кількостях мають окрім загальної харчової цінності здатність специфічно підтримувати та регулювати конкретні фізіологічні функції, біохімічні реакції, зберігати і покращувати фізичне і фізіологічне здоров'я людини і/чи знижувати ризик виникнення захворювань. У перелік функціональних інгредієнтів, які становлять біологічно активну основу продуктів функціонального харчування включають сотні – тисячі найменувань (біфідобактерії і лактобактерії, макро- і мікроелементи, харчові волокна, пребіотики, амінокислоти, антиоксиданти, вітаміни, глікозиди тощо).

Концепція оптимального харчування досить адекватно співвіднесена із сучасною екологічною ситуацією й економічними можливостями держави. Провідні складники її:

— забезпечення переваги харчування натуральними й високоякісними продуктами;

— збагачення продуктів харчування макро- і мікронутрієнтами;

— впровадження біологічних добавок до їжі;

— широке використання досягнень біотехнології (у т.ч. продуктів з генетично модифікованої сировини).

Необхідно вирішити проблеми:

— дефіциту вітамінів і мікроелементів;

— проблема дитячого харчування: тільки 30 % дітей одержують молоко матері. У них дефіцит вітаміну С;

— в (60-70) % обстежених вітамін А, В, В2, β-каротину, заліза, кальцію (в 30-40 %), йоду – в (70-80) %. Виникли аліментарно залежні захворювання – залізодефіцитна анемія, харчова алергія (в 20-30 %), рахіт (50-60 % дітей першого року життя), гіпотрофія (5-10 %). НДІ харчування РАМН розробив комплекс заходів, спрямованих на поліпшення харчування дітей, вагітних і жінок, що годують груддю (Тутельян В.А.).

На основі нашого та вивчення світового досвіду сформульовані науково обґрунтовані принципи створення продуктів спеціального призначення, збагачених мікронутрієнтами, які обіймають основні медико-біологічні і технологічні аспекти цієї проблеми. Ці принципи сформульовані з урахуванням відомостей сучасної науки про роль харчування і окремих харчових речовин у підтримці здоров'я та життєдіяльності населення України, про потребу людини в окремих харчових продуктах та енергії, про реальну структуру харчування і фактичне забезпечення вітамінами, макро- і мікроелементами тощо.

Найбільш ефективним і доцільним з економічної, соціальної, гігієнічної і технологічної точок зору способом вирішення вказаної проблеми є розробка і створення функціональних продуктів харчування, додатково збагачених недостатніми вітамінами, макро- та мікроелементами до рівня, що відповідає фізіологічним потребам.

Необхідно створювати харчові продукти із сільськогосподарської сировини в їх натуральному нерафінованому вигляді: збагачення традиційних харчових продуктів харчовими волокнами. При отриманні

борошна тонкого помолу із 28 мікроелементів 9 зникає повністю (селен, кровотворний ванадій та титан, вміст кальцію зменшується у 3 рази, заліза – більше ніж у 2 рази, вітамін Е зникає, від вітамінів гр. В залишаються сліди, харчові волокна переходять у висівки. Термічну обробку перероблюваної сировини необхідно проводити з врахування «м'яких» умов, щоб зберегти ферменти у готових продуктах і, таким чином, значно підвищити засвоюваність їжі, а також зменшити вживану кількість її (Василенко З.В.).

До числа проблем, що потребують грамотного і науково обґрунтованого вирішення при плануванні, розробці та виробництві збагачених мікронутрієнтами продуктів харчування, належать: вибір нутрієнтів, якими збагачують; вибір продуктів, які підлягають збагаченню; регламентація гарантованого вмісту мікронутрієнтів у збагачених ними продуктах харчування; вибір фізико-хімічних форм тих мікронутрієнтів, що будуть вноситись і їх комбінація; розрахунок кількості мікроелементів, що вносяться; вимоги до інформації, що виноситься на етикетку збагаченого продукту; оцінка реальної ефективності збагаченого продукту як носія внесених до нього мікронутрієнтів.

Розглянемо ці проблеми більш детально.

1. Вибір збагачуючих мікронутрієнтів. З медико-біологічної точки зору для збагачення продуктів харчування слід використовувати ті мікронутрієнти, дефіцит яких реально має місце, достатньо широко розповсюджений та небезпечний для здоров'я. До числа таких мікронутрієнтів слід віднести в Україні вітаміни С та групи В, фолієву кислоту (частково), йод, селен, залізо, кальцій. Це не виключає можливості використовувати і більш широкий перелік збагачуючих добавок, у тому числі з одночасним введенням і інших цінних компонентів: харчових волокон, фосфоліпідів, різних біологічно активних добавок природного походження, які мають захисну, стимулюючу або лікувальну дію на фізіологічні системи та функції організму.

2. Вибір продуктів, які підлягають збагаченню.

Збагачувати, насамперед слід продукти масового споживання, доступні всім групам населення, та ті, що регулярно використовуються у повсякденному харчуванні. До таких продуктів належать борошно та хлібобулочні вироби, молоко та кисломолочні продукти, кухонна сіль, безалкогольні напої, продукти дитячого харчування.

3. Регламентація вмісту мікронутрієнта у збагачених ним продуктах.

Вміст мікронутрієнта у продукті повинен бути достатнім для задоволення за рахунок цього продукту не менше (20-30) % (оптимально – 30-50 %) середньої добової потреби в цьому мікронутрієнті.

4. Найважливішою умовою безпеки мікронутрієнтів є дотримання принципу: загальна кількість мікроелемента в добовому раціоні не повинна перевищувати безпечні рівні їх вживання. Особливо це стосується вітамінів В та А, заліза, цинку, селену і фтору, фолієвої кислоти.

5. Поряд з медико-біологічними аспектами збагачення харчових продуктів є принципові технологічні проблеми: збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами не повинно погіршувати властивості і якість цих продуктів; зменшувати вміст і засвоюваність інших харчових речовин; погіршувати показники безпеки; змінювати смак, аромат, свіжість продуктів; скорочувати терміни зберігання; рівномірно розподілятись у продукті.

У проблемі безпеки мікронутрієнтів найважливішою умовою є дотримання принципу – загальне вживання мікроелементів з добовим раціоном, в тому числі із збагаченим продуктом, не повинно перевищувати фізіологічну потребу споживання.

Одним із найбільш ефективних заходів профілактики йоддефіцитних станів, полігіпомікроелементозів, незбалансованого харчування є використання в раціонах спеціальних харчових продуктів та біологічно активних добавок з морськими водоростями. Ефективність їх застосування обумовлена наявністю у складі водоростей макро- і, особливо, мікроелементів (йоду, селену, заліза, міді, кобальту, цинку та ін.). Йод та інші мікронутрієнти як складники морських водоростей знаходяться у зв'язаному з білками та поліцукрами вигляді (т.з. органічній формі), що на відміну від мінеральних сполук йоду (KI, KIO_3) є для організму більш прийнятним і природним. Складний біохімічний процес метаболізму йоду в організмі з подальшим синтезом гормонів щитоподібної залози (при достатньому надходженні в організм йоду) може бути порушений в разі нестачі інших мікроелементів, зокрема селену, кобальту, міді, хрому, заліза та ін., що ще раз підтверджує необхідність корекції раціонів харчування населення екологічно небезпечних регіонів цілим рядом необхідних біогенних нутрієнтів [10, 11].

В оптимізації харчування суттєва роль належить функціональним (спеціальним) продуктам харчування. На ринку України знаходиться велика кількість таких продуктів як вітчизняного, так і зарубіжного виробника. Приваблює продукція НВ ТОВ «Житомирбіопродукт». Використовуючи екологічно чисту сировину та низькотемпературну технологію її переробки, підприємство випускає шроти та олію з насіння розторопші плямистої, гарбуза, льону, амаранту, вівса, зародків пшениці, клітковину з насіння амаранту, зародків пшениці, кісточок винограду тощо.

Шроти отримують з рослинної сировини, попередньо екстрагувавши з неї певну кількість олії. Екстракція збільшує сорбційну поверхню на порядок, а тому покращує сорбційні властивості шроту, його здатність до зв'язування і видалення з організму різних шлаків, солей важких металів, радіонуклідів. Спеціально підібраний ступінь подрібнення дає можливість організмові засвоювати з нього необхідні макро- та мікроелементи, водо- та жиророзчинні вітаміни, амінокислоти. Та найціннішим у продукції «Житомирбіопродукт» є ліпіди з насіння гарбуза, розторопші, льону, амаранту, вівса, зародків пшениці та нового продукту – олій салатних – з того самого насіння з додаванням пряноцій – гірчиці, червоного духмяного та стручкового перцю, гвоздики, зелені петрушки, лаврового листя. Не вдаючись до характеристики терапевтичної дії цих олій, важливо відзначити, що вони містять насичених жирних кислот лише 10,5 %, мононенасичених (омега-9) – 26,6 %, поліненасичених (омега-3, омега-6) – 62,5 %, вітаміну А – до 0,82 мг⁄кг, вітаміну Е – до 364 мг⁄кг. Тому вживання їх забезпечує оптимальний обмін жирів, нормалізує співвідношення ліпопротеїдів високої та низької щільності в плазмі крові, сприяє виведенню надлишків холестерину тощо.

ТОВ «ЕкоМедПродукт» вже майже 10 років виготовляє дієтичну добавку «Барба-йод» з чорноморської бурої водорості цистозіри. Завдяки максимальному збереженню у процесі виробництва природних властивостей цистозіри, препарат має широкий вплив на організм людини, основне – ефективно компенсує дефіцит йоду, селену, заліза, цинку та інших макро- і мікроелементів в організмі, сприяє нормалізації діяльності щитоподібної залози, попереджує та лікує її захворювання.

Нами впродовж останніх 15 років розроблено рецептури понад 100 спеціальних харчових продуктів, кулінарних страв та БАД з водоростями, проведені експериментальні дослідження на тваринах, клінічні спостереження на людях, які проживають у ендемічно та екологічно небезпечних зонах та потребують корекції мікронутрієнтного складу. Використання їх у їжу слід розглядати як профілактичний захід, спрямований на захист здоров'я населення і зниження ризику, пов'язаного з аварійним опроміненням та нестачею мікроелементів у раціонах харчування.

Так, вживання спеціальних харчових продуктів дітьми шкільного віку в ряді населених пунктів Чернігівської, Житомирської та Київської областей забезпечило йодом – йодурія зросла у 1,5 – 2,5 рази (табл. 1).

Таблиця 1 – Забезпеченість йодом та розповсюдженість зобу у школярів до та після вживання продуктів з цистозіроою

Область	Кількість обстежених (n)	До прийому		Після прийому	
		Йодурія, мкг/л	ЙДЗ, %	Йодурія, мкг/л	ЙДЗ, %
Чернигівська	249	63,90±6,6	26,5	108,1±6,5	5,2
Житомирська	1695	51,3±6,5	56,6	139,9±11,0	26,0
Київська	361	64,35±6,1	28,5	109,85±8,0	8,9

Але найкраще ефективність проведених заходів підтверджують дані про функціональний стан щитоподібної залози до – та після вживання таких продуктів: кількість йоддефіцитних захворювань зменшилась у 1,6 – 7 разів (в залежності від терміну використання).

Висновки

1. В умовах екологічної катастрофи у харчуванні населення мають бути спеціальні (функціональні) харчові продукти, здатні забезпечити потребу людини у дефіцитних нутріентах (білках, вітамінах та макро- і мікроелементах).

2. У післячорнобильський період найбільш необхідним є використання продуктів моря – носіїв дефіцитних мікроелементів – йоду, селену, заліза, кобальту та ін., які беруть участь у синтезі та метаболізмі гормонів щитоподібної залози.

Література

1. Петровский К.С. Гигиена питания. – М.: Медицина, 1975. – 397 с.
2. Корзун В.Н. Теоретичні основи створення та вживання продуктів спеціального призначення // Довкілля та здоров'я. – 2009. – № 1(48). – с. 63-68.
3. Василенко З.В. Питание и здоровье нации в XXI веке // Мат. МНПК "Страт. розв. турист. індустр. та громад. харч.". – Київ, 2000. – С. 208-210.
4. Истомин А.В., Мамчик Н.П., Клепиков О.В. Эколого-гигиенические проблемы оптимизации питания населения (под ред. акад. Потапова А.И.). – М, 2001. – 420 с.
5. Доронин А.Ф., Шендеров Б.А. Функциональное питание. – М.: Грантз, 2002. – 296 с.
6. Румянцев Е.В., Антина Е.А., Чистяков Ю.В. Химические основы жизни // М., Химия, Колос С, 2007 – С. 560

7. Дымань Т.Н., Шевченко С.И. Питание человека в XXI веке. – К.: Либра, 2008. – 110 с.
8. Спиричев В.В., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами // Наука и технология. Сб. унив. изд-во. – Новосибирск, 2005. – 548 с.
9. Микронутриенты в питании здорового и больного человека (справочное руководство по витаминам и минеральным веществам) / В.А. Тутельян, В.Б. Спиричев, Б.П. Суханов, Антонюк И.Ю. и др. – М.: Колос, 2002. – 423 с.
10. Корзун В.Н. Нові десертні страви у профілактиці мікроелементозів // Товари і ринки – 2009. – № 1. – С. 51-57.
11. Корзун В.Н., Свідло К.В. Науково обґрунтована технологія паштетної продукції з БАД на основі водоростевої сировини // Наукові праці ОНАХТ. – 2009. – Вип 36. – Т 2. – С. 114-119.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТА ОСВОЄННЯ М'ЯСНИХ І МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ НОВИХ ВИДІВ

УДК 637.146:613:292:57.016

ГОМОПРОБИОТИКИ ДЛЯ КОРМЯЩИХ МАТЕРЕЙ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

Килименчук Е.А., канд. техн. наук, доцент, Дзема В.Г., студент, Антонова Ю.Н., студентка, Македонская Т.И., студентка
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье представлены результаты исследований по приготовлению гомопробиотика в домашних условиях и апробации его на пациентах. Разработаны рецепт приготовления и условия хранения продукта на основе Bifidobacterium.

The research results of homoprobiotic domiciliary and it's approbation on the injection are presented in the article. The recipe and storage conditions of the product based on Bifidobacterium have been devised.

Ключевые слова: гомопробиотики, молочнокислые бактерии, микрофлора кишечника, бифидобактерии, заквасочная культура.

Введение

Нормальная микрофлора человека – это совокупность множества микробиоценозов, характеризующихся определенными взаимосвязями и местом обитания.

Микрофлора формируется с момента рождения, и в это время на ее формирование оказывает влияние микрофлора матери и внутрибольничной среды, характер вскармливания. Заселение бактериями организма человека продолжается на протяжении всей его жизни.

Нормальная микрофлора выполняет антагонистическую, иммуногенную, пищеварительную, метаболическую, витаминообразующую (синтез K_2, E, B_2, фолиевой кислоты, биотина, рибофлавина, пантотеновой кислоты), детоксикационную, регуляторную (регуляция газового, водно-солевого обмена, поддержание pH среды), генетическую функции. На всех открытых поверхностях и во всех открытых полостях формируется относительно стойкая микрофлора, специфичная для данного органа, биотина или его участка.

Наибольшей обсемененностью характеризуется толстый кишечник – 90…96 % составляют анаэробные бактерии (бактероиды, анаэробные молочнокислые бактерии, клостридии, стрептококки, фузобактерии, эубактерии, вейлонеллы), аэробные и факультативно-анаэробные бактерии – 1…4 % (грамотрицательные колиформные бактерии – кишечная палочка, энтерококки, стафилококки, протей, псевдомонады, лактобациллы, вирусы, грибы, простейшие, микобактерии).

Качественный и количественный состав нормальной микрофлоры регулируется сложными антагонистическими и синергическими отношениями между отдельными ее представителями в составе биоценозов. Между «плохими» и «хорошими» бактериями устанавливается равновесие. Внешние факторы (стресс, прием антибиотиков, неправильное питание, экологическая обстановка) нарушают это равновесие. Самым распространенным способом «поправить» ситуацию остается прием пробиотиков – живых культур непатогенных бактерий. В основном это лакто- (называемые еще молочнокислыми) и бифидобактерии [3, 4, 5, 8].

Среди различных представителей нормальной микрофлоры человека особое место занимают бифидобактерии. Они обнаруживаются в количестве 10^{8-11} КОЕ/г содержимого толстой кишки человека и, наряду с Bacteroides, Clostridia, Eubacteria, Peptostreptococcus составляют основу облигатной микрофлоры толстой кишки человека [9].

Наиболее часто в пищеварительном тракте человека обнаруживаются 24 вида бифидобактерий – Bifidobacterium adolescentis, B. breve, B. animalis, B. bifidum и др. – грамположительные анаэробные, не образующие споры, палочковидные полиморфные бактерии, нередко с бифуркациями на концах. Морфология бактерий изменяется в зависимости от состава среды и времени культивирования. Бифуркации на концах могут и отсутствовать. Было установлено, что эти микроорганизмы на 99 % составляют микрофлору кишечника здорового грудного ребенка и в больших количествах присутствуют в микробиоценозе толстого кишечника взрослых людей. Особое значение бифидобактерии оказывают на здоровье детей первых месяцев жизни. Бифидобактерии обладают невысокой ферментативной активностью (B. bifidum) и утилизируют разнообразные углеводы (B. adolescentis, B. breve, B. lactentis). Треть исследованных штаммов, при выращивании в стерильном молоке сквашивали его через 16 – 20 часов с образованием нежного по консистенции сгустка умеренной кислотности (70…90 ºТ). Бифидобактерии образуют уксусную и молочную кислоты в молярном отношении 3:2, но не образуют углекислый газ. Оптимум

температуры для роста этих бактерий 37…40 ºС, оптимум pH 6,5…7,0. Для большинства штаммов бифидобактерий требуется добавление в среду пантотеновой кислоты, биотина, рибофлавина, никотиновой кислоты, парааминобензойной кислоты, пуринов и пиримидинов [1, 9].

Исследованиями, проведенными российскими учеными, доказано, что у здоровых детей при грудном вскармливании в 51,9 % случаев выявлялись B. bifidum, B. parvulorum, B. infantis, а в 34,8 % случаев – B. longum. У взрослых преобладали B. longum и B. adolescentis и только 25,9 % – B. bifidum. Соотношение биоваров бифидобактерий в кишечном содержимом человека зависит также и от возраста. Основываясь на многочисленных исследованиях, ученые полагают, что при разработке пробиотиков, предназначенных для детей, видовое соотношение бифидобактерий должно соответствовать количественному содержанию этих микроорганизмов в кишечнике здоровых людей [1, 6].

При разработке пробиотиков на основе бифидо- и лактофлоры соотношение между этими микроорганизмами в препаратах и продуктах должно составлять 9:1, что соответствует таковому в составе микрофлоры толстой кишки здоровых людей. Именно бифидофлоре принадлежит ведущая роль в поддержании и нормализации микробиоценоза кишечника, сохранении неспецифической резистентности организма, улучшении белкового, витаминного и минерального обмена и др.

Антагонистическая активность бифидобактерий, связанная с продукцией органических кислот (ацетата и лактата) и бактериоцинов с широким спектром антимикробного действия (ингибирование роста кишечных палочек, клостридий, сальмонелл, шигелл, листерий и др. микроорганизмов), так и блокирование рецепторов на слизистой кишечника, предотвращающих фиксацию на них потенциально патогенных микроорганизмов, определяют важнейшую роль этих микроорганизмов в колонизационной резистентности. Снижение количества бифидобактерий или даже их полное исчезновение является одним из патогенетических механизмов длительных кишечных дисфункций у детей и взрослых. Оно ведет к нарушению минерального обмена, процессов кишечного всасывания белкового и жирового обмена, к формированию хронического расстройства пищеварения. Имеются сведения, что бифидобактерии являются «поставщиком» ряда незаменимых аминокислот, в том числе триптофана, витаминов, установлена их антиканцерогенная и антимутагенная активность, способность снижать уровень холестерина в крови и др. Все эти положительные эффекты позволили рассматривать бифидобактерии как эффективный биокорректор и основу для создания препаратов, обладающих многофакторным регулирующим и стимулирующим воздействием на организм и как одну из основных категорий функционального питания.

Достаточно известным и распространенным способом лечения целого ряда заболеваний, в том числе и аллергических реакций организма является коррекция микрофлоры кишечника больного человека при помощи препаратов молочнокислых бактерий, функциональных молочнокислых продуктов. Особую роль в таких продуктах отводят бифидобактериям [1, 2, 6]. Следует отметить, что до настоящего времени филогенетические взаимоотношения между различными видами бифидобактерий и представителями других схожих микроорганизмов до конца не установлены.

Несмотря на чудодейственные свойства бифидобактерий, штаммов, которые используются в промышленных производствах известно немного, поскольку именно бифидобактерии особенно чувствительны к воздействию внешних факторов. Поэтому, чаще бифидобактерии в производствах молочнокислых продуктов используются в симбиозе с другими культурами. Особую роль играют бифидобактерии в питании беременных женщин, рожениц и детей.

В последнее время, по наблюдению акушеров-гинекологов, из-за неблагоприятных экологических условий, некачественных продуктов питания, интенсивной нагрузки на все органы на фоне усиленной гормональной активности участились случаи возникновения аллергических реакций у беременных женщин в последнем триместре беременности.

В сложный послеродовый период, после достаточно сильного эмоционального стресса, физиологических изменений организм женщины нуждается в срочном восстановлении, особенно если речь идет о кормящей маме. Тесная биотическая связь между кормящей мамой и малышом не позволяет применить для лечения антибиотики, гормональные препараты. Специфика состояния и питания женщины в послеродовый период не позволяет ей употреблять обычное молоко и любые представленные на рынке молочнокислые продукты.

Корректирующие продукты для этой категории людей должны быть особыми: свежими, содержать живые бактерии, не содержать консервантов, наполнителей, ароматических веществ, крахмала, лактулозы и других добавок, которые могут усугубить аллергию у матери и вызвать метеоризм у ребенка. Таких продуктов на рынке нет, поскольку в промышленных масштабах производить и, особенно, хранить их без применения консервантов, стабилизаторов и других добавок сложно, да и отсутствует массовый спрос, хотя это и вопрос спорный. Раньше подобные продукты готовили на детских молочных кухнях для питания детей от года и старше. Однако сегодня эти предприятия в Украине не работают в силу различных обстоятельств, в том числе и экономических.

По мнению авторов статьи такие продукты можно готовить в домашних условиях, используя для этого широко представленную бытовую технику – йогуртницы (Мулинекс, Тефаль, Браун и др.), которые по своей сути являются термостатами. Рецепт приготовления продукта в домашних условиях производитель не предлагает. В лучшем случае рекомендуют вносить сухую закваску, либо представленные на рынке йогурты, которые не всегда действенны и в своем составе содержат не только бифидобактерии.

Всемирная организация охраны здоровья в последние годы зарегистрировала до 1000 случаев подделок лекарственных препаратов и более миллиона таблеток фальсифицированных лекарств. Не приходится сомневаться, что с возникновением сегмента рынка, связанного с пробиотиками, количество случаев распространения фальсифицированных пробиотиков и продуктов функционального питания в мире будет только увеличиваться. В лучшем случае населению будут продавать «пустышки», когда пациенты и граждане получат препараты и продукты, не содержащие действующее начало вообще или в необходимом количестве [7, 9]. Поэтому целью нашей работы стало – разработать рецепт приготовления пробиотика в домашних условиях для нормализации эндоэкологии кишечника роженицы, устранения аллергической реакции с использованием живой культуры бифидобактерий.

Основная часть

Простой способ приготовления пищевого продукта с направленным физиологическим действием для конкретного индивидуума вполне согласуется с самыми прогрессивными концепциями питания. Такой продукт позволит снять негативные явления, вызванные аллергией у женщины, – зуд, нервозность, беспокойный сон, что особенно важно и для ребенка, поскольку ферментные системы его желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) должны формироваться постепенно и плавно. Увеличение массовой доли бифидобактерий в ЖКТ матери, позволит увеличить содержание в грудном молоке составляющих более адаптированных к ЖКТ ребенка.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

— выделить бифидобактерии из среды естественного обитания;

— определить оптимальную массовую долю засевной культуры для приготовления закваски;

— определить сроки хранения закваски и готового продукта в условиях бытового холодильника (t 4 – 8 °С);

— определить оптимальный объем внесения закваски и оптимальное время термостатирования в йогуртнице;

— разработать рекомендации (рецепт) для приготовления пробиотика в домашних условиях.

Проанализировав технические характеристики йогуртниц, представленных на рынке г. Одессы, для работы выбрали йогуртницу «Мулинекс». Учитывая особенности состояния организма пациентов, для которых предназначен продукт (аллергия неизвестной этиологии), к йогуртнице были определенные требования: стаканы для приготовления продукта должны быть из стекла, а не из пластиковых материалов. Анализ литературных источников, публикаций в научных, научно-производственных журналах «Молочная промышленность», «Прикладная микробиология», «Биотехнология» позволил сделать вывод о том, что для коррекции микрофлоры роженицы следует использовать именно бифидобактерии. Идеальным вариантом могли бы стать бифидобактерии ЖКТ ребенка. Постепенно увеличивая популяцию этих микроорганизмов за счет употребления мамой пробиотика на их основе, можно уменьшить содержание других молочнокислых бактерий (например лактобацилл, доля которых у взрослого человека гораздо выше) и таким образом уменьшить содержание CO_2, оптимизировать pH внутренней среды и состав грудного молока, сделав его максимально адаптированным для ферментных систем ребенка.

Были проведены эксперименты по приготовлению заквасок Bifidobacterium bifidium на обезжиренном 0,5% молоке. Была использована культура B. bifidium, из музея культур микробиологической лаборатории Одесской национальной академии пищевых технологий. В качестве стимулятора роста был использован кукурузный экстракт.

Закваску вносили в 150 мл. стаканы в различных объемах и термостатировали при температуре 38 ^{0}С. В результате приведенных исследований были определены оптимальные объемы вносимой культуры и время пребывания в йогуртнице, pH, время образования сгустка. Готовый продукт оценивали визуально и органолептически. Он был равномерной плотности, нежной консистенции с характерным слабокислым запахом, без постороннего привкуса. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Продукт исследован также на длительность хранения. При этом его оценивали визуально, органолептически, подсчитывали количество живых клеток бифидобактерий в камере Горяева. Для сравнения был взят для анализа бифидойогурт классический известного на потребительском рынке производителя. Исследование проводили 31.03.10 года, результаты приведены в табл. 2.

Таблица 1 – Оптимальные условия получения пробиотика

Возраст культуры в закваске (сутки)	Массовая доля закваски % от V стакана	Время образования сгустка, τ (час)	pH готового продукта
1	10	16	4,5
2	10	16	4,5
3	10	16	4,5
4	13	15	4.5
5	17	14	4,7
6	17	14	4,7
7	17	14	4,7

Таблица 2 – Морфология бифидобактерий в различных продуктах при хранении

Продукт	Количество клеток на 1 $см^3$	Морфологические признаки	Внешний вид, органолептика
Бифидойогурт классический (срок хранения до 03.04.10)	$23 \cdot 10^7$	Стрептококковая микрофлора. Бифидобактерии не обнаружены.	Нежная консистенция, вкус и запах характерный, приятный
Бифидойогурт классический (срок хранения до 17.04.10.)	$23 \cdot 10^7$	Стрептококковая микрофлора. Бифидобактерии не обнаружены.	Нежная консистенция, вкус и запах характерный, приятный
Приготовленный продукт с бифидобактериями (срок изгот. 23.03.10)	$35 \cdot 10^7$	Характерная для бифидобактерий палочка слегка видоизмененной формы	Нежная консистенция, вкус и запах характерный, приятный, небольшое расслоение жидкостей

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что полученный нами продукт содержит живые бактерии в нужном количестве после 7 дней хранения, однако, не теряя свои органолептические свойства, теряет свой внешний вид. Это вполне логично, поскольку в продукте полностью отсутствуют добавки, препятствующие расслоению жидкостей. Это учтено при разработке рекомендации потребителю по изготовлению и хранению готового продукта.

Приготовленный согласно нашим рекомендациям гомопробиотик был апробирован, по взаимному согласию, на двух роженицах 27 и 22 летнего возраста, родивших детей 2.03.10 и 3.02.10 в роддоме г. Одессы.

Продукт, по рекомендации своих педиатров, женщины начали употреблять с 10 дня со дня родов, постепенно увеличивая объем гомопробиотика и наблюдая за реакцией ребенка. В первом случае у самой женщины была аллергическая реакция, в дородовой и послеродовой период, сопровождающаяся расстройством сна, повышенной нервозностью, высыпаниями на коже, зудом. У второй женщины ребенок родился 8-ми месячным. Обе женщины кормили младенцев грудным молоком.

Прием продукта, приготовленного нами в сочетании с назначенным сорбентом, через 1,0 месяц привел к положительным результатам, нормализации состояния ЖКТ рожениц и детей.

В результате проведенной работы нами представлена схема, ее описание и рецепт приготовления гомопробиотика для рожениц, который можно легко приготовить дома, в йогуртнице фирмы «Мулинекс». Схема приготовления гомопробиотика представлена на рис. 1.

Схема приготовления пробиотика в домашних условиях состоит из нескольких этапов.

0-й этап – приготовление заквасочных культур – в данной статье авторами не приводится. Заквасочная культура может быть приготовлена нами и представлена потребителю в виде тетрапакета объемом 1 л.

1-й этап – заквашивание пастеризованного, либо кипяченого (охлажденного до 37 – 40 ^{0}С) молока 1,5 % жирности, в стерильных стаканах йогуртницы закваской в соответствии с указанными объемами внесения (прилагаются к схеме). Перемешивание содержимого с соблюдением правил ассептики.

2-й этап – процесс ферментации в йогуртнице при t 37 – 38 ^{0}С на протяжении указанного времени.

3-й этап – охлаждение. После ферментации полученный продукт закрывают крышками, охлаждают до комнатной температуры естественным путем, вынув стаканы из йогуртницы. Ускоренное охлаждение может вызвать нарушение структуры кисломолочного продукта.

4-й этап – хранение готового продукта в холодильнике. Готовый продукт хранят в холодильнике не более 2-х суток со времени приготовления при t 4 – 8 ^{0}С.

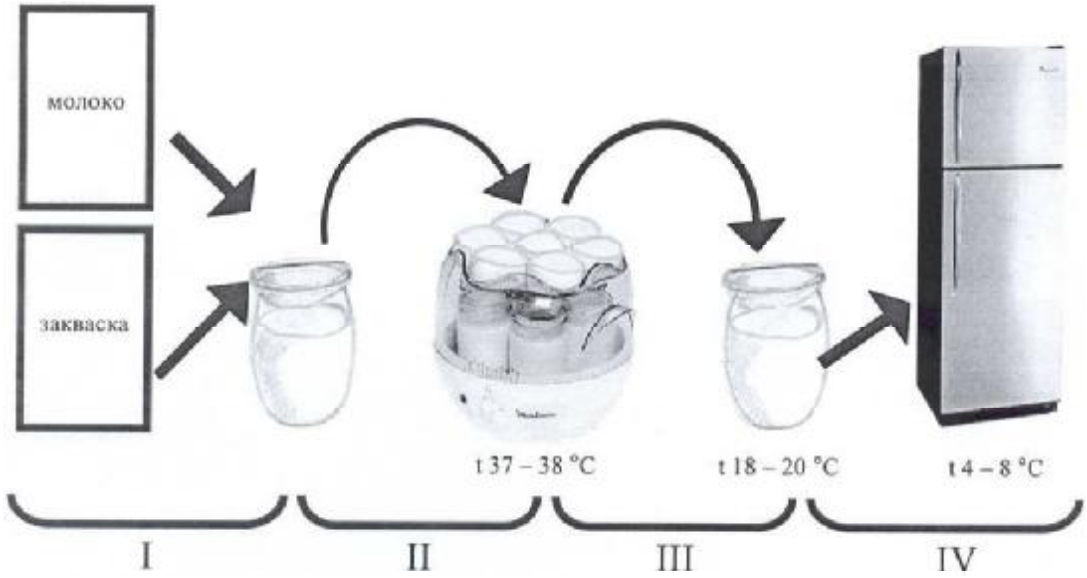


Рис. 1 – Схема приготовления гомопробиотика с бифидобактериями

Выводы

1. Разработанные нами схема приготовления гомопробиотика на основе бифидобактерий и рецепт внесения закваски позволят создавать продукт функционального назначения в домашних условиях для небольшой, но особо нуждающейся категории потребителей – кормящих матерей с аллергическими реакциями неизвестной этиологии.

2. Нормализация микробной эндоэкологии кишечника матери за счет живых бифидобактерий дает двойной положительный эффект – нормализует не только состояние женщины, но и снижает явления метеоризма у ребенка.

3. Полученный нами в домашних условиях продукт гарантировано содержит живые бифидобактерии, экономит средства и время категории потребителей, для которых он и предназначен.

Литература

1. Гончарова Г.И. Бифидофлора человека и необходимость ее оптимизации. – В кн. Бифидобактерии и их использование в клинике, медицинской промышленности и сельском хозяйстве / Под ред. Д.П. Никитина. – М. – 1986. – С. 10 – 17.
2. Гончарова Г.И., Семенова Л.П., Лянная А.М., Козлова Э.П. Бифидофлора человека, ее нормализующие и защитные функции // Антибиотики и медицинская биотехнология. – 1987. – Т. 32. – № 3. – С. 179 – 184.
3. Использование БАД «Амилинг» в производстве кисломолочных напитков функционального назначения (текст) // Г.В. Крусир, Н.А. Кушнир // Молочна промисловість. – 2009. – № 3. – С. 42 – 46.
4. Інгредієнти у боротьбі за споживача [текст] // Молочна промисловість. – 2009. – № 2. – С. 23 – 26.
5. Капрельянц Л.В. Функціональні продукти // Л.В. Капрельянц, К.Г. Гончарова // Функціональні продукти. – Одеса: Друк, – 2003. – 312 с.
6. Лянная А.М., Интизаров М.М., Донских Е.Е. Биологические экологические особенности рода Bifidobacterium. – В кн.: Бифидобактерии и их использование в клинике, медицинской промішленности и сельском хозяйстве / Под ред. Д.П. Никитина. – М. – 1986. – С. 32 – 38.
7. Машковский В.М. Осторожно, поддельное лекарство // Медицинский курьер. – 1998. – № 1. – С. 48.
8. Производство молока и молочных продуктов [текст] // Молокопереробка. – 2010. – № 4. – С. 18 – 25.
9. Шендеров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание / Т3: Пробиотики и функциональное питание. – М.: «ГРАНТЪ», 2001. – 288 с.

УДК 637.352

ПОДБОР КОМБИНАЦИЙ ЗАКВАСОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА «ОСОБЫЙ», ВЫРАБОТАННОГО ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА

Рыжкова Т.Н., канд. техн. наук, доцент
Харьковская государственная зооветеринарная академия, г. Харьков

Представлен анализ показателей качества творога, выработанного из козьего молока с участием отдельных видов заквасочной микрофлоры, а также составленных из них комбинаций.

Установлено, что высоким качеством характеризовался творог, выработанный с использованием комбинированных заквасок.

Preset analysis index quality goat's cheese of take part separate species ferment's micro – flora and ferment's combination.

Please that high – gaily goat's cheese produce of make us combination.

Ключевые слова: козье молоко, творог, заквасочная микрофлора, влияние, анализ, состав, качество.

Одним из путей решения проблемы обеспечения населения качественными молочными продуктами является использование нового вида сырья – козьего молока. Наряду с коровьим молоком, большая его часть, в домашних условиях перерабатывается на творог и сычужные сыры, и лишь незначительное его количество направляется для производства продуктов на молокоперерабатывающие предприятия страны.

Изучению особенностей состава и технологических свойств козьего молока еще в начале XX века посвящались работы таких ученых, как Давидова Р.Б. [1], Диланяна З.Х. [2], Барабанщикова Н.В. [3] и др.

Производство творога основано на биохимических и микробиологических процессах, протекающих в составных частях молока под воздействием молокосвертывающих препаратов и ферментов, выделяемых, главным образом, молочнокислыми бактериями. Эти процессы сопровождаются биохимическими и микробиологическими изменениями всей коллоидной системы молока и способствуют получению готового продукта с определенными товароведческими характеристиками. Научные публикации, связанные с освещением биохимических и микробиологических процессов, происходящих при производстве кисломолочных продуктов принадлежат П.П. Степаненко [4], Н.Ф. Кигель [5] и др.

Кисломолочные продукты, в том числе, творог имеют большое значение в питании человека, так как помимо питательной ценности обладают диетическими и лечебными эффектами.

Технология производства творога основана на использовании различных видов брожения лактозы под действием микроорганизмов заквасок [6].

По определению некоторых авторов: закваска или заквасочный препарат – одно или многокомпонентные комбинации микроорганизмов, используемых при производстве кисломолочных продуктов. Содержание бактериальных клеток не меньше 10^7 КУЕ /г в жидких видах и не меньше 10^8 в сухих [7].

В настоящее время прослеживается новое направление в молочной промышленности – переработка козьего молока на питьевое молоко и ферментированные молочные продукты. Этому способствует введение в действие разработанного, впервые в стране, сотрудниками Института Животноводства НААНУ и Харьковской государственной зооветеринарной академии национального стандарта Украины «Молоко - козье сырье. Технические условия» со сроком введения в действие с 14 апреля 2009.

Наличие такого стандарта дает возможность принять и оценить качество заготовляемого козьего молока [8]. На завершающем этапе находятся: такие разработки сотрудников Харьковской государственной зооветеринарной академии, как национального стандарта Украины и технологических инструкций к ним, открывающие возможность выработать и реализовать сычужные сыры из козьего молока.

Физико-химический состав козьего молока изучался и достаточно полно изложен при описании его переработки на сычужные сыры. Однако, публикации с описанием технологии переработки козьего молока на творог, в зарубежной и отечественной научной литературе носят фрагментарный характер.

Известно, что козье молоко отличается от коровьего привкусом и запахом жиропота коз. Показатель его титруемой кислотности, составляет 15 °Т, что ниже на (1 - 2) ° Т, по сравнению с коровьим.

Появление в нем терпкого вкуса и запаха при проведении процесса пастеризации молока, в процессе его переработки на сычужный сыр, объясняется гидролизом низкомолекулярным жирных кислот. При

его коагуляции сычужным ферментом образуется более слабый и нежный сгусток, чем при воздействии на коровье молоко

Это способствует повышенным потерям массовой доли жира с сывороткой по сравнению с потерями, полученными при переработке коровьего молока на вышеуказанный вид продукта. Сычужная кинетика козьего молока характеризуется коротким временем коагуляции, большой скоростью отвердения сгустка и низкой буферной способностью, в сравнении с коровьим молоком.

Поэтому, для получения из козьего молока плотного сгустка, в процессе переработки его на твердый сыр используется ортофосфорная кислота. А свойства текстуры козьего молочного сгустка улучшаются обогащением белковых добавок или оптимальными для развития заквасочной микрофлоры дозами аскорбиновой, лимонной органическими кислотами или их смесями [9−11].

Новый ассортимент и физико-химические показатели сычужных сыров из козьего молока, недавно появившихся на российском рынке, в источниках информации освещались довольно подробно.

Однако, только единичные и не достаточно полные сведения, касающиеся переработки козьего молока на творог, появляются в зарубежных источниках информации. Одним из них, является описание технологии получения козьего творога в английском фермерском хозяйстве. Для свертывания козьего молока использовался измельченный высушенный сычуг, мезофильный или термофильный вид закваски. А самопрессование творожного сгустка проводится в бязевых мешочках [12].

В научных источниках отсутствует информация о режимах проведения технологического процесса производства творога из козьего молока. А также не указан видовой и количественный состав заквасок.

Описание методов снижения специфических особенностей вкуса и запаха козьего молока и продуктов, изготовленных на его основе, в научных источниках не встречается.

В связи с этим, обращают на себя внимание пропионовокислые бактерии. Этим бактериям отводится главная роль при производстве сыров с высокой температурой второго нагревания. Они сбраживают молочную кислоту до пропионовой и уксусной кислот, углекислого газа, медленно расщепляют белки.

По мнению некоторых ученых, уксусная, пропионовая, масляная и муравьиная кислоты, образуются только в швейцарском сыре, то есть, в сырах с высокой температурой второго нагревания. При производстве данного вида сыра используется закваска, состоящая из пропионовокислых бактерий, она считается источником основных кислот, влияющих на проявление пряно - сладковатого вкуса и аромата в вышеуказанном продукте [13].

Результаты исследований показали значительный пробиотический потенциал отдельных штаммов пропионовокислых бактерий видов P. Freudenreichii ssp. shermani и P. acidipropionici. А также целесообразность их использования с целью повышения биотерапевтической эффективности кисломолочных продуктов. Поэтому, в настоящее время, вышеуказанные бактерии, используются в качестве заквасок, как при производстве сыров, так и при производстве пробиотических кисломолочных напитков[14].

Известно, что в настоящее время, ацидофильная микрофлора используется для предотвращения вспучивания нового ассортимента, твердых сычужных сыров, вырабатываемых в стране, без традиционного использования нитратов в количестве 1,0 – 1,5 % от массы исходного молока, приготовленной на чистых культурах L acidobacillus [15-16].

Цель работы. Изучение влияния отдельных видов заквасок и, составленных из них, комбинационных сочетаний на физико-химический состав, органолептические показатели и консистенцию творога, выработанного из козьего молока.

Методы исследования. Исследования внешнего вида и консистенции, цвета; вкуса и запаха – органолептические; температуры – по ДСТУ 6066 : 2008, массовой доли жира – по ГОСТ 5867; массовой доли белка – по ГОСТ 23327, 25179; плотности – по ГОСТ 3625; титруемой кислотности – по ГОСТ 3624; массовой доли влаги и сухого вещества сыра – по ГОСТ 362.

Для этого были изготовлены партии творога из коровьего и козьего молока с использованием закваски (МСт) для творога. Козье молоко перерабатывалось на творог с введением в процесс его производства, как вышеуказанной закваски, так и ацидофильной, а также закваски, состоящей из пропионовокислых бактерий. Из них составлялись варианты заквасочных комбинаций.

Закваски готовились в соответствии с требованиями «Инструкции по приготовлению и использованию заквасок для производства ферментированных молочных продуктов». Производство творога контрольных с одним видом заквасочной культуры и опытных партий (с использованием комбинаций, состоящих из заквасок для творога, ацидофильных палочек и пропионовокислых бактерий, взятых в определенных соотношениях) сопровождалось анализами сырья и готового продукта, а также определялись потери жира с творожной сывороткою.

Коровье и козье молоко нормализовали по массовой доле жира с учетом массовой доли белка (контрольная партия творога № 1 и опытная пария козьего молока № 2), затем пастеризовали при температуре (78±2) °С, охлаждали до температуры (30±2) °С, оптимальной для действия молокосвертывающего

фермента микробного происхождения «Фромаза». Его водный раствор вносили в молоко из расчета 1 г на тонну молока. Сравнивали качество творога из коровьего и козьего молока.

Оценка качества творога из коровьего и козьего молока показала, что творожные сгустки, образовавшиеся под действием растворов молокосвертывающих ферментов на козье молоко, имели более мягкую нежную консистенцию, по сравнению со сгустками, полученными при переработке коровьего молока. При проведении механической обработки сгустков, наблюдались повышенные потери их составных частей, по сравнению с потерями аналогичных составных сгустков из коровьего молока, с творожной сывороткой. Кроме того, творог из козьего молока, выработанный с традиционным видом закваски, отличался наличием специфического привкуса и запаха жиропота коз.

Поэтому, нами выбран путь решения проблемы улучшения консистенции и органолептических показателей творога из козьего молока изучением влияния отдельных заквасочных культур на его качество и составлением из них заквасочных комбинаций. Одинаковое по содержанию массовой доли жира и белка козье молоко заквашивали каждым из вышеперечисленных трех видов закваски. Сквашивание молока проводили в течение 7 – 8 часов до образования сгустка кислотностью (65±2) °Т. При выработке контрольной партии сыра с закваской для творога, состоящей из лактококков, второе нагревание творожного сгустка после его разрезания на кубики, производили при температуре (36 ±2) °С, оптимальной для развития, лактококков. Учитывая, имеющиеся сведения о том, что при повышении температуры нагревания до (43 – 45) °С активизируется развитие термофильной микрофлоры, к которой относились и ацидофильные палочки и пропионовокислые бактерии, второе нагревание проводили при температуре, соответственно, (45±2) °С, (50±2) °С. Анализировались физико-химические показатели коровьего и козьего молока (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительный физико-химический состав молока, используемого для производства творога

Вид сырья	Наименование показателей			
	Массовая доля, %			
	жира	белка	Кислотность, °Т	Плотность, °А
Коровье	3,69±0,23	3,25±0,21	18±1,0	28,2±0,6
Козье	4,10±0,24	3,41 ± 0,21	16±2,0	30,4±0,7

Из данных табл. 1 видно, что козье цельное молоко имеет более высокую массовую долю жира, белка и плотность по сравнению с такими же показателями в коровьем, соответственно, на 0,41 %, 0,16 % и 2,2 °А. Титруемая кислотность козьего молока оказалась ниже на 2 °Т, по сравнению с таким же показателем в коровьем. Это свидетельствует о разных технологических свойствах коровьего и козьего молока. Общее количество закваски, используемой при переработке молока на творог составляло 3 % от массы молока. Видовой состав бактериальной закваски (МСт) для творога состоит из только из лактококков: Lactococcus lactis subsp. lactis, Lactococcus lactis subsp. Cremoris (biovar, diacety lactis) с добавлением Lactococcus subsp. Lactis. Анализировались физико-химические показатели творога из козьего молока с использованием трёх видов заквасок (табл. 2).

Таблица 2 – Физико-химические показатели творога, выработанного из козьего молока с использованием некоторых видов заквасок

Показатели	Партии творога, выработанные с использованием некоторых видов заквасок		
	традиционной с бактериальной закваской для творога. МСт. контрольная № 1	пропионовокислых бактерий. Опытная № 2	ацидофильных палочек. Опытная № 3
В твороге			
Массовая доля:			
– жира, %	18,01 ± 1,74	18,52 ± 1,79	17,8 ± 1,70
– влаги, %	64,82 ± 5,78	63,83 ± 5,56	65,01± 6,02
Кислотность, °Т	190,0 ± 15,23	180,0 ± 14,57	200,0 ± 16,74
В творожной сыворотке			
Массовая доля – жира, %	0,53 ± 0,05	0,42 ± 0,04	0,61 ± 0,05
Кислотность, °Т	18,0 ± 1,56	17,0 ± 1,44	20,0 ± 1,96
Плотность, °А	24,61 ± 1,98	23,83 ± 1,88	24,64 ± 1,20

Из данных табл. 2 видно, все виды заквасок обеспечили получение физико-химических показателей творога, отвечающих требованиям стандарта относительно продукта выработанного из коровьего молока (ГСТУ 4554: 2006 «Творог. Технические условия»).

Установлено, что умеренной влагоудерживающей способностью отличался творог, с использованием закваски, состоящей из ацидофильных молочнокислых палочек, а наиболее низкой – с закваской, состоящей из пропионовокислых бактерий. Консистенция сгустков и творога с использованием ацидофильной закваски оказалась – в меру плотной, а сгустков и творога, с пропионовокислыми бактериями - наиболее плотной. Наименьшей кислотностью характеризовался творог, выработанный с закваской, состоящей из пропионовокислых бактерий, а наиболее высоким уровнем титруемой кислотности – творог опытной партии № 3, выработанный с использованием закваски, состоящей из ацидофильных палочек. Его тируемая кислотность была выше контрольной № 1 и опытной № 2, соответственно, на 10 °Т и 20 °Т. Высокий уровень титруемой кислотности опытного вида творога № 3 (с использованием ацидофильной закваски) обусловил и повышенные потери массовой доли жира с сывороткой. Сыворотка, полученная при производстве опытного вида творога № 3 содержала массовую долю жира, соответственно, на 0,1 % и на 0,2 % большую, по сравнению с контрольным № 1 и опытным видом № 2. Увеличенные потери жира с сывороткой обусловлены относительно высоким уровнем образовавшейся в твороге титруемой кислотности. Этим объясняется предельно – допустимый показатель массовой доли жира в твороге 18% жирности опытного вида № 3, содержащий – 17,8 % жира.

Результаты исследований, дают основания для составления сочетаний, состоящих из вышеуказанных видов заквасочных культур. Это позволит использовать положительные свойства каждого вида заквасочной микрофлоры, нивелировать нежелательное проявление высокого уровня титруемой кислотности, направленное на улучшение качества творога из козьего молока. Варианты творога с разными комбинациями заквасок анализировались по физико-химическим показателям (табл. 3).

Таблица 3 – Физико-химические показатели творога «Особый», из козьего молока с использованием комбинаций заквасок

Показатели	Номер варианта заквасочных сочетаний и соотношение заквасок, входящих в его состав %				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
	Соотношение закваски для творога, состоящей лактококков, пропионовокислых бактерий и невязких рас ацидофильных молочнокислых палочек, соответственно:				
Массовая доля:	100	60:25:15	60:30:10	55:20:20	50:30:20
– жира в продукте, %	18,03±1,546	17,51±1,472	18,02±1,612	17,53±1,478	18,01±1,540
– жира в сыворотке, %	0,50±0,033	0,60±0,033	0,50±0,033	0,50±0,033	0,50±0,033
– влаги, %	64,4±2,33	64,6±2,37	65,0±2,49	64,8±2,41	64,6±2,38
Кислотность, °Т	192,0 ±2,33	198,0±13,42	194,0±3,15	200,0±5,42	198,0±3,35

Из данных табл. 3 видно, что контрольный вариант творога выработан с использованием только одного представителя одного вида заквасочной микрофлоры – закваски для творога. Наибольший удельный вес в комбинации заквасок (55 – 60) % занимает традиционный вид закваски – для творога, наименьшую – ацидофильная закваска (10 – 15) %. Пропионовокислые бактерии занимают промежуточное место (25 – 35) % от общего количества закваски. Наименьшей кислотностью характеризовался опытный вариант творога № 3, кислотность которого хотя и была на 2 °Т выше контрольного – № 1, но ниже на 6 °Т опытного варианта № 4.

Проводилась оценка качества контрольного и опытных вариантов творога, выработанного с использованием комбинационных сочетаний вышеуказанных видов заквасок.

Качество всех опытных вариантов № 2 − № 5, оказалось выше контрольного № 1.

Установлено, что из опытных вариантов творога, выработанных с различным соотношением трех видов заквасок, наилучшим качеством отличался вариант № 3, органолептическая оценка которого и консистенция оказалась наилучшими. В нем были существенно снижены специфические особенности привкуса и запаха жиропота коз.

Определялся жирнокислотный состав контрольного №1 и опытного вида № 3 творога «Особый» (табл. 4).

Таблица 4 – Жирокислотный состав контрольных и опытных видов творога «Особый», %

Наименование жирных кислот	Наименование партий творога	
	Контрольный вид № 1. С использованием традицин-ного вида закваски (МСт)	Опытный вид № 3 с использованием трех видов закваски: для творога, пропионовокислых бактерий и ацифильных молочнокислых палочек (в соотношении 60:30:10)
Капроновая С $_6$	1,0 ± 0,09	0,4 ± 0,03
Каприловая С $_8$	2,2 ± 0,21	0,8 ± 0,07
Каприновая С $_{10}$	10,5 ± 0,96	10,4 ± 0,92
Лауриновая С $_{12}$	4,3 ± 0,38	6,5 ± 0,65
Миристиновая С $_{14}$	16,0 ± 1,35	16,2 ±1,43
Пентадекановая С $_{15}$	1,3 ± 0,11	1,3 ± 0,12
Пальметиновая С $_{16}$	39,2 ± 3,37	37,5 ± 3,28
Пальмитолеиновая С $_{16:1}$	2,0 ± 0,17	1,5 ± 0,13
Маргариновая С $_{17}$	1,3 ± 0,11	1,6 ± 0,15
Стеариновая С $_{18:0}$	5,9 ± 0,52	5,9 ± 0,51
Олеиновая С $_{18:1}$	14,7 ± 1,24	15,3 ± 1,36
Линолевая С $_{18:2}$	0,7 ± 0,05	0,7 ± 0,05
Линоленовая С $_{18: 3}$	0,9 ± 0,08	1,9 ± 0,06
В том числе, непредельных	18,3 ± 1,54	19,4 ± 1,60
-эссенциальных (незаменимых)	1,6 ± 1,37	2,6 ± 1,47

Из данных табл. 4. видно, что в твороге, выработанном с использованием сочетаний трех видов заквасок, в том числе пропионовокислых и ацидофильных молочнокислых палочек, опытного вида № 3 содержание таких жирных кислот, как, капроновой C_6 и каприловой C_8, оказалось меньшим по сравнению с контрольным видом творога № 1 без участия заквасочных сочетаний, соответственно, на 0,3 % и 1,4 %.

В связи с тем, что обе вышеуказанные жирные кислоты отвечают за проявление специфического вкуса и запаха жиропота коз в продуктах, изготовленных на его основе, уменьшение их количества, свидетельствует о существенном уменьшении, в опытном виде творога привкуса и запаха жиропота коз.

При этом произошло увеличение количества пальмитолеиновой C_{16} и пальмитолеиновой $C_{16:1}$ жирных кислот в контрольном виде творога № 1, которое было выше, чем в опытном виде творога №3, соответственно, на 1,7 % и 0,5 %.

В опытном виде творога № 3, количество лауриновой C_{12}, маргариновой C_{17} и линоленовой $C_{18:3}$ жирной кислоты по сравнению с контрольным № 1, оказалось меньшим, соответственно, на 2,2 %, 0,6 % и 1,0 %.

В двух видах творога, количественные показатели таких жирных кислот, как каприновой, миристиновой, пальметиновой, пентадекановой, стеариновой, линолевой, га, оказалось максимально сближенными ($P \leq 95$ %).

В опытном виде творога «Особый» №3 из козьего молока, было обнаружено увеличенное, по сравнению с контрольным видом творога № 1, количество непредельных жирных кислот, в том числе, эссенциальных, соответственно, на 1,1 % и 1,% ($P \geq 99,9$ %), что свидетельствуют о более высокой биологической ценности опытного вида творога из козьего молока, по сравнению с контрольным.

Таким образом, результаты исследований показали целесообразность производства творога из козьего молока с использованием не отдельных представителей заквасочной микрофлоры, а с комбинационными сочетаниями, составленными из трех, наиболее распространенных видов заквасок: для творога, пропионовокислых бактерий и, закваски, состоящей из ацидофильных молочнокислых палочек.

Выводы

1. На физико-химические, органолептические показатели творога из козьего молока, на его консистенцию и потери жира с сывороткой, влияют свойства, используемого при его производстве, вида заквасочной микрофлоры.

2. Качество творога, выработанного из козьего молока, с использованием комбинационных сочетаний заквасочной микрофлоры, состоящей из 60 % закваски для творога, 30 % – из пропионовокислых бактерий и 10 % – из ацидофильных молочнокислых палочек, оказалось выше, по сравнению с качеством контрольного варианта № 1, выработанного на основе сухой закваски для творога отечественного производства.

3. Благодаря использованию биотехнологических подходов – составлению комбинационных заквасочных сочетаний, состоящих из некоторых представителей заквасочной микрофлоры, достигнуто увеличение плотности сгустков, что способствовало уменьшению потерь их составных частей с сывороткой на 1 – 2 %, увеличена плотность консистенции творога.

А также нивелирован привкус и запах жиропота коз, что позволит расширить количество потребителей продукции из нового, для молочной промышленности страны, вида молочного сырья - козьего молока.

Литература

1. Давидов Р.Б. Молоко и молочное дело/ Р.Б. Давидов. – М.:ОГИЗ, 1949. – 315 с.
2. Диланян З.Х. Сыроделие /З.Х.Диланян. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 15 с.
3. Барабанщиков Н.В. Молочное дело./Н.В.Барабанщиков. – М.: Колос, 1983. – 406 с.
4. Бредыхин С.А. Технология и техника переработки молока /С.А. Бредыхин, Ю.В. Космодемьянский, В.Н. Юрин. – М.: Колос, 2003. − 400 с.
5. Степаненко П.П. Микробиология молока и молочных продуктов: Учебник для ВУЗов /П.П. Степаненко. – Сергиев Посад: ООО «Все для Вас Подмосковье», 1999. − 415.
6. Кигель Н.Ф. Заквасочные культуры для ферментированных молочных продуктов: основные виды /Н.Ф. Кигель //Молочна промисловість. – 2005. – С. 26−29.
7. Чорний Н.В. Санітарія і гігієна на підприємствах з виробництва та переробки молока й молочних продуктів: Навчальний посібник /Н.В. Чорний, Н.М. Наливайська, В.А. Пасячник, Т.М. Рижкова. − Х.: Гриф, 2010. − 284 с.
8. Молоко козине – сировина. Загальні технічні умови (ДСТУ 7006:2009) – [Чинний від 2009 - 14 - 04]. – К. Держспоживстандарт України, 2010. – 9 с. – (Національні стандарти України).
9. Мастерских Д.Г. Козье молоко в производстве молочной продукции /Д.Г.Мастерских //Переработка молока. – 2007. - № 11. – С. 4−5.
10. Оноприйко А.В. Твердый сыр из козьего молока /А.В. Оноприйко, В.А. Оноприйнко //Сыроделие. - 1999. - № 1. - С. 30 – 31. 1
11. Рижкова Т.М. Патент на корисну модель № 45707 «Спосіб отримання сирного згустку при виробництві сичужних сирів із козиного молока», зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.11.2009 року.
12. File // E User Cad N Babak // chees Perigord A Farmsted cheese/ htm 18.12. [Элекрнная версия].
13. Мягконосов Д.С. Влияние пропионовокислых бактерий на вкус молочных продуктов Д.С. Мягконосов, Н.П. Захарова, Г.Д. Перфильев //Сыроделие и маслоделие. – 2003. - № 5. – С. 15.
14. Янковський Д.С. Пропіоновокислі бактерії в складі біологічно активних препаратів і кисломолочних продуктів /Д.С.Янковский, Г.С. Димент, О.П. Потребчук //Вісник аграрної науки. – 2007. − № 8. – С. 60-62.
15. Колесникова С.С. Качество молока и новые технологии сыров, разработанные на Украине /С.С. Колесникова //Молочное Дело. – 2006. − С. 12.
16. Колесникова С.С. Биологическая обработка молока в сыроделии //Сыроделие и маслоделие. – 2000.– № 2. – С. 26.

УДК 637.138

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЙОГУРТІВ ІЗ ВМІСТОМ БЕТА-КАРОТИНУ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Варанкіна О.О., аспірант, Кричковська Л.В., д-р біол. наук, професор
Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут", м. Харків

На основі досліджень щодо стабілізації мікробіологічного бета-каротину в складі кисломолочних продуктів розроблено технологію виробництва йогуртів із вмістом провітаміну А. Розроблено методику органолептичної оцінки йогуртів із бета-каротином за 100-бальною шкалою.

The technology of yogurt containing pro-vitamin A based on studies on the stabilization of microbiological beta-carotene in sour-dairy products is developed. The method of organoleptic evaluation of yogurt with beta-carotene on the 100-point scale is developed.

Ключові слова: мікробіологічний бета-каротин, функціональний продукт, органолептична оцінка.

Проблема низької якості харчування гостро стоїть перед населенням України та багатьох інших країн світу. Рівень споживання основних харчових продуктів залишається низьким, а раціони харчування − незбалансованими, у тому числі за вмістом бета-каротину та вітаміну А [1, 2, 3, 4, 5]. Для подолання даної проблеми доцільним є розробка продуктів харчування масового споживання із вмістом функціональних інгредієнтів у фізіологічно значущих кількостях. Використання як функціональної добавки бета-каротину біотехнологічного походження має ряд переваг: вживання даного мікронутрієнта не викликає гіпервітамінозу А; провітамін А отримують з природного джерела – біомаси гетероталічного гриба Blakeslea trispora; можливість використання вітчизняних препаратів; має більш низьку вартість, ніж бета-каротин, що отриманий шляхом хімічного синтезу та з рослин. Гарним об'єктом вітамінізації є молочні продукти. Ці продукти містять білок і жири та можуть використовуватися як основа для збагачення бета-каротином, оскільки у жирному середовищі каротин краще зберігається, а разом із ліпідами молока повинен краще засвоюватися. До того ж, наявність бета-каротину в молоці підвищує стійкість молочного жиру до окислення. Серед продуктів масового споживання в сегменті продуктів молочної групи йогурти користуються постійним стабільним попитом у споживачів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що практика збагачення харчових продуктів, а саме: молочних напоїв, кисломолочних продуктів, хліба, кондитерських виробів, сокових напоїв, − бета-каротином має місце в Росії, Японії, Китаї, США, Угорщині. Українські вчені теж займаються питанням розробки продуктів харчування (рослинні олії, маргарини) із вмістом провітаміну А. Форма бета-каротину та джерело його отримання є різними. Виробники використовують масляні розчини, суспензії в рослинній олії, кристалічні форми провітаміну А. Використовують БК з рослин, той, що отриманий мікробіологічним шляхом, та синтетичний. Проте, як на світовому, так і на вітчизняному ринках, важко знайти функціональний продукт із регламентованим вмістом БК-у (через його нестабільність). Частіше за все, препарати провітаміну А використовують в якості барвника та вносять у занадто малій або великій кількостях порівняно з рекомендованими нормами [6].

Основною метою роботи було стабілізувати бета-каротин біотехнологічного походження при внесенні до складу йогуртів та на основі експериментальних даних розробити технологію виробництва функціонального продукту харчування молочної групи, який містив би регламентовану кількість провітаміну А.

В ході роботи з розробки нових видів йогуртів із регламентованим вмістом бета-каротину, що продукується міцеліальним грибом Blakeslea Trispora, досліджено вплив факторів технологічного процесу, присутності окремих інгредієнтів, компонентів закваски, умов зберігання продукту на збереження провітаміну А. Визначено параметри процесу виробництва, що гарантують найнижчий відсоток руйнування даного мікронутрієнта. Підібрано стабілізатори (суміш ізомерів токоферолу), використання яких, разом із оптимізацією процесу, дозволило досягти регламентованого вмісту провітаміну А в складі йогуртів протягом усього терміну зберігання.

Результати, отримані в ході досліджень, дозволили розробити технологію виробництва йогуртів із регламентованим вмістом мікробіологічного бета-каротину. В основу способу виробництва покладено класичний резервуарний процес. Технологічна схема виробництва при використанні жиророзчинної форми бета-каротину представлена на рис. 1.

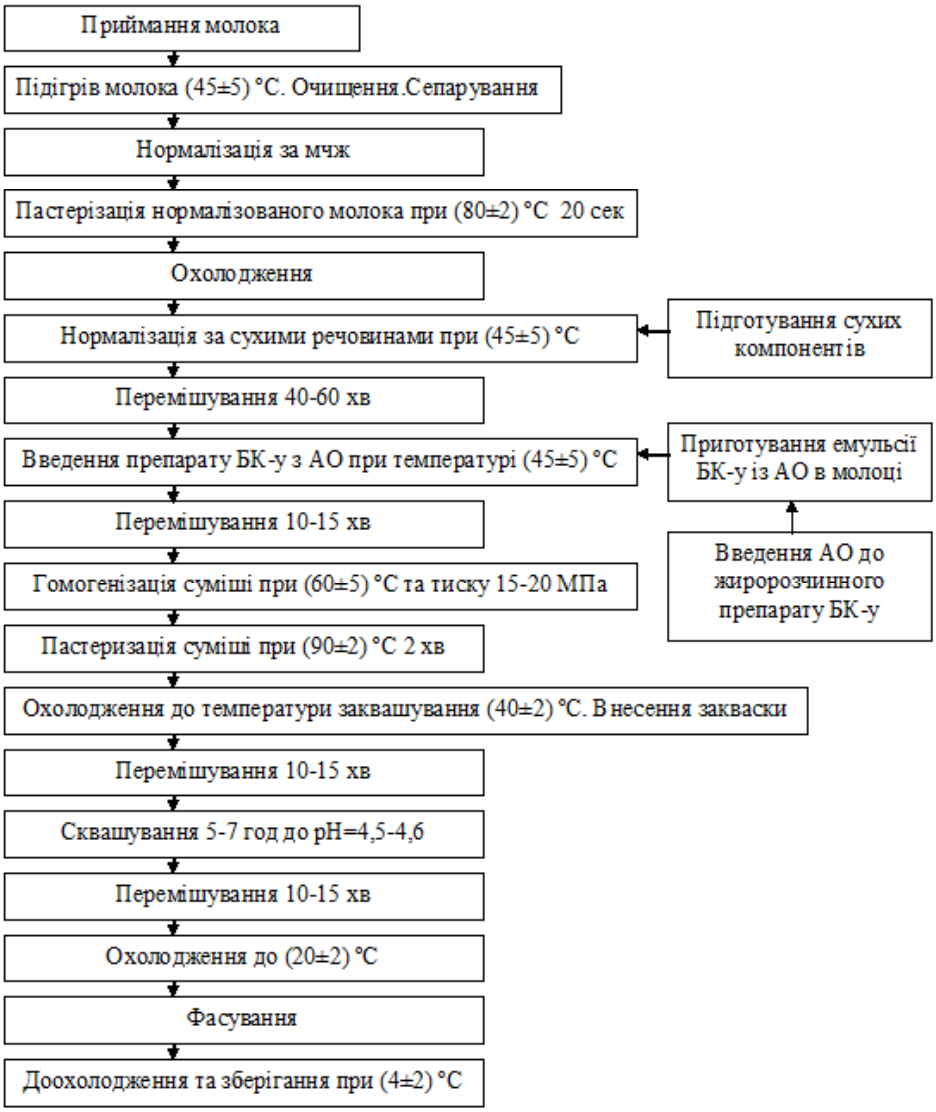


Рис. 1 – Технологічна схема виробництва йогурту з бета-каротином

При використанні водорозчинних препаратів бета-каротину в даній схемі змінюється стадія внесення: їх вводять до складу продукту разом із заквакою. Тому продукт, що вироблений за даною схемою, містить регламентовану кількість бета-каротину, відповідає вимогам чинних нормативних документів за показниками якості.

Також, у ході дослідження розроблено методику оцінки органолептичних показників йогуртів із бета-каротином (як нового продукту) за 100-бальною шкалою (табл.1). Кожний показник якості, а саме: зовнішній вигляд та стан упакування та маркування, колір, консистенція, запах (аромат), смак, – оцінюють за 5-бальною шкалою, що показує рівень якості. Бали, що отримані за 5-бальною шкалою, помножують на встановлений коефіцієнт вагомості для конкретного показника. Загальна оцінка складається із суми вказаних добутків усіх показників. Продукт має відмінну якість та відповідає встановленим вимогам при 90-100 балах. Рекомендації щодо постачання продукту на виробництво можливі при загальній середній бальній оцінці не менше 90.

Таблиця 1 – 100-бальна шкала оцінки якості йогуртів із бета-каротином

Показник якості	Коефіцієнт вагомості	Кількість балів				
		5 (відмінна якість)	4 (добра якість)	3 (задовільна якість)	2 (незадовільна якість)	1 (погана якість – брак)
Зовнішній вигляд та стан упакування й маркування	3	Герметичність пакування. Чітке правильне маркування. Етикетка яскрава. Упаковка непошкоджена, чиста; після відкриття упаковки поверхня продукту чиста, незаплісняла	Упаковка непошкоджена, чиста, герметична. Маркування чітке правильне. Етикетка не досить яскрава. Поверхня продукту чиста, незаплісняла	Незначна забрудненість чи деформація упаковки. Або нечітке маркування. Поверхня продукту чиста, незаплісняла	Забруднена, деформована упаковка. Або неправильне маркування. Поверхня продукту чиста, незаплісняла	Порушення герметичності та цілісності упаковки. Або дуже забруднена упаковка. Або заплісняла поверхня продукту
Колір	2	Жовто-помаранчевий, однорідний та рівномірний по всій масі продукту.	Незначна неоднакова інтенсивність кольору.	Світло-жовтий або темно-помаранчевий.	Неоднорідність кольору	Відрізняється від усіх відтінків жовтого та помаранчевого.
Консистенція	5	Однорідна по всій масі йогурту; в міру в'язка. При виробництві із стабілізаторами – желеподібна або кремоподібна. З рівномірним розподілом препарату бета-каротину	Однорідна по всій масі йогурту; недостатньо в'язка. З рівномірним розподілом препарату бета-каротину	Рідка або нерівномірна (наявність плівки препарату бета-каротину на поверхні продукту)	Неоднорідна з присутністю хлоп'їв чи відстоєм сироватки	Із залишками препаратів бета-каротину, що не розчинилися
Запах (Аромат)	4	Чистий, без сторонніх запахів. При виробництві з ароматизаторами має відповідний аромат	Слабко виражений	З незначним запахом препарату бета-каротину	Із сильним запахом препарату бета-каротину	Присутні виражені сторонні запахи (затхлий, пліснявілий, аміачний, кислий тощо)
Смак	6	Чистий, без сторонніх присмаків. При вироб. з цукром вміру солодкий. При вироб. із смакоаромат. добавками має відповідний присмак	Слабко виражений	Надто кислий або з незначним присмаком препарату бета-каротину	Із сильним присмаком препарату бета-каротину	Присутні виражені сторонні присмаки (гіркий, пліснявілий, кормовий, металевий тощо)

Висновки

У результаті комплексного дослідження щодо стабілізації бета-каротину мікробіологічного походження в складі кисломолочних продуктів розроблено технологію виробництва йогуртів із регламентованим вмістом провітаміну А протягом усього терміну зберігання. Перспективами для подальших досліджень при подоланні проблеми нестачі бета-каротину та вітаміну А в раціонах харчування населення є розробка та впровадження у виробництво інших функціональних продуктів масового споживання, які б містили регламентовану кількість природного провітаміну А.

Література

1. Some indicators of nutritional status are associated with activity and exploration in infants at risk for vitamin and mineral deficiencies / Nancy J. Aburto, Manuel Ramirez-Zea, Lynnette M. Neufeld, Rafael Flores-Ayala // J. Nutr. – 2009. – Vol. 139. – P. 1751 – 1757.
2. Investing in the future. A united call to action on vitamin and mineral deficiencies : Global report 2009 / Micronutrient initiative. – Ottawa : CIDA, 2009. – 43 p. – ISBN 978-1-894217-31-6.
3. Global prevalence of vitamin A defciency in populations at risk 1995–2005: WHO global database on vitamin A defciency / World Health Organization. – Geneva : WHO, 2009. – 55 p. – ISBN 978 92 4 159801 9.
4. Цимбаліста Н. В., Давиденко Н. В. Стан фактичного харчування населення та аліментарно обумовлена захворюваність // Проблеми харчування. – 2008. - № 1–2. – С. 32 – 35.
5. Нарушин, В. Продукты питания, обогащенные бета-каротином // Food & Drinks. – 2004. – № 4. – С. 68 – 69.
6. Кричковська Л. В., Варанкіна О. О. Світовий ринок продуктів харчування з вмістом β-каротину // Food Technologies & Equipment. − 2008. − № 8. − С. 28 − 35.

УДК 613.287.5: 637.1: 637.04

ПРО БЕЗПЕКУ ТА МІКРО- І МАКРОЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД МОЛОКА І МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ РИНКУ УКРАЇНИ

Гуліч М.П., д-р мед. наук, професор, Ємченко Н.Л., канд. хім. наук, ст.н.с., Верченко Т.В., Малижева Т.Д., канд. біолог. наук, Ольшевська О.Д., канд. мед. наук, ст.н.с., Ятченко О.О., канд. техн. наук, ст.н.с., Ященко О.В., Єрмоленко В.П., Моісеєнко І.Є.
Державна установа «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України», м. Київ

Досліджено молоко та кисломолочні продукти українських виробників на вмісту у них токсичних елементів та мікронутрієнтів. Проведено порівняльний аналіз отриманих результатів з Медико – біологічними вимогами до молока і молочних продуктів та відповідними даними довідника «Таблицы химического состава пищевых продуктов»,1987 р.

Milk and diary produce from the Ukrainian manufactures were studied by the content of toxic elements and micronutrients. A comparative analysis of the obtained results with the medical-and-biological requirements to milk and diary produce and correspondent data from the Table of Foodstuffs' Chemical Content Reference Book have been carried out.

Ключові слова: молоко, молочні продукти, мікронутрієнти, токсичні елементи, біоелементи.

Якість і безпечність продуктів харчування, якість харчування в цілому є одним із основних факторів, які визначають стан здоров'я і рівень життя населення.

Моніторинг показників безпеки регулюється законодавчими документами, в тому числі органів державного санітарного нагляду у сфері охорони здоров'я населення і охорони навколишнього середовища.

Повноцінність харчування визначається не тільки його енергетичною цінністю, збалансованістю раціону за білками, жирами та вуглеводами, але й забезпеченістю мікронутрієнтами. Мікронутрієнти належать до незамінних речовин їжі. Вони необхідні людині в будь-якому віці. Дефіцит навіть одного з них здатен призвести до порушень обміну речовин [3].

Дані опрацьованої літератури переконали нас у тому, що причинами дефіциту мікронутрієнтів у харчових продуктах можуть бути різні фактори. Останнім часом, все частіше акцентується увага на зменшенні вмісту мікро- і макроелементів у ґрунтах, особливо есенціальних [2]. Ряд авторів у своїх дослідженнях підкреслює той факт, що із збільшенням забрудненості навколишнього середовища (ґрунту)

токсикантами в усіх основних ланках біологічного ланцюжка (рослина-тварина, риба-людина) відмічено зниження корисних мікронутрієнтів. Між цими процесами існує кореляція. Оскільки наявність важких металів у ґрунті блокує доступність мікро- і макроелементів для кореневої системи рослин. Не варто ігнорувати і технологічну переробку сировини, що може призводити до втрати частини мікронутрієнтів.

Недостатність мікронутрієнтів небезпечна тим, що тривалий час не проявляється клінічно. Це так званий «прихований голод» [1].

Молоко і молокопродукти – стратегічні для України продукти масового споживання. Ці продукти згідно з сучасними уявленнями про збалансоване харчування є найбільш біологічно цінними і легкозасвоюваними, тому рекомендуються для харчування всіх вікових категорій населення. Неблагополучна екологічна ситуація в регіонах може призводити до антропогенного забруднення заготівельного молока, а відтак і до забруднення продуктів, отриманих із цієї сировини, що не тільки обумовлює їх небезпечність, а й може впливати на їх якість, а саме, співвідношення в них макро- і мікроелементів.

У зв'язку з цим метою роботи було дослідити молоко та кисломолочні продукти українських виробників на вміст у них токсичних елементів (свинцю, кадмію, миш'яку, ртуті), регламентованих Медико-біологічними вимогами, а також ессенціальних макро- та мікроелементів. Другим завданням нашої роботи було виявлення особливостей хімічного складу молочної продукції ринку України. Молочна продукція була вироблена в різних за екологічною ситуацією регіонах України: східному – найбільш неблагополучному в екологічному відношенні, найбільш чистому – західному, центральному, який за забрудненістю займає між ними проміжне становище, та північному, що найбільше постраждав від Чорнобильської катастрофи. При цьому віднесення молочної продукції до того чи іншого регіону проводили за сировиною – молоко заготівельне.

Об'єкти і методи дослідження. Коло досліджуваних показників обмежувалось такими ессенціальними мікроелементами: кальцій, магній, фосфор, залізо, які ввійшли до таблиць хімічного складу харчових продуктів, 1987р. [5].

Методи визначення цих показників були максимально наближені до тих, що використовувались у Таблицях 1987 р., що мало полегшити зіставлення отриманих фактичних даних сьогодення з довідниковими [4,5].Так, кальцій і магній визначали методом комплексонометричного титрування з індикатором кислотним хром – темно-синім, фосфор – фотометричним методом за утворенням фосфорномолібденової сині, залізо – фотометричним методом з о-фенантроліном. Окрім цього, в усіх продуктах встановлювали рівень біоелементів цинку і міді, які не ввійшли до вказаних таблиць [5], проте, як відомо, відіграють велику роль у забезпеченні життєдіяльності людини [7]. Визначення міді, цинку, свинцю, кадмію, ртуті, миш'яку проводили за методом інверсійної вольт-амперометрії на аналізаторі АВА-1.

Отримані результати досліджень наведені в таблицях 1-5.

Таблиця 1 – Вміст токсичних елементів в молоці коров'ячому і молочних продуктах Центрального регіону України

Продукт	Область	Масова частка (мг/кг)			
		свинцю	кадмію	ртуті	миш'яку
1	2	3	4	5	6
Молоко пастеризоване "Яготинське", 2,5 % жиру	Полтавська	0,110	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко пастеризоване "Яготинське", 3,2 % жиру	Полтавська	0,030	<0,005	<0,005	<0,05
Кефір "Яготинський", 2,5 % жиру	Полтавська	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко питне вітамінізоване стерилізоване "Дитяче", 2,5 % жиру	Вінницька	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко питне тривалого зберігання, 0,5 % жиру	Вінницька	0,026	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко питне тривалого зберігання, 2,5 % жиру	Вінницька	0,027	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко питне тривалого зберігання, 3,2 % жиру	Вінницька	0,007	<0,005	<0,005	<0,05

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Молоко питне тривалого збе-рігання, 6,0 % жиру	Вінницька	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Біо-кефір “Здоров’я”, 2,5 % жиру, “Кагма”	Черкаська	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко питне пастеризоване, 3,2 % жиру, “Кагма”	Черкаська	0,006	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко питне пастеризоване, нежирне, “Кагма”	Черкаська	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко питне пастеризоване, 1,5 % жиру, “Кагма”	Черкаська	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко питне пастеризоване, 2,5 % жиру, “Кагма”	Черкаська	0,028	<0,005	<0,005	<0,05
Кефір, 1,0 % жиру, “Кагма”	Черкаська	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Кефір, 2,5 % жиру, “Кагма”	Черкаська	0,006	<0,005	<0,005	<0,05
Гранично допустимі рівні за МБТ [7]		0,1 (0,05)	0,03 (0,02)	0,005	0,05

Таблиця 2 – Вміст токсичних елементів в молоці коров’ячому і молочних продуктах Західного регіону України

Продукт	Область	Масова частка (мг/кг)			
		свинцю	кадмію	ртуті	миш’яку
1	2	3	4	5	6
Біо-кефір “Галичина”, 0,05 % жиру (нежирний)	Львівська	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Біо-кефір “Галичина”, 2,5 % жиру	Львівська	0,008	<0,005	<0,005	<0,05
Гранично допустимі рівні за МБТ [7]		0,1 (0,05)	0,03 (0,02)	0,005	0,05

Таблиця 3 – Вміст токсичних елементів у молоці коров’ячому і молочних продуктах Північного регіону України

Продукт	Область	Масова частка (мг/кг)			
		свинцю	кадмію	ртуті	миш’яку
Біо-кефір “Веселий молочник”, 1,5 % жиру	Київська	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Біо-кефір “Веселий молочник”, 2,5 % жиру	Київська	0,014	<0,005	<0,005	<0,05
Кефір “Особливий”, “Слов’яночка”, 3,2 % жиру	Київська	0,024	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко пастеризоване “Веселий молочник”, 2,5 % жиру	Київська	0,010	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко пастеризоване “Галактон”, 0,5 % жиру	Київ	0,026	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко пастеризоване “Галактон”, 1,5 % жиру	Київ	0,027	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко пастеризоване “Галактон”, 2,5 % жиру	Київ	0,007	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко пастеризоване “Галактон”, 3,2 % жиру	Київ	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Гранично допустимі рівні за МБТ [7]		0,1 (0,05)	0,03 (0,02)	0,005	0,05

Таблиця 4 – Вміст токсичних елементів у молоці коров'ячому і молочних продуктах Східного регіону України

Продукт	Область	Масова частка (мг/кг)			
		свинцю	кадмію	ртуті	миш'яку
Молоко пастеризоване "Добриня", 2,5 % жиру	Донецька	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко пастеризоване "Добриня", 3,2 % жиру	Донецька	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Біо-кефір "Веселий молочник", 0,05 % жиру	Донецька	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Біо-кефір "Веселий молочник", 1,0 % жиру	Донецька	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Біо-кефір "Веселий молочник", 2,5 % жиру	Донецька	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Біо-кефір "Веселий молочник", 3,2 % жиру	Донецька	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05
Молоко пастеризоване, 3,2 % жиру	Дніпропетровська	0,008	<0,005	<0,005	<0,05
Гранично допустимі рівні за МБТ [7]	–	0,1 (0,05)	0,03 (0,02)	0,005	0,05

Як видно з отриманих даних, вміст найбільш токсичних елементів (Cd, Hg, As) у всіх без винятку досліджених зразках нижче не тільки гранично допустимої концентрації, але й границі виявлення відповідних методів дослідження. Проте в багатьох пробах виявлено свинець.

Якщо взяти за критерій забрудненості молока і молочних продуктів відсоток зразків, в яких виявлено цей токсикант, то найбільш неблагополучним у цьому відношенні регіоном є північний, представлений Київською областю, де 75 % зразків молока і кефіру містили його в кількостях від 0,006 до 0,027 мг/кг. Остання цифра насторожує, оскільки становить більше половини гранично допустимого нормативу для дітей (0,05 мг/кг). У центральному і західному регіонах України відсоток зразків молока і молочних продуктів, що містили свинець, становив 50 %. Найбільш "чистим", як не парадоксально, виявився східний, найбільш екологічно неблагополучний регіон (Донецька та Дніпропетровська області), в якому свинець виявлено тільки у 14 % зразків молока і молочних продуктів. Така картина присутності свинцю в молоці і молочних продуктах, очевидно, обумовлена близькістю Чорнобильської АЕС та інтенсивним автомобільним рухом у Київський області і самому Києві.

Нами було проведено оцінку показників якості молока коров'ячого і молочних продуктів, а саме: вмісту у них мікронутрієнтів і порівняння отриманих даних щодо фактичного їх вмісту в цих продуктах з аналогічними даними існуючих Таблиць хімічного складу харчових продуктів 1987 року та зіставлення результатів по визначенню рівнів мікронутрієнтів з метою виявлення їх регіональних особливостей. Отримані та узагальнені результати дослідження наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 – Вміст мікронутрієнтів у молоці коров'ячому і молочних продуктах, вироблених в різних регіонах України

Регіони	Вміст (мг%)			
	кальцію	магнію	фосфору	заліза
Центральний	104,3±14,6	22,8±4,9	89,6±2,1	0,086±0,010
Західний	102,0	20,5	87,5	0,016
Північний	110,0±18,0	13,0±0,7	88,9±2,0	0,046±0,013
Східний	94,0±12,9	25,4±9,1	88,1±0,8	0,053±0,015
Довідкові дані [5, 6]	120–126	14–15	90–95	0,06–0,1

З наведених даних можна зробити висновок, що найменше кальцію містить молоко і молочні продукти східного регіону України, найбільше – північного. Різниця між ними достовірна. В свою чергу молоко і молочні продукти північного регіону України містять достовірно менше магнію, ніж ці самі продукти у східному регіоні. Загалом, дані таблиці свідчать про відсутність достовірних відмінностей в рівнях переважної більшості мікронутрієнтів у молоці і молочних продуктах, отриманих у різних регіонах України.

У таблиці 6 наведені результати дослідження вмісту біогенних металів у молоці коров'ячому і молочних продуктах, вироблених в різних регіонах України.

Таблиця 6 – Вміст біоелементів у молоці коров'ячому і молочних продуктах, вироблених в різних регіонах України

Регіони	Вміст (мг/кг)	
	міді	цинку
Центральний	0,16±0,130	3,10±0,81
Західний	0,062	3,74
Північний	0,165±0,070	2,26±0,92
Східний	0,097±0,022	3,03±0,19
Довідкові дані [7]	1,0	5,0

Як бачимо, рівень цих біоелементів у молоці і молочних продуктах в регіонах України достовірно не відрізняється. У всіх досліджених зразках вміст цинку не досягає регламентованого рівня – 5,0 мг/кг [6].

Висновки

Результати досліджень показали, що молоко коров'яче і молочні продукти, вироблені в центральному, північному, східному і західному регіонах України, за показниками безпеки відповідають Медико-біологічними вимогам [6]. Вміст токсикантів загалом був не тільки меншим за ГДК, а й нижчим границі виявлення їх офіційними методами. Виняток становить свинець. Вміст його залежав від регіону виробництва молока та молочних продуктів. Найвищий рівень за числом проб, в яких виявлено свинець, був у північному регіоні України (Київська область). Найчистішою щодо вмісту свинцю виявлялась продукція східного "промислового" регіону.

За рівнем мікронутрієнтів молочна продукція з різних регіонів України в основному не відрізняється, хоча рівень кальцію в молоці та молокопродуктах все ж є дещо нижчим за довідкові дані, незважаючи на те, що молоко – стабільна система [8].

За рівнем мікронутрієнтів достовірної різниці між регіонами не було. Незважаючи на те, що молоко – стабільна система, при порівнянні отриманих результатів з довідниковими даними встановлено, що рівень кальцію в молоці та молокопродуктах є нижчим за довідкові дані, рівень магнію дещо перевищує їх, а вміст фосфору і заліза майже не відрізняється від даних довідника [6,8].

Література

1. Сердюк А.М., Гуліч М.П. Політика в галузі харчування населення – головний пріоритет держави // Довкілля та здоров'я. – 2002. – № 3.– С. 8-11.
2. Проблема микроэлементозов у населения, подвергшегося сочетанному действию радиационного и эндемического факторов / Корзун В.Н., Болохнова Т.В., Нестер Т.И. и др. // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. – Вып. 12. – Минск, 2008. –С. 149-154
3. Бергнер П. Целительная сила минералов / П. Бергнер. – М., 1998.–205 с.
4. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
5. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / Под ред. И. М. Скурихина. – М.: Изд-во "Легкая и пищевая промышленность", 1987. – 228 с.
6. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов: МБТ и СН № 5061-89. – М., 1990. – 185 с.
7. Смоляр В.І. Фізіологія та гігієна харчування. – К.: Здоров'я, 2000. – 336 с.
8. Слободкін В.І., Ципріян В.І., Велика Н.В., Матвієнко А.П., Козярін І.П. / За ред. д-ра мед. наук., проф., В.І. Ципріяна / Санітарно-гігієнічні вимоги до виробництва питного молока : Навчально-методичний посібник для лікарів, лікарів-інтернів і лікарів-слухачів курсів підвищення кваліфікації закладів (факультетів) післядипломної освіти. – НМУ ім. О.О. Богомольця. – 2005. – С.14-15.

УДК 579.864:621.796:612.015.6

ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ І ТІАМІНСИНТЕЗУЮЧА АКТИВНІСТЬ ПРОБІОТИЧНИХ ШТАМІВ ЛАКТОБАКТЕРІЙ У СКЛАДІ ЛІОФІЛІЗОВАНИХ ПРЕПАРАТІВ ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ

Страшнова І. В., канд. техн. наук, доцент
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Встановлено, що пробіотичні штами лактобактерій у складі відповідних ліофілізованих бактеріальних препаратів зберегли високу життєздатність після дворічного зберігання. Найбільша кількість життєздатних клітин відповідних штамів лактобактерій збереглась у препаратах Лактоферм 25, Лактоплан 898 і 1005. Виявлено, що штами L. fermentum ОНУ 25, L. curvatus ОНУ 215, ОНУ 904, L. acidophilus ОНУ 291 і L. plantarum ОНУ 1005 здатні синтезувати тіамін у середовищі без тіазолу і всі досліджені штами продукували зазначений вітамін у середовищі з тіазолом. Максимальну кількість вітаміну B_1 штами лактобактерій синтезували через 20 год культивування.

It was found that the probiotic strains of lactobacilli of the respective freeze-dried bacterial preparations retained high viability after two years of storage. The greatest number of viable cells of the lactobacillus strains preserved in preparations Lactoferm 25, Lactoplan 898 and 1005. It was shown that strains of L. fermentum ONU 25, L. curvatus ONU 215, ONU 904, L. acidophilus ONU 291 and L. plantarum ONU 1005 synthesized thiamine in the medium without thiazole and all studied strains produced this vitamin in the medium with thiazole. Maximum amount of vitamin B_1 lactobacilli's strain were synthesized after 20 h. of cultivation.

Ключові слова: пробіотичні штами лактобактерій, ліофілізовані бактеріальні препарати, життєздатність, тіамінсинтезуюча активність.

Відомо, що серед факторів харчування, які мають особливо важливе значення для підтримки здоров'я, працездатності й активного способу життя людини, велика роль належить повноцінному і регулярному постачанню її організму всіх необхідних мікронутрієнтів: вітамінів, мінеральних речовин і мікроелементів [1, 6, 11].

Одним із важливих шляхів вирішення проблеми здоров'я і харчування населення є створення і розширення асортименту функціональних продуктів харчування з одночасним покращенням їхньої якості. Велика увага приділяється створенню продуктів із використанням пробіотичних штамів мікроорганізмів, зокрема бактерій роду *Lactobacillus*. Пробіотичні штами лактобактерій, входячи до складу таких продуктів, позитивно впливають на слизову оболонку кишківника, її адсорбційну здатність, пригнічують розвиток умовно-патогенних мікроорганізмів, сприяючи нормалізації мікробіоценозу, синтезують низку біологічно активних речовин, зокрема вітамінів, амінокислот, гормоноподібних речовин та ін. [2, 7—10]. У цьому аспекті важливим є тривале збереження лактобактеріями їхньої біологічної активності.

Тому метою роботи було вивчення життєздатності і тіамінсинтезуючої активності 8 пробіотичних штамів бактерій роду *Lactobacillus* у складі відповідних ліофілізованих бактеріальних препаратів після довготривалого зберігання.

Матеріалом дослідження були 8 ліофільно висушених бактеріальних препаратів (Лактоплан 13, 130, 898, 1005, Лактокур 215, 904, Лактоферм 25 і Лактоацид 291), створених на основі пробіотичних штамів бактерій роду *Lactobacillus*.

Препарати зберігалися протягом 2-х років у темному місці при температурі 4 °С.

Для встановлення життєздатності штамів лактобактерій препарати переводили у розчиннoподібний стан із розрахунку 1 $см^3$ фізіологічного розчину на 1 г препарату. Витримували протягом 10 – 15 хв при 22 – 25 °С. Після цього по 0,1 $см^3$ отриманих суспензій висівали на щільне поживне середовище MRS з наступним підрахунком числа колоній через 24 год культивування при 37 °С і розрахунком кількості колонієутворювальних одиниць у 1 мл (КУО/$см^3$) за формулою:

$M = a\ X\ 10^n/V$, де a – кількість колоній, що виросли; 10^n – розведення; V – посівна доза (0,1 $см^3$) [3].

Для з'ясування здатності штамів лактобактерій *L. plantarum* ОНУ 13, ОНУ 130, ОНУ 898, ОНУ 1005, *L. curvatus* ОНУ 215, ОНУ 904, *L. fermentum* ОНУ 25 і *L. acidophilus* ОНУ 291, що входять до складу відповідних препаратів, синтезувати тіамін було проведено два варіанти дослідів. У першому варіанті 0,5 $см^3$ відновлених препаратів вносили у пробірки з 4,5 $см^3$ MRS-бульйону. У другому – безпосередньо пе-

ред посівом суспензій препаратів у пробірки з MRS-бульйоном вносили по 0,1 см^3 попередника тіаміну (4-метил-5β-оксіетилтіазолу) [4, 5].

На першому етапі досліджень визначали кількість життєздатних клітин пробіотичних штамів лактобактерій *L. plantarum* ОНУ 13, ОНУ 130, ОНУ 898, ОНУ 1005, *L. curvatus* ОНУ 215, ОНУ 904, *L. fermentum* ОНУ 25 і *L. acidophilus* ОНУ 291, що входять до складу відповідних ліофілізованих бактеріальних препаратів: Лактоплан 13, 130, 898, 1005, Лактокур 215, 904, Лактоферм 25 і Лактоацид 291, які зберігались протягом 2-х років.

Як видно із наведених на рис. 1 даних, після дворічного зберігання кількість життєздатних клітин усіх штамів лактобактерій незначно зменшилась, у порівнянні з цим самим показником, визначеним відразу після ліофілізації і через рік зберігання [6]. Так, у препараті Лактоферм 25 кількість життєздатних клітин штаму *L. fermentum* ОНУ 25 відразу після ліофілізації становила 8,92 lg КУО/г, через рік – 8,74 lg КУО/г, а через два роки – 8,42 lg КУО/г; у грамі препарату Лактоплан 1005 відразу після висушування життєздатних клітин штаму *L. plantarum* ОНУ 1005 було 9,12 lg КУО/г, через рік – 8,72 lg КУО/г, через два роки – 8,40 lg КУО/г.

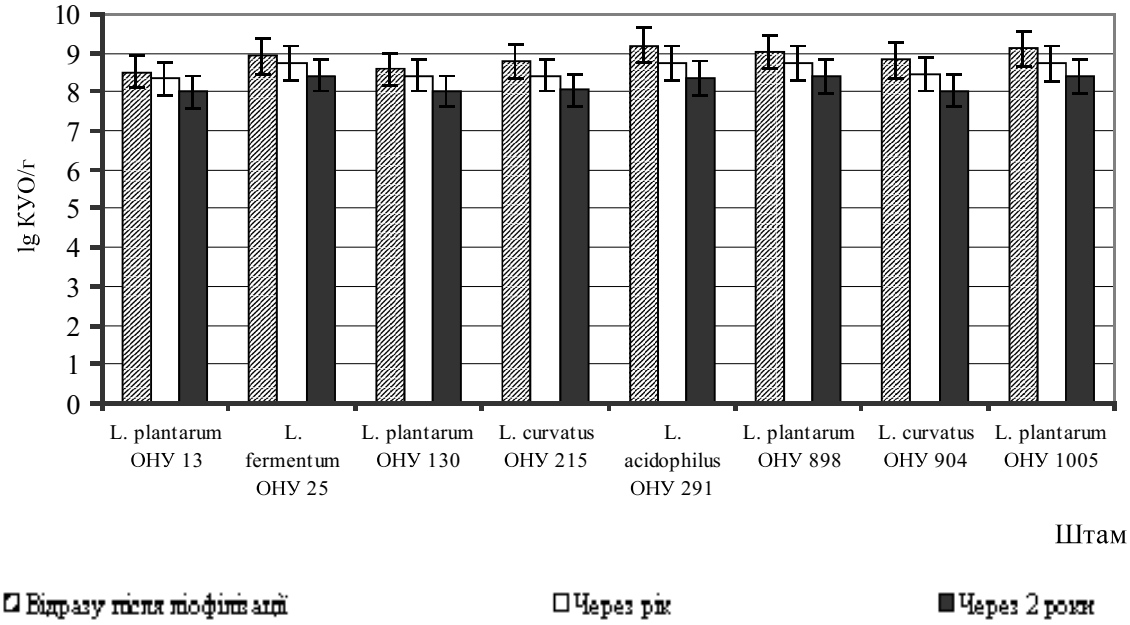


Рис. 1 – Життєздатність штамів лактобактерій у складі пробіотичних препаратів після тривалого зберігання

Найбільшу кількість життєздатних клітин відповідних штамів лактобактерій визначено у препаратах Лактоферм 25, Лактоплан 898 і 1005, найменшу – у препараті Лактоплан 13. В інших препаратах кількість життєздатних клітин відповідних штамів лактобактерій коливалась від 8,02 lg КУО/г (препарат Лактоплан 130) до 8,36 lg КУО/г (препарат Лактоацид 291).

Найкраще у складі відповідних препаратів зберeглись штами *L. fermentum* ОНУ 25 і *L. plantarum* ОНУ 13, ОНУ 130: кількість життєздатних клітин через два роки зберігання зменшилась лише на 0,50, 0,52 і 0,56 lg КУО/г відповідно. Найсуттєвіше зменшилось число життєздатних клітин штаму *L. curvatus* ОНУ 904. Так, у препараті Лактокур 904 відразу після ліофільного висушування кількість живих клітин цього штаму становила 8,82 lg КУО/г, через рік цей показник зменшився на 0,36 lg КУО/г, а через два роки – на 0,42 lg КУО/г.

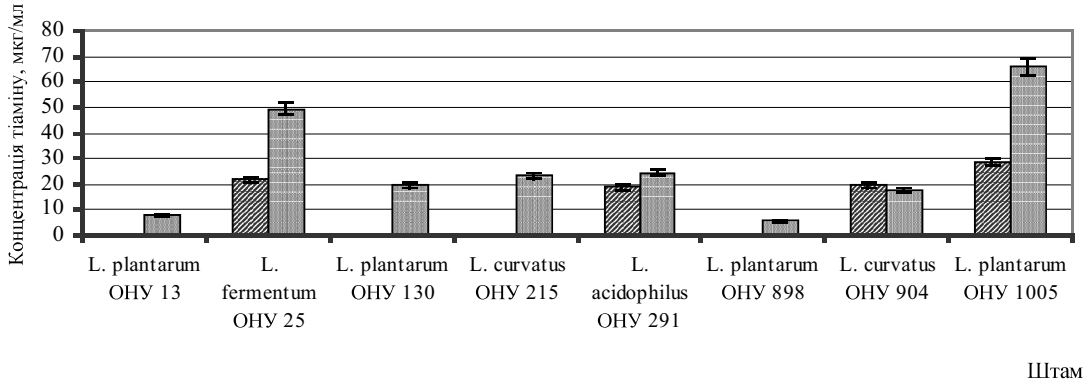
Загалом, отримані результати свідчать про високий потенціал життєздатності досліджених пробіотичних штамів лактобактерій.

Не менш важливою характеристикою пробіотичних препаратів є збереження біологічної активності штамів мікроорганізмів.

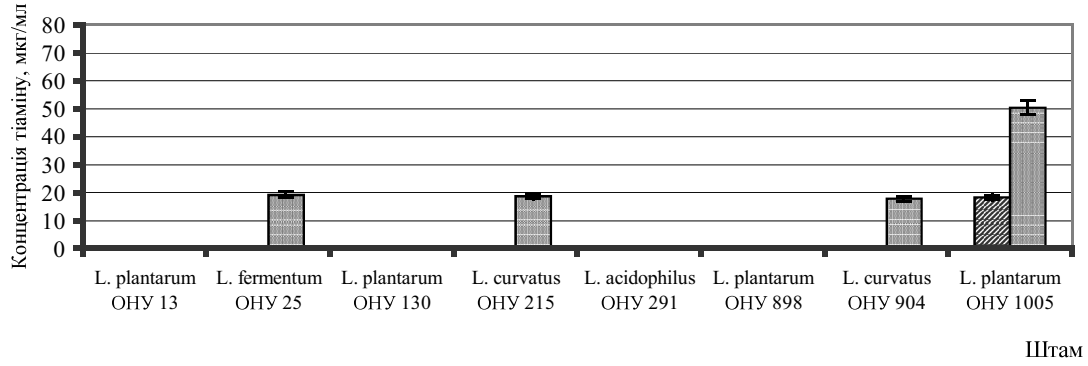
Тому на другому етапі роботи нами було досліджено тіамінсинтезуючу активність зазначених штамів лактобактерій у складі відповідних препаратів.

Враховуючи результати попередніх досліджень визначення здатності лактобактерій синтезувати вітамін B_1 [6], перші проби аналізували через 6 год після посіву відновлених препаратів у середовища культивування.

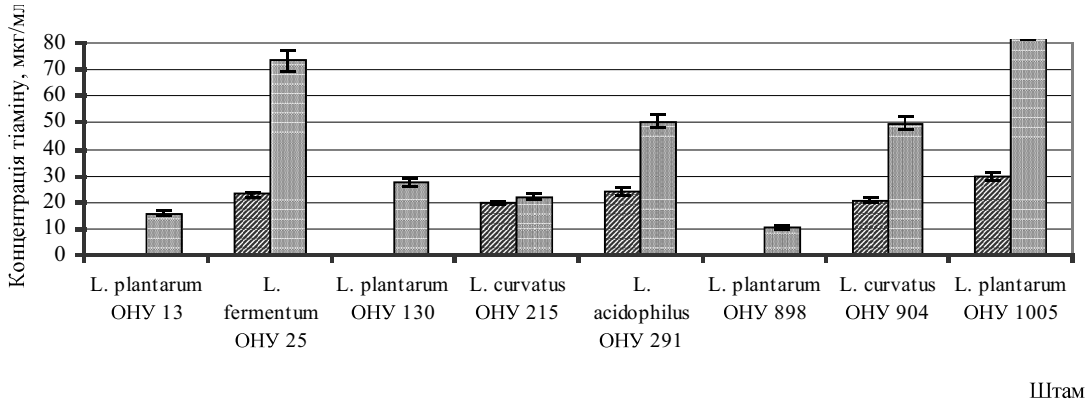
Отримані дані наведено на рис. 2.



(а)



(б)



(в)

Рис. 2 – Тіамінсинтезуюча активність штамів лактобактерій у складі пробіотичних препаратів через 6 (а), 10 (б) і 20 (в) годин культивування

У результаті досліджень встановлено, що через 6 год культивування у середовищі без тіазолу вітамін B_1 синтезував лише штам *L. plantarum* ОНУ 1005 (концентрація тіаміну склала 18,3 ± 0,85 мкг/см^3) (рис. 2

а). Через цей самий проміжок часу, але у середовищі з попередником тіаміну, синтезуюча здатність виявлена також у штамів *L. fermentum* ОНУ 25 і *L. curvatus* ОНУ 215 і ОНУ 904. При цьому концентрації синтезованого ними вітаміну були на рівні, встановленому для *L. plantarum* ОНУ 1005 при його культивуванні у середовищі без тіазолу. У середовищі з попередником активність *L. plantarum* ОНУ 1005 зросла більше ніж у 2,5 рази (концентрація синтезованого ним вітаміну склала 50,4 ± 1,80 мкг/см^3).

Через 10 год культивування у середовищі без тіазолу почали продукувати тіамін ще три штами (*L. fermentum* ОНУ 25, *L. acidophilus* ОНУ 291 і *L. curvatus* ОНУ 904) (рис. 2 б). Концентрація синтезованого ними вітаміну була майже однаковою і коливалась від 18,8 ± 1,10 мкг/см^3 (визначено для штаму *L. acidophilus* ОНУ 291) до 21,9 ± 1,10 мкг/см^3 (штам *L. fermentum* ОНУ 25). Дещо більшу кількість (28,4 ± 1,10 мкг/см^3) цього вітаміну продукував *L. plantarum* ОНУ 1005. А у середовищі з тіазолом через 10 год уже всі штами з різною інтенсивністю синтезували вітамін B_1. Найбільшу кількість цього вітаміну виділяли у середовище культивування штами *L. plantarum* ОНУ 1005 і *L. fermentum* ОНУ 25 (65,7 ± 0,82 мкг/см^3 і 49,4 ± 1,24 мкг/см^3, відповідно), найменшу – штами *L. plantarum* ОНУ 13 і 898 – 8,0 ± 0,65 мкг/см^3 і 5,6 ± 0,20 мкг/см^3, відповідно).

Через 20 год культивування у середовищі без тіазолу тіамінпродукуюча активність виявлена у ще одного штаму лактобактерій *L. curvatus* ОНУ 215: кількість синтезованого тіаміну склала 19,8 ± 0,85 мкг/см^3 (рис. 2 в). Слід зазначити, що штами *L. fermentum* ОНУ 25, *L. curvatus* ОНУ 215 і ОНУ 904, *L. acidophilus* ОНУ 291, *L. plantarum* ОНУ 1005 і у середовищі без попередника продукували максимальну кількість вітаміну B_1 через 20 год культивування. Збільшення терміну експозиції суспензій препаратів не призводило до збільшення концентрації тіаміну. У трьох штамів *L. plantarum* ОНУ 13, ОНУ 130 і ОНУ 898 у середовищі без попередника тіаміну здатність до синтезу вітаміну B_1 не виявлена. Максимальна тіамінсинтезуюча активність лактобактерій у середовищі з тіазолом також виявлена через 20 год інкубації. Кількість визначеного тіаміну коливалась від 10,7 ± 0,20 мкг/см^3 (встановлено для штаму *L. plantarum* ОНУ 898) до 85,9 ± 4,20 мкг/см^3 (у штаму *L. plantarum* ОНУ 1005).

Таким чином, у результаті проведених досліджень встановлена життєздатність і тіамінсинтезуюча активність штамів *L. plantarum* ОНУ 13, ОНУ 130, ОНУ 898, ОНУ 1005, *L. curvatus* ОНУ 215, ОНУ 904, *L. fermentum* ОНУ 25 і *L. acidophilus* ОНУ 291 у складі відповідних ліофілізованих пробіотичних препаратів, що вказує на доцільність їх подальшого зберігання і перспективність використання у харчовій промисловості.

Висновки

1. Встановлено високу життєздатність пробіотичних штамів лактобактерій *L. plantarum* ОНУ 13, ОНУ 130, ОНУ 898, ОНУ 1005, *L. curvatus* ОНУ 215, ОНУ 904, *L. fermentum* ОНУ 25 і *L. acidophilus* ОНУ 291 у складі відповідних ліофілізованих бактеріальних препаратів Лактоплан 13, 130, 898, 1005, Лактокур 215, 904, Лактоферм 25 і Лактоацид 291 після довготривалого зберігання.
2. Найбільшу кількість життєздатних клітин відповідного штаму лактобактерій визначено у препараті Лактоферм 25, яка становила 8,42 lg КУО/г, кількість життєздатних клітин штамів *L. plantarum* ОНУ 898 і ОНУ 1005 у препаратах Лактоплан 898 і 1005 становила 8,40 lg КУО/г.
3. Після дворічного зберігання у складі ліофілізованих бактеріальних препаратів штами лактобактерій зберегли тіамінсинтезуючу активність.
4. Максимальну концентрацію вітаміну B_1 визначено через 20 год культивування лактобактерій у середовищі з тіазолом. Найбільшу кількість тіаміну (85,9 ± 4,20 мкг/см^3) продукував штам *L. plantarum* ОНУ 1005.

Література

1. Белкин В. Г., Лисицын А. Б., Дунченко Н. И., Кочеткова А. А., Позняковский В. М., Бабин Ю. В., Каленик Т. К. Современные тенденции в области разработки функциональных продуктов питания // Пищевые биотехнологии: проблемы и перспективы в XXI веке. Материалы III Международного симпозиума.– Владивосток: ТГУ, 2008. – С. 3 – 8.
2. Горелов А. В., Усенко Д. В. Роль микрофлоры желудочно-кишечного тракта и принципы коррекции нарушений ее состава // Медицинский журнал. – 2008. – Т. 16, № 19. – С. 1 – 6.
3. Методы общей бактериологии / Пер. с англ. Ф. Герхардт. – М.: Мир, 1984. – 264 с., ил.
4. Начев Л., Гешева Р. Методика качественного и количественного определения витамина В12, синтезированного актиномицетами на агаризованной питательной среде // Микробиология. – 1978. – Т. 33, № 4. – С. 739 – 742.
5. Поволоцкая К. Л., Зайцева Н. И., Скоробогатова Е. П. Флуориметрический метод определения рибофлавина // Витаминные ресурсы и их использование. – 1955. – Вып. 3. – С. 121 – 127.
6. Фабіянська І. В. Розробка технології препаратів лактобацил і їх використання для виготовлення сирокопчених ковбас: Дис... канд. техн. наук. – О., 2008. – 303 с.

7. Хавкин А. И. Пробиотические продукты питания и естественный иммунитет //Лечащий врач. Медицинский научно-практический журнал. – 2009. – № 8. – С. 118 – 124.
8. Шевелева С. А. Медико-биологические требования к пробиотическим продуктам и биологически активным добавкам к пище // Инфекционные болезни. – 2004. – № 3. – С. 86 – 90.
9. Gill H. S., Guarner F. Probiotic and human health: a clinical perspective // Postgraduate Medical Journal. – 2004. – 80 (947). – P. 516 – 526.
10. Saavedra J. M., Tscherina A. Human studies with probiotics and prebiotics: clinical implication // Br. J. Nutr. – 2002. – V. 87, № 2. – P. 241 – 246.
11. Salminen S., Bouley C., Boutron-Ruault M-C. et al. Functional food science and gastrointestinal physiology and function // // Br. J. Nutr. – 1998. – № 80. – P. 147 – 171.

УДК 547.458.2

ВПЛИВ БІФІДОФЛОРИ НА АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ФЕРМЕНТОВАНИХ СИНБІОТИЧНИХ МОЛОЧНИХ НАПОЇВ

***Голуб Б.О., канд. техн. наук, **Даниленко С.Г., канд. техн. наук,**
***Рудавська Г.Б., д-р. с.-г. наук, професор**
***Київський національний торговельно-економічний університет,**
****Технологічний інститут молока та м'яса УААН**

У статті наведено аналіз літературних джерел щодо особливостей розвитку біфідобактерій у молоці, впливу біфідогенних чинників на інтенсивність ферментування біфідобактеріями молочної сировини. Наведені результати аналізу амінокислотного складу синбіотичних кисломолочних напоїв, отриманих за допомогою різних штамів біфідобактерій.

It was analyzed of source of information that concerned to specifics of bifidobacteria growth in milk. Also it was analyzed influence of bifidus factors to milk fermentation by bifidobacteria. It was showed results of analyze of amino acids content of synbiotic beverages, that fermented with different strains of bifidobacteria.

Ключові слова: біфідобактерії, синбіотичні молочні напої, амінокислоти, біфідогенні фактори.

Управління якістю ферментованих синбіотичних молочних напоїв передбачає використання спеціального інструментарію для керування насамперед такими складниками якості, як відповідність нормативним показникам, харчова безпечність та харчова цінність. Саме остання включає в себе ті критерії, які входять до списку першочергових для споживача. Здебільшого споживач впевнений, що продукція у місцях організованої торгівлі відповідає вимогам нормативних актів та документів. А от склад корисних компонентів, харчова цінність набирають все більшої ваги для споживацького вибору. Особливо це стосується сегменту харчових продуктів спеціального дієтичного призначення, оскільки на цьому ринку рівень освіченості споживача, усвідомлений вибір товару після ознайомлення з доступною інформацією є найбільш вираженими з-поміж інших сегментів ринку харчових продуктів. Інформативність споживчого маркування продуктів цієї групи повинна бути якнайвищою. Для еубіотичних харчових продуктів важливою частиною споживчого маркування є інформація про склад корисної пробіотичної мікрофлори. Зокрема, її склад є визначальним чинником у формуванні органолептичних та фізико-хімічних властивостей ферментованих молочних напоїв. Традиційний асортимент ферментованих молочних напоїв за шириною та глибиною нині значно поступається новітньому. Ряд мікроорганізмів введені у молокопереробне виробництво відносно недавно. І процес цей невпинно продовжується. Зрозуміло, що орієнтиром у виборі продукції з певною харчовою цінністю тепер є не найменування, а його склад. При цьому ряд необов'язкових з точки зору стандартів характеристик харчової цінності не наводиться на маркованні через значний обсяг чи відсутність такої традиції. Наприклад, це стосується і амінокислотного складу ферментованих молочних напоїв. Вид використовуваних заквашувальних мікроорганізмів може допомогти споживачу в оцінці харчової цінності харчового продукту, що робить завдання вивчення впливу заквашувальних культур на амінокислотний склад ферментованих продуктів актуальним.

Нами було поставлено за мету дослідити вплив біфідофлори на перебіг процесів перетворення азотистих сполук та формування амінокислотного складу готових синбіотичних напоїв. Об'єктом було обрано ферментовані молочні синбіотичні напої з використанням водного екстракту цикорію та різним складом біфідофлори. Для ферментації нами були обрані чисті монокультури біфідобактерій *Bifidobacterium*

longum та *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, Обрані види біфідобактерій є одними з найбільш розповсюджених пробіотиків, які використовуються у виробництві ферментованих молочних продуктів профілактичної дії. Монокультура *Bifidobacterium longum* виділена спеціалістами Технологічного інституту молока та м'яса УААН (паспорт культури ІМВ В 7165, в подальшому у тексті МК1). Монокультура *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (*Bifidobacterium bb-12*, в подальшому у тексті МК2) є заквасковою прямого внесення, яка використовується для виробництва кисломолочних напоїв (сублімована закваска АВТ-10, виробник CHR Hansen). Також проводилась інкубація змішаної культури з вищезгаданих біфідобактерій у рівній пропорції. Культивування біфідобактерій проводили відповідно до Методичних вказівок «Визначення кількості біфідобактерій у кисломолочних продуктах» та чинних стандартів. Для ферментації використовувалось стерилізоване коров'яче молоко жирністю 3,2 %. Як синбіотичний складник використовували водний екстракт з обсмажених частинок коренеплодів цикорію кореневого. Вміст амінокислот визначався методом рідинної хроматографії [1, 2, 3].

Штам *Bifidobacterium bb-12* був спеціально селекціонований Chr. Hansen для виробництва ферментованих пробіотичних молочних продуктів. Ця культура широко використовується для виготовлення харчових продуктів для дитячого харчування як пробіотичний збагачувач ферментованих і неферментованих харчових продуктів. Даний штам має помірну толерантність до кисню, що створює можливість розвитку у коров'ячому молоці, хоча згідно зі специфікаціями виробника штам повільно розвивається у молоці. Виробником рекомендується вводити закваску у рецептуру продукту з розрахунку КУО (колонієутворювальні одиниці), близького до бажаного у готовому продукті. Однак наші дослідження показали можливість виготовлення ферментованих молочних продуктів на цій монокультурі з підвищенням кількості життєздатних КУО в готовому продукті на порядок [4].

Штам *Bifidobacterium longum* VKPM S-1514, виділений спеціалістами Технологічного інституту молока та м'яса УААН, депонований у Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАНУ, призначений для використання як у складі бактеріальних концентратів, так і для безпосереднього ферментування і виробництва кисломолочних продуктів. Штам характеризується помірною стійкістю до кисню.

Біфідобактерії нині є одним з найбільш використовуваних та рекомендованих пробіотиків. Але натомість вони досить рідко використовуються як єдина заквашувальна культура або основний її інгредієнт. Більша частина виділених штамів, які визнані пробіотиками, проявляють низьку ферментувальну активність у молоці. Це пояснюється впливом ряду чинників, зокрема незначною кількістю доступних джерел азоту. Ряд досліджень вказують на недостатню кількість вільних амінокислот та низькомолекулярних поліпептидів у молоці для розвитку біфідобактерій [5, 6, 7].

Штами біфідобактерій характеризуються різною стійкістю до високої кислотності та агресивного впливу жовчних кислот. Ці чинники слід обов'язково враховувати при доборі пробіотичних штамів. Найбільш стійкими на даний час вважаються *B. longum, B. pseudolongum* та *B. animalis*. Наприклад, *B. longum* може існувати навіть з концентрації жовчних кислот 4 %. Саме тому їх найчастіше вводять до складу рецептури ферментованих еубіотичних молочних продуктів. Крім того, надходження біфідобактерій до організму аліментарним шляхом у складі ферментованих молочних напоїв позитивно впливає на виживання клітин під дією висококислотного шлункового соку. У складі кисломолочних напоїв біфідобактерії певний час адаптуються до кислого середовища за відносно неагресивного значення pH (4,5-5,5). Така адаптація може збільшити число життєздатних колонієутворювальних одиниць після дії шлункового соку у 100 разів. Адаптивність біфідобактерій пов'язана з підвищеним синтезом гідрофобного фактора на поверхні клітинної стінки. Висока стійкість та адаптивність названих видів біфідобактерій обумовила наш вибір щодо заквашувальних культур для виробництва ферментованих синбіотичних молочних напоїв.

Біфідобактерії не досить широко використовуються у виробництві молочних продуктів. Це пов'язано з фізико-хімічними властивостями молока та його складом. Казеїн, основний білок коров'ячого молока, є малодоступним джерелом азоту для біфідобактерій. Розповсюдженим способом їх стимулювання при одноосібному культивуванні у молоці є додавання дріжджових екстрактів або гідролізатів молочних білків у молоко під час ферментації. Іншим шляхом є спільне культивування з активними протеолітами, зокрема бактеріями *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* [8].

Крім того, біфідобактерії характеризуються вираженою потребою у різноманітних чинниках росту. Зокрема, більшість штамів, виділених з фецес людини, проявляють вимогливість щодо вмісту у субстраті тіаміну, піридоксину, фолієвої кислоти, ціанкобаламіну, нікотинової кислоти. Крім того, для росту вони потребують магнію, марганцю, заліза. При цьому потреба у різних формах останнього залежить від pH середовища. У кислому середовищі переважно використовується двовалентне залізо, у нейтральному – тривалентне. Також виявлена залежність інтенсивності розвитку біфідобактерій від наявності у середовищі N-ацетилглюкозаміну. При цьому чутливість до цього чинника найбільш виражена у *Bifidobacterium bifidum*. При цьому вирізняють чутливі і нечутливі до цього чинника штами. *Bifidobacterium longum*

чутливі до так званого термолабільного біфідогенного чинника BL, який за припущенням відноситься до поліпептидів. Обидва вищезазначені види чутливі до наявності у середовищі сірковмісних залишків к-казеїну. Цим пояснюється стимулююча активність гідролізату казеїну на ріст біфідобактерій [9, 10, 11].

Біфідобактерії також чутливі і до вмісту ряду речовин рослинного походження, деякі з котрих використовуються як пребіотики. Найбільшого розповсюдження набули олігосахариди, зокрема фруктоолігосахариди. Пребіотики-полісахариди та олігосахариди активізують життєдіяльність мікроорганізмів, слугуючи останнім джерелом енергії. Їх перевагою є те, що вони практично не розщеплюються ферментами травного каналу людини і тому надходять до товстої кишки, основного резервуара кишкової мікрофлори, у значній кількості. Ці речовини найактивніше ферментуються молочнокислими бактеріями та біфідобактеріями, таким чином забезпечуючи їм конкурентну перевагу відносно інших складових мікробіоценозу кишечнику. Разом з лактулозою вони є основними пребіотиками. Пребіотична активність фруктоолігосахаридів залежить від ступеня полімеризації полісахаридного ланцюга.

Природним джерелом фруктоолігосахаридів є ряд рослин, з яких в Україні промислове значення мають лише топінамбур *Helianthus tuberosus* та кореневий цикорій *Cichorium intybus*. Вміст інуліну у вітчизняних сортах кореневого цикорію Уманський 90, Уманський 95, Уманський 96, Уманський 97, Уманський 99 сягає (13-16) %. Екстрагування теплою водою дозволяє вилучити практично всі розчинні та умовно розчинні вуглеводи з цикорію. Вміст суми інуліну та фруктоолігосахаридів в екстракті становить (17-18) % [12].

Як вже було відзначено вище, молоко є не самим сприятливим середовищем для розвитку біфідобактерій. Основними гальмівними чинниками є недостатня кількість органічних сполук-джерел азоту, наявність кисню і як наслідок високий окисно-відновний потенціал. Крім того, склад молока може змінюватись у значних межах щодо вмісту означених вище біфідогенних факторів, мікроелементного складу. Сукупний вплив цих чинників позначається на гальмуванні росту біфідобактерій, зміні морфологічних та культуральних властивостей (переважання паличкоподібних форм над розгалуженими, збільшення розміру клітин, неповне відділення клітин при поділі, утворення колоній неспецифічної форми), подовженні терміну ферментації молока. Нами було проведено ферментацію молока за температури 37 ºС. Утворення згустку спостерігалось у різний час для різних штамів. Найшвидше (впродовж 6-7 год) згусток утворився при ферментуванні молока культурою МК-1. При ферментуванні культурою МК-2 згусток утворився впродовж 9-10 год. Двокомпонентна культура з названих штамів викликала утворення згустку впродовж 8-9 год. При цьому згусток, утворений МК-1, характеризувався нерівномірністю, дряблістю, інтенсивним відділенням сироватки. Додавання екстракту цикорію дозволило прискорити процес утворення згустку на (15-20) % та зменшити відділення сироватки.

Особливостями амінокислотного складу ферментованих молочних продуктів є накопичення підвищеної кількості тих амінокислот, котрі помірно або зовсім не використовуються у метаболізмі мікроорганізмів заквашувальних культур. Зокрема, у кисломолочних напоях спостерігається посилене накопичення глутамінової кислоти, проліну, у меншій мірі аланіну та серіну. Біфідобактерії характеризуються здатністю використовувати як джерело азоту неорганічні сполуки, наприклад солі амонію. Ряд біфідобактерій (*B. suis, B. magnum, B. choerinum, B. cuniculi*) розвиваються лише за наявності азоту у складі органічних сполук. Решта відомих видів біфідобактерій у присутності азоту органічних сполук посилюють продукування амінокислот. Так, *B. bifidum* накопичує підвищену кількість аланіну, валіну, аспарагінової кислоти у присутності пептидів та вільних амінокислот у субстраті. Ключова роль в обміні амінокислот у біфідобактерій належить ферментам глутамінсинтетазі та глутаматдегідрогеназі.

Проведена нами оцінка амінокислотного складу ферментованих біфідовмісних молочних напоїв з додаванням екстракту цикорію та без нього показали істотний вплив пребіотичного компоненту та видового складу заквашувальних культур на кількісний і видовий склад амінокислот готового продукту (табл. 1). В цілому при додаванні екстракту цикорію спостерігалась подібна динаміка у збільшенні кількості незамінних на замінних амінокислот. Це пояснюється тим, що олігофруктози не впливають на окремі ферментні системи біфідобактерій, а слугують додатковим енергетичним джерелом для них, таким чином зумовлюючи загальну активізацію метаболізму. Кількість утворених амінокислот збільшилась на (25-27) %. Водночас спостерігалось зменшення вмісту загального білка, що пояснюється посиленням протеолітичної активності біфідобактерій та прискореним засвоєнням інших азотистих сполук молока.

Слід відзначити підвищену активність штаму МК-2 в утворенні амінокислот порівняно зі штамом МК-1. Подібна тенденція збереглась і у змішаній культурі. Штам МК-1 характеризується прискореним енергетичним метаболізмом, перетворенням вуглеводів, накопиченням кислот. Натомість азотний обмін у нього повільніший, ніж у МК-2. Штам МК-2 характеризувався також підвищеним синтезом окремих амінокислот – аланіну, аргініну, аспарагінової кислоти, гістидину. Особливо виражена різниця між штамами в утворенні глутамінової кислоти та проліну – близько 580 % та 340 % відповідно. Змішана культу-

ра показала ще істотніше збільшення – близько 620 % та 350 % відповідно, що свідчить про синергетичний вплив штамів при спільному культивуванні.

Натомість вплив видового складу закваски на профіль незамінних амінокислот менш виражений. Так, спостерігається лише відносно активніше утворення штамом МК-2 метіоніну та валіну. Водночас кількість лізину навіть менша, ніж у напоях, ферментованих МК-1. Також динаміка залишається і у напоях, ферментованих змішаною культурою.

Таблиця 1 – Амінокислотний склад ферментованих біфдіобактеріями молочних синбіотичних напоїв, мг/100 г (M±m, n=5)

Амінокислоти	МК-1		% збільшення	МК-2		% збільшення	МК-1+МК-2		% збільшення
	без екстракту цикорію	з екстрактом цикорію		без екстракту цикорію	з екстрактом цикорію		без екстракту цикорію	з екстрактом цикорію	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Треонін	648±5,2	832±6,2	28	701±5,3	909±7,8	30	632±6,1	772±7,8	22
Валін	227±4,3	311±4,7	37	641±6,1	855±8,8	33	569±5,4	693±7,2	22
Метіонін	71±0,2	88±0,3	27	128±0,6	178±1,3	39	92±1,9	121±1,1	32
Ізолейцин	274±1,9	347±3,1	27	397±3,4	531±5,9	34	369±4,9	493±5,5	33
Лейцин	1445±21,3	1867±22,5	29	1744±28,1	2290±34,2	31	1710±22,4	2301±34,5	35
Лізин	1031±15,4	1270±24,9	23	971±7,2	1202±9,1	24	1014±15,7	1190±18,9	17
Фенілаланін	1013±19,1	1270±25,7	25	1388±22,4	1551±25,6	12	1194±19,4	1321±22,1	11
Триптофан	сл.	сл.		сл.	сл.		сл.	сл.	
Сума незамінних амінокислот	4709	5985	27	5970	7516	26	5580	6891	23
Аланін	173±6,2	213±7,8	23	895±11,1	1170±18,6	31	787±7,1	1036±11,2	32
Аргінін	446±7,1	540±8,3	21	774±7,7	1015±16,8	31	307±4,2	364±8,9	18
Аспарагінова кислота	191±5,1	248±6,3	30	482±11,3	611±9,3	27	464±6,5	643±10,2	39
Гістидин	251±5,4	345±5,9	38	650±6,7	856±14,1	32	565±6,1	721±10,1	28
Гліцин	193±7,3	259±8,8	34	313±9,3	398±12,1	27	322±4,8	440±7,2	37
Глутамінова кислота	300±9,2	355±10,2	18	1745±29,9	2241±33,3	28	1855±28,1	2311±39,1	25
Пролін	323±9,2	400±10,2	24	1105±21,4	1378±21,1	25	1140±19,8	1390±25,7	22
Серін	343±9,3	469±12,1	37	371±10,2	433±5,7	17	401±4,8	548±5,3	37
Тирозин	1830±22,5	2345±26,8	28	1995±31,5	2316±39,1	16	1953±29,3	2604±45,1	33
Цистин	сл.	сл.		сл.	сл.		сл.	сл.	
Сума замінних амінокислот	4050	5174	28	8330	10418	25	7794	10057	29
Загальна сума амінокислот	8759	11159	27	14300	17934	25	13374	16948	27
Загальний вміст білка, %	3,03±0,002	2,96±0,003		2,99±0,002	2,91±0,002		2,93±0,001	2,89±0,001	

Отримані результати корелюють з дослідженнями органолептичних властивостей готових кисломолочних напоїв. Як відомо, вільні амінокислоти мають істотний вплив на формування смаку та запаху кисломолочних продуктів. Вони беруть активну участь у реакції меланоїдиноутворення, сірковмісні амінокислоти посилюють специфічний смак та запах ферментованих молочних продуктів. Напої, утворені внаслідок ферментації молока штамом МК-1, характеризувались більш вираженим кислим та простим смаком і ароматом. Натомість напої, отримані внаслідок життєдіяльності МК-2 та змішаної культури характеризувались збалансованим гармонійним смаком і ароматом, притаманним кисломолочним напоям.

Висновки

Результати досліджень свідчать про значний вплив пребіотичних компонентів-фруктоолоїгосахаридів на інтенсивність азотного обміну біфідобактерій та утворення амінокислот. Стимулюючий вплив не має вибіркового характеру. В середньому застосована кількість пребіотичного компонента збільшила продукування амінокислот на (25-30) %.

Видовий склад заквашувальних культур істотно впливає на амінокислотний профіль кисломолочних синбіотичних напоїв. Спостерігається посилення продукування замінних амінокислот, зокрема глутамінової кислоти та проліну. Кількість утворених незамінних амінокислот змінюється мало. Отримані результати дозволяють зробити висновок, що застосування досліджених штамів менше впливає на біологічну цінність напоїв, але істотно змінює органолептичні властивості продукції.

Література

1. МВК 10.10.2.2.-119-2005 Визначення кількості біфідобактерій у кисломолочних продуктах. Методичні вказівки.
2. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Готування досліджуваних проб, вихідної суспензії та десятикратних розведень для мікробіологічного досліджування. Частина 1. Загальні правила готування вихідної суспензії та десятикратних розведень (ISO 6887-1:1999, IDT) : ДСТУ ISO 6887-1:2003. – [Чинний від 1.10.2004]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с. (Національні стандарти України).
3. Молоко і молочні продукти. Визначення кількості мікроорганізмів. Метод підраховування колоній за температури 30 °С (IDF 100B:1991) ДСТУ IDF 100B:2003. – [Чинний від 1.01.2005]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с. (Національні стандарти України).
4. Голуб Б.О. Пребіотична активність природних джерел полісахаридів / Голуб Б.О., Даниленко С.Г., Рудавська Г.Б. // Товари і ринки. – 2009. – № 1. – С. 21-27.
5. Gomes A.M.P. Growth enhancement of *Bifidobacterium lactis* Bo and *Lactobacillus acidophilus* Ki by milk hydrolysates / Gomes A.M.P., Malcata F.X., Klaver F.A.M., // Journal of Dairy Science. – 1998. – № 81. – С. 2817–2825/
6. Klaver F.A.M. Growth and survival of bidobacteria in milk / Klaver F.A.M., Kingma F., Weerkamp A.H. // Netherlands Milk Dairy Journal. – 1993. – № 47. – С. 151–164.
7. Heller K.J. Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms / Heller K.J. // American Journal of Clinical Nutrition. – 2001. – № 73. – С. 374–S379.
8. Viability and Diversity of Probiotic Lactobacillus and Bifidobacterium Populations Included in Commercial Fermented Milk / Miguel Gueimonde, Susana Delgado, Baltasar Mayo [та ін.] // Food Research International. – 2004. – № 37 (9). – С. 839-850.
9. Modler H.W Bifidobacteria and bifidogenic factors / Modler H.W., McKellar R.C., Yaguchi M. // Canadian Institute of Food Science and Technology Journal. – 1990. – №23 (1). – С. 29–41.
10. Petschow B.W. Growth promotion of Bifidobacterium species by whey and casein fractions from human and bovine milk / Petschow B.W., Talbott R.D. // Journal of Clinical Microbiology. – 1990. – №28. – С. 287–292.
11. Poch M. Growth-enhancing supplements for various species of the genus Bifidobacterium / Poch M., Bezkorovainy A. // Journal of Dairy Science. – 1988 – №71. – С. 3214–3221.
12. Гументик Н.Я. Підвищення продуктивності цикорію та зменшення втрат коренеплодів при збиранні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / М.Я. Гументик. – Київ, 2004. – 20, [1] с.

УДК 664.78:613.3

ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРЕН ВІВСА, ПРОСА ТА ЛЬОНУ В ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ХАРЧОВОЇ КОМПОЗИЦІЇ ДЛЯ СМУЗІ РАДІОЗАХИСНОЇ ДІЇ

Пересічний М.І., д-р. техн. наук, професор, Неіленко С.М., аспірант
Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ

Розроблено основи для смузі з використанням вівса, проса, льону. Досліджено їх хімічний склад та органолептичну оцінку. Розроблено харчові композиції для смузі радіозахисного призначення.

Bases for smoothies of radioprotective action using oats, flax and millet are developed. Chemical composition and organoleptic value are investigated. Developed compositions for smoothies of radioprotective action.

Ключові слова: смузі, технологія, овес, просо, льон.

Тенденція до оздоровчого харчування спричинила розвиток технології продуктів функціонального призначення, що підвищують опірність організму до негативних факторів навколишнього середовища. Раціон радіозахисного харчування має містити необхідну кількість природних біологічно активних речовин: амінокислоти (лейцин, фенілаланін, ізолейцин, метіонін, триптофан та ін.), поліненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова, арахідонова кислоти тощо), полісахариди (пектинові речовини, альгінати, меламін, лігнін, камеді тощо), мінеральні речовини (кальцій, калій, селен, магній, барій тощо), вітаміни А, Е, С та групи В. Дослідженню даної проблеми присвячено наукові роботи В.Н Корзуна., М.Ф. Кравченка , В.Ю. Міцика, Л.А. Осипової, Л.В. Капрельянця, М.І. Пересічного, Н.В. Притульської, L.H. Rottmann, Carpenter A.R. та ін., які підтверджують, що проблема боротьби з радіоактивним забрудненням не вирішена [1-4].

Відомий механізм вибіркового поглинання: при відсутності будь-якого елементу організм поглинає найбільш доступний елемент з тієї самої групи. Так, кальцій заміщує стронцій у кістках, калій – цезій у м'язах, а стабільний йод – радіоактивний йод у щитовидній залозі. Харчові волокна виводять радіоактивні елементи шляхом створення нерозчинних комплексів з ними [5].

Смузі – холодний десерт у вигляді змішаних у блендері ягід або фруктів (зазвичай одного виду) з додаванням соку або молока. В якості ягід або фруктів зазвичай використовується малина, брусниця, полуниця або вишня. Смузі використовуються в оздоровчому харчуванні.

У зв'язку з цим актуальною проблемою харчових виробництв є розроблення новітніх технологій харчової композиції для смузі з використанням дієтичних добавок з високими функціонально-технологічними і біологічними властивостями: квіткового пилку, порошку ламінарії, лактату кальцію Е327.

Метою дослідження є розроблення новітніх технологій харчової композиції для смузі, що сприятимуть підвищенню стійкості організму до впливу негативних факторів навколишнього середовища.

Об'єкт дослідження – технологія харчової композиції для смузі.

Предмет дослідження – харчова композиція для смузі з вівса, проса та льону.

Овес – рід рослин з родини Злакових (Gramineae). Містить харчові волокна, білки, жири, мінеральні солі та вітаміни. Використовується в народній медицині при безсонні, розумовому та нервовому перевантаженнях і фізичній втомі. Неочищений овес використовується як протидіабетичний, потогінний, сечогінний і жарознижувальний засіб. Овес містить також β-глюкан – антиоксидант, що зменшує загальну кількість холестерину і ліпопротеїдів у крові людини. Дослідження показують, що при регулярному споживанні продуктів, приготованих з неочищених зерен вівса, зниження холестерину становить 18 % [6].

Просо – одна з круп'яних культур. За вмістом білка пшоно перевершує рис і ячмінь, а за вмістом жиру поступається тільки льону і вівсу. Білки пшона включають незамінні амінокислоти – треонін, валін, лейцин, лізин, гістидин, а також жирні кислоти, мікроелементи, ферменти. Вітамінів групи В у ньому більше, ніж у зернах всіх інших злакових культур, фолієвої кислоти вдвічі більше, ніж у пшениці і кукурудзі. Фосфору в 1,5 рази більше, ніж у м'ясі. Пшоно містить цинк, йод, калій, натрій, магній і бром.

Просо є прекрасним засобом від закрепів. Воно виводить з організму залишкові антитіла та продукти їх розкладу. Страви з проса корисні при атеросклерозі, цукровому діабеті і захворюваннях печінки в зв'язку з їх ліпотропною дією [7; 8].

Льон використовується в раціонах харчування як джерело білка, мононенасичених жирних кислот, клітковини, мінеральних речовин з метою забезпечення оптимальних умов функціонування органів травлення, серцево-судинної системи. Сьогодні фітотерапевти й медики традиційної медицини рекомендують застосовувати насіння льону, а також олію з насіння у харчуванні хворих з порушенням жирового обміну, з атеросклерозом, ішемічною хворобою серця, мозку, гіпертонічною хворобою, цукровим діабетом, при цирозі печінки, гепатиті, жировій дистрофії печінки.

Клінічними дослідженнями встановлено, що вживання ненасичених жирних кислот льону знижує вміст холестерину й підвищує концентрацію фосфоліпідів у крові. Крім того, рослинні олії й жирні кислоти мають послаблювальну й жовчогінну дію. Поєднання цих двох факторів – збільшення жовчовиділення, прискорене просування харчової маси й посилене зв'язування холестерину в кишечнику жирними кислотами – створює оптимальні умови для виведення з організму холестерину [9; 10].

Розроблено технологію харчової композиції для смузі радіозахисної дії з вівса, проса та льону: зерно з оболонкою подрібнюють до грубого помелу та відварюють при τ=60–70 °С протягом $t=1{,}8*10^3$с. Охо-

лоджують та перемішують з квітковим пилком, лактатом кальцію Е327 та гідратованим порошком ламінарії. Використовують як харчову композицію для приготування смузі.

Для приготування смузі харчову композицію перемішують з подрібненими фруктами (2:1), додають води (1:1) і проварюють τ=60–70 °С, t=300 с (рис. 1).

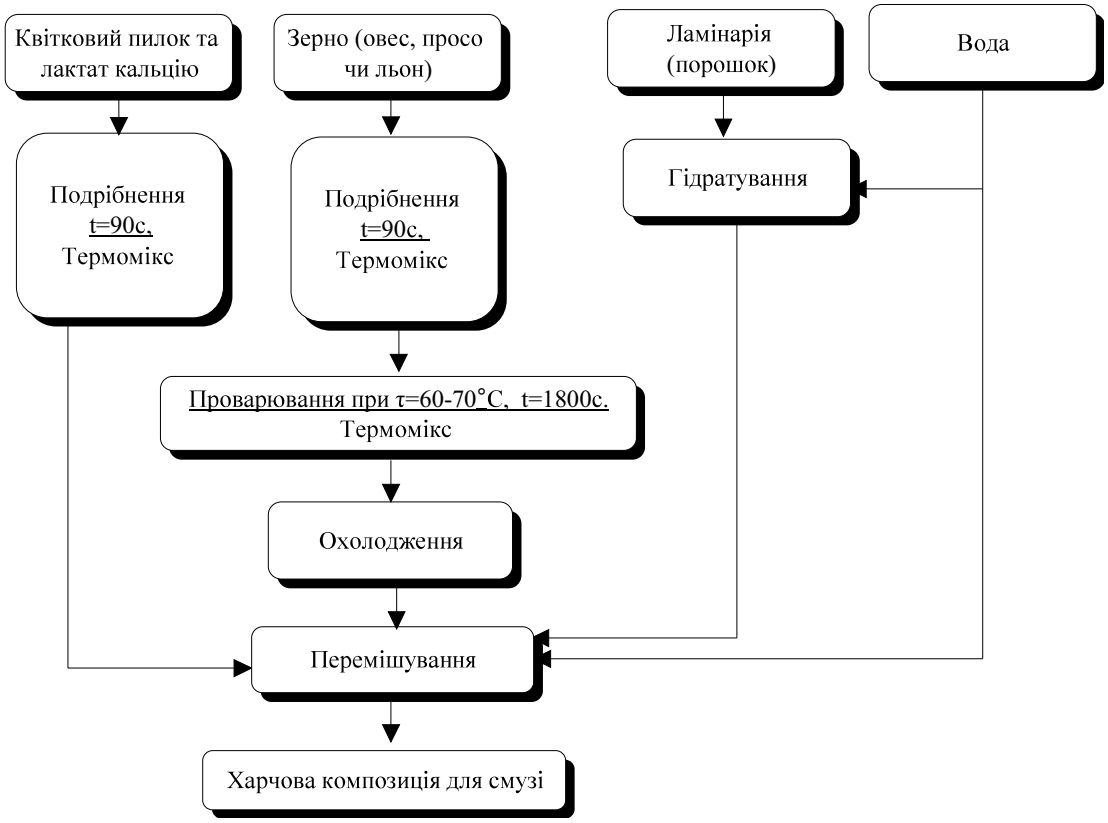


Рис. 1 – Технологічна схема приготування харчової композиції для смузі

Досліджено хімічний склад харчової композиції для смузі (табл. 1).

Аналіз хімічного складу харчової композиції для смузі свідчить про значний вміст харчових волокон, кальцію, калію, йоду, селену, вітамінів А, Е, B_1, B_2.

Таблиця 1 – Хімічний склад харчової композиції для смузі

Речовини хімічного складу	Харчова композиція для смузі з вівса		Харчова композиція для смузі з проса		Харчова композиція для смузі з льону	
	вміст	добова потреба, %	вміст	добова потреба, %	вміст	добова потреба, %
Білок, г	9,76	9,76	10,65	10,65	10,28	10,28
Жири, г	2,87	2,87	2,27	2,27	16,76	16,76
Харчові волокна, г	7,52	25,07	8,32	27,73	13,60	45,33
Ca, мг	271,48	22,62	261,48	21,79	374,00	31,17
K, мг	264,44	10,58	324,44	12,98	404,40	16,18
J, мг	652,40	434,93	652,40	434,93	648,00	432,00
Se, мг	11,67	23,34	11,67	23,34	6,90	13,80
Вітаміни:						
A, мг	1,37	137,00	1,17	137,00	1,36	136,00
E, мг	11,49	95,75	10,49	87,42	10,26	85,50

Продовження таблиці 1

Речовини хімічного складу	Харчова композиція для смузі з вівса		Харчова композиція для смузі з проса		Харчова композиція для смузі з льону	
	вміст	добова потреба, %	вміст	добова потреба, %	вміст	добова потреба, %
B_1, мг	0,35	21,88	0,24	15,00	0,77	48,13
B_2, мг	1,18	59,00	1,26	63,00	1,20	60,00
B_9, мкг	32,19	8,05	21,27	5,32	8,00	2,00
Біофлавоноїди, мг	3,60	7,20	3,78	7,56	3,60	7,20

Висновки

1. Резюмуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що розроблені харчові композиції для смузі містять кальцій, калій, йод, харчові волокна, за рахунок чого мають радіозахисну дію.

2. Розроблені смузі – нові продукти з поліпшеними смаковими властивостями, підвищеною харчовою цінністю та радіозахисною дією.

3. Соціальний ефект від впровадження розробленого продукту полягає у забезпеченні населення України кулінарною продукцією радіозахисної дії.

Література

1. Пересічний М. І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2008. – 718 с.
2. Осипова, Л.А. Функциональные напитки: моногр. / Л.А.Осипова, Л.В. Капрельянц, О.Г. Бурдо. – Одесса : Друк, 2007. – 288 с.
3. Carpenter A.R. Healthy Eating Every Day / Ann Ruth Carpenter; Finley E. Carrie. – s.l. –Human Kinetics Publishers, 2005. – 247p.
4. Rottmann L.H. On the Use of Oats in the Gluten-Free Diet / L.H. Rottmann. – s.l. – Celiac Sprue Association, 2006. – 417 p.
5. Шеннон С. Питание в атомном веке: Как уберечь себя от малых доз радиации / Пер. с англ.– Мн.: Беларусь, 1991.– 302 с.
6. Janatuinen E.K. No harm from five year ingestion of oats in celiac disease / E.K. Janatuinen, T.A. Kemppainen, R. J. K. Julkunen, V-M. Kosma, M. Mäki, M. Heikkinen and M.I. Uusitupa // An international journal of gastroenterology and hepatology. – 2002. – № 50. – P. 332-335.
7. Витамины, минералы и травы для вашего здоровья / Пер. с англ. – Испания : Ридерз Дайджест, 2006. – 415 с.
8. Railey K. How to Improve Fading Memory and Thinking Skills with Nutrition / Karen Railey. – New York. – Greenwood Publishing Group, 2003. –260 p.
9. Flaxseed and Flaxseed Oils for Omega-3 Fatty Acids. – режим доступу. : http://www.westonaprice.org/Flaxseed-and-Flaxseed-Oils-for-Omega-3-Fatty-Acids.html.
10. Thompson L.U. Dietary flaxseed alters tumor biological markers in postmenopausal breast cancer / L.U. Thompson, J.M. Chen, T. Li, K. Strasser-Weippl, P.E. Goss // Clinical cancer research. – 2005. – № 10. – P. 28-35.

УДК 637.3:639.64

ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА МАСЛЯНО-ФРУКТОВИХ КОКТЕЙЛІВ ОЗДОРОВЧОГО СПРЯМУВАННЯ

Рудавська М.В., асистент, Павлишин М.Л., канд. техн. наук, доцент, Маланій О.І., студентка
Львівський інститут економіки і туризму, м. Львів

На базі НЛВКХ ГС кафе «Мандрівник» Львівського інституту економіки і туризму виготовлено дослідні партії коктейлів оздоровчого спрямування з включенням природних збагачувачів. Їх виробництво здійснювалося відповідно до розроблених і затверджених у встановленому порядку технологічних інструкцій і рецептур.

On a base NLVKKH GS cafe «Traveler» of the Lviv institute of economy and tourism experimental parties of cocktails of health direction are made with including of natural preparators. Their production was carried out in accordance with the technological instructions and compounding developed and ratified in the set order.

Ключові слова: коктейлі оздоровчого спрямування, маслянка, добавки, біологічно активні речовини.

Молочні коктейлі характеризуються високою харчовою цінністю. Вони містять всі поживні й біологічно активні речовини молочних продуктів і внесених добавок. Тому, асортимент коктейлів різноманітний. На даний час налічуються десятки видів молока, кисломолочних напоїв, сухих і згущених молочних консервів та інших молочних продуктів, на основі яких можна виготовити молочні коктейлі. Проте, не достатньо напоїв, приготовлених з додаванням нетрадиційної сировини та які би мали оздоровче спрямування [1]. Дефіцит мікроелементів у харчуванні людини є глобальною проблемою, яка очікує вирішення на державному рівні. Для ефективної корекції необхідно використовувати такі дієтичні добавки, в яких мінеральні речовини знаходяться в легкодоступній для засвоєння організмом людини формі. До числа таких добавок відноситься дієтична вітчизняна добавка «Ламідан», яку виготовляють із морських водоростей [2].

Метою дослідження є визначення оптимальної кількості внесених рецептурних компонентів для приготування коктейлів оздоровчого спрямування та дослідження їх впливу на органолептичні показники якості напоїв.

На базі НЛВКХ ГС кафе «Мандрівник» Львівського інституту економіки і туризму розроблено технології й рецептури нових коктейлів оздоровчого спрямування [3,4]. Технологія виробництва масляно-фруктових коктейлів оздоровчого спрямування – Біла хмаринка, Мар'янка, Сонечко, Осіння фантазія – передбачає одержання напоїв з підвищеною біологічною та поліпшеними поживними властивостями. При виробництві цих напоїв доцільно провести ретельний відбір натуральних харчових добавок.

Коктейлі Біла хмаринка, Осіння фантазія, Мар'янка, Сонечко готують на основі солодкої маслянки Карпатська, класична ТМ «Галичина» із включенням природних добавок (збагачувачів).

Коктейль Біла хмаринка – це масляно-яблучний напій з морозивом, є контрольним зразком. Включає 100,0 мл маслянки, 24,5 г морозива «Люкс» ТМ «Рудь», містить стабілізатори: Е 410 (камедь рожкового дерева), Е 412 (гуарова камедь), Е 466 (карбоксилметилцелюлоза), Е 471 (моно- та дигліцериди жирних кислот), 30 мл яблучного соку з м'якоттю.

Коктейль Мар'янка – це масляно-яблучний напій з ламіданом та іргою; містить 100,0 мл маслянки, 30 мл яблучного соку з м'якоттю, 1 мл ламідану і 10 мл натурального барвника «Ірга».

Коктейль Сонечко – це масляно-гарбузовий напій з ламіданом та іргою**;** містить 100,0 мл маслянки, 30,0 г гарбузового пюре, 1 мл ламідану і 10 мл натурального барвника «Ірга».

Коктейль Осіння фантазія – це масляно-яблучний напій з гарбузовим пюре, ламіданом та іргою; містить 100,0 мл маслянки, 15 мл яблучного соку з м'якоттю, 15,0 г гарбузового пюре, 1 мл ламідану і 10 мл натурального барвника «Ірга».

Залежно від рецептури коктейлю попередньо готують сировину. Натуральний барвник «Ірга» готується шляхом ретельного подрібнення 15 г ягід ірги (свіжих або мороженних), заливають 100 мл води за температури 98-100 ºС, уварюють протягом 1-2 хв. Для стабілізації кольору додають декілька кристалів лимонної кислоти або крапель лимонного соку. Барвник ретельно охолоджують до температури 2-3 ºС.

Ламідан є чудовим стабілізатором консистенції напою, а також БАД. Порошок ламідан у коктейлі додають в розрахунку вмісту 70 мкг йоду на 1 порцію (для задоволення добової потреби організму людини в йоді). Ламідан 1 г розводять у 100 мл теплої води, доводять до кипіння. Розчин ламідану ретельно охолоджують до температури 2-3 ºС.

Іншу сировину також охолоджують протягом 2-3 годин у холодильній камері. Чим краще охолоджена сировина, тим вища висота та більший час стійкості піни, а також більший вихід готового напою.

Для виготовлення напоїв основні компоненти змішують у коктельниці. Спочатку в посудину наливають маслянку, потім додають сік яблучний, пюре гарбузове. Ретельно все перемішують. Під кінець до коктейлю вносять морозиво, доливають натуральний барвник «Ірга» й ламідан. Всі компоненти перемішують і збивають універсальним комбайном протягом 90-120 с. Коктейлі розливають у склянки. Температура готових напоїв повинна бути 5-8 ºС. Вихід готового напою від 450 до 500 мл (дві порції).

Нами проведено дегустацію цих напоїв за 5-ти баловою шкалою (табл. 1). Для дослідження органолептичних показників якості молочних коктейлів використано баловий метод сенсорного аналізу. Зовнішній вигляд та консистенція, колір, аромат і смак молочних коктейлів оцінювали за 5-ти баловою шкалою.

У зв'язку з тим, що значення окремих показників якості в сенсорному аналізі різні, для більшої їх об'єктивності нами застосовано метод ранжування. Цей метод передбачає застосування коефіцієнтів вагомості (k) для показника якості в загальній системі. Так, для кольору k=0,1, зовнішнього вигляду й консистенції – k=0,2, аромату – k=0,3, смаку k = 0,4

Таблиця 1 – Дегустаційна шкала оцінки якості коктейлів за 5-ти баловою системою

Оцінка, бали	Показники			
	Колір	**Зовнішній вигляд та консистенція**	**Смак**	**Аромат**
	Коефіцієнти вагомості			
	0,1	**0,2**	**0,4**	**0,3**
5 (відмінно)	Дуже привабливий, властивий сировині	Однорідна спінена маса (піна – 100 %)	Приємний, гармонійний, властивий молочній сировині і наповнювачу	Дуже приємний
4 (добре)	Привабливий, властивий сировині	Однорідна, достатньо спінена маса (піна 75 %)	Добрий, властивий молочній сировині і наповнювачу	Приємний
3 (задовільно)	Середньої привабливості, слабо виражений	Однорідна маса середнього спінення (піна 50 %)	Задовільний, без стороннього присмаку	Задовільний, ледь відчутний
2 (незадовільно)	Мало привабливий	Не однорідна, не достатньо вспінена маса (піна < 50 %)	Невиражений	Нейтральний
1 (дуже погано)	Неприємний, брудний, невластивий сировині	Не однорідна маса, відсутність спінювання	Невластивий, неприємний	Невластивий, неприємний з стороннім присмаком

Зведені результати дегустаційної оцінки якості молочних коктейлів зазначено в табл. 2.

Таблиця 2 – Органолептична оцінка якості коктейлів оздоровчого спрямування, бали

Коктейлі	Показники якості					
	Колір	**Зовнішній вид та консистенція**	**Смак**	**Аромат**	**Загальна оцінка**	**Середній бал**
Масляно - яблучний з морозивом (контроль)	**3,88**	**4,0**	**4,63**	**4,15**	**16,67**	**4,17**
Масляно-яблучний з іргою та ламіданом	3,5	3,38	3,5	3,75	14,15	3,54
Масляно-яблучний з гарбузовим пюре, ламіданом та іргою	4,5	4,38	4,0	3,75	16,63	4,16
Масляно-гарбузовий з ламіданом та іргою	4,38	4,80	4,5	4,0	17,69	4,42

Висновки

Результати досліджень показали, що внесені добавки в цілому поліпшують органолептичні показники та збагачують напої необхідним комплексом біологічно активних речовин – повноцінними білками, вітамінами, мінеральними речовинами, у т. ч. йодом тощо. Виробництво коктейлів оздоровчого спрямування має важливий соціальний ефект, оскільки забезпечує організм людини органічно зв'язаним йодом, який добре засвоюється.

Література

1. Рудавська М.В. Про доцільність корекції мінерального складу молочних коктейлів оздоровчого спрямування / Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів: Збірник статей II Всеукраїнської науково-практичної конференції (Львів, 22-23 квітня 2010 р.). – Львів, 2010. – С. 217-219.
2. Рудавська М.В. Молочні коктейлі для профілактичного харчування / М.В. Рудавська, О.М. Ганич, О.В. Лізогуб, В.І. Равіцнський / Довкілля і здоров'я людини: Матер. міжнар. наук.-практ. конф. – Ужгород: УжНУ, 2008. – С. 238-239.
3. ТІ 2-2010. Масляно-фруктові коктейлі оздоровчого спрямування / Технологічна інструкція.
4. Р 2-2010. Масляно-фруктові коктейлі оздоровчого спрямування / Рецептура

УДК 637.33

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОССТАНОВЛЕННОГО МОЛОКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ СПОСОБОМ ТЕРМОКИСЛОТНОЙ КОАГУЛЯЦИИ

Шингарёва Т.И., канд. техн. наук, доцент, Скапцова Н.А., магистрант
УО «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев

Исследованы химические и физико-химические свойства восстановленного обезжиренного молока с массовой долей сухих веществ 8,5-20,5 %. Изучены способы подготовки восстановленного молока, и установлено их влияние на качество готового белкового продукта. Обозначена целесообразность повышения массовой доли сухих веществ в молоке-сырье, а также изучено влияние режимов пастеризации и термокоагуляции на термоустойчивость восстановленного молока и образование пригара на поверхности теплообменного оборудования.

Chemical and physical and chemical properties of the restored skim milk with mass fraction of solids of 8,5-20,5 % are investigated. Stages of preparation of the restored milk are studied, and their influence on quality of ready albuminous product is established. The expediency of increase of mass fraction of solids in milk-raw materials is designated, and also influence of modes of pasteurisation and thermocoagulation on physical and chemical properties of the restored milk and on education of burnt milk formation on surface the equipment is studied.

Ключевые слова: восстановленное молоко, термокислотная коагуляция, белковый продукт, пригар, термоустойчивость

В настоящее время все молочные белковые продукты могут быть разделены в зависимости от способа производства и типа получаемой белковой основы на четыре класса: белковая продукция, полученная на основе кислотной, сычужной, термокислотной и/или термокальциевой коагуляцией. В этой связи интерес вызывает термокислотный способ коагуляции, обеспечивающий получение белкового продукта, отличающегося не только высоким содержанием белка, но и повышенной биологической ценностью за счёт максимального использования сывороточных белков с аминокислотным скором, близким к 100 % [1]. Наряду с натуральным молоком при производстве белковой продукции применяется также восстановленное молоко, что позволяет предприятиям расширять диапазон используемых сырьевых ресурсов и напрямую не зависеть от хозяйств поставщиков сырья. Например, при использовании сухого обезжиренного молока имеется возможность восстанавливать его как до массовой доли сухих веществ, свойствен-

ных натуральному обезжиренному молоку (8-9 %), так и до повышенной массовой доли сухих веществ (15-20 % и более). Использование восстановленного молока с повышенной массовой долей сухих веществ при производстве молочной продукции, и особенно белковых термокислотных продуктов, позволяет увеличить выход продукции с единицы сырья, соответственно снижает при этом затраты на производимую продукцию, способствуя повышению ее конкурентоспособности 2,3. В настоящее время во многих странах восстановленное молоко применяется при производстве широкого диапазона молочных продуктов [4, 5]. Однако, исследований в области применения восстановленного молока при производстве белковых продуктов способом термокислотной коагуляции на сегодняшний день не так много. Поэтому актуальным является изучение свойств и особенностей, возможности и целесообразности использования восстановленного молока при производстве белковых продуктов способом термокислотной коагуляции.

Целью работы явилось исследование возможности применения восстановленного обезжиренного молока (ВсОБМ) при производстве белковых продуктов способом термокислотной коагуляции белков и создание малоотходной ресурсосберегающей технологии производства белковых термокислотных продуктов.

Исходя из цели, были поставлены следующие задачи: исследовать влияние способов подготовки ВсОБМ с варьируемым содержанием сухих веществ на характеристики белкового продукта; изучить влияние режимов пастеризации и термокоагуляции на термоустойчивость ВсОБМ с варьируемым содержанием сухих веществ и образование пригара при его термообработке; разработать ресурсосберегающий способ получения термокислотной белковой массы из ВсОБМ.

Объектом исследования явилось ВсОБМ с содержанием сухих веществ от 8,5 до 20,5 %, среды для восстановления сухого обезжиренного молока: питьевая вода и натуральное обезжиренное молоко, и белковая масса, полученная из ВсОБМ способом термокислотной коагуляции.

Отбор проб, подготовку и проведение испытаний проводили общепринятыми и специальными физическими и химическими методами оценки и анализа свойств сырья и готовой продукции.

Как известно, в классической технологии получения белкового термокислотного продукта (адыгейский сыр и др.) применяются довольно высокие режимы термообработки молока и его термокоагуляции – (93-95) ^{o}C. Это обосновывается тем, что при данных режимах наблюдается наибольший выход продукции и наибольшая степень использования составных частей молока [6]. Однако, проводимые в Могилевском государственном университете продовольствия исследования, доказали целесообразность снижения температур пастеризации и коагуляции молока при получении мягких термокислотных сыров различной жирности, что приводит к снижению затрат ресурсов на производимую продукцию, при это не сказываясь отрицательно на качестве выпускаемого продукта [7, 8].

На **первом этапе** работы исследовалось влияние режимов термообработки ВсОБМ с содержанием сухих веществ в диапазоне 8,5-20,5 %, на его термоустойчивость и пригарообразование. Следует отметить, что проводимые другими авторами исследования с восстановленным молоком, имеющим повышенное содержание сухих веществ, до сих пор не затрагивали вопрос пригара на поверхности теплообменного оборудования, образующегося в процессе пастеризации и термокоагуляции молока при режимах, характерных для термокислотной коагуляции, а соответственно и связанные с этим потери сырья и другие затраты.

При получении белковой массы на основе термокислотной коагуляции белков молока процесс термокислотной коагуляции протекает во времени, и образование пригара на поверхности теплообменного ёмкостного оборудования неизбежно, что естественно в дальнейшем будет отрицательно сказываться на выходе конечного продукта и на работе оборудования. Поэтому предварительно перед разработкой новой технологии белкового термокислотного продукта, явилось целесообразным исследовать процесс пригарообразования ВсОБМ с разными концентрациями сухих веществ (8,5-20,5 %).

Пастеризацию молока проводили в специальной ёмкости из нержавеющей стали объемом 1 литр. Для обеспечения равномерного нагрева молоко перемешивали. По окончании пастеризации ёмкость опорожняли и производили её взвешивание. По разнице массы ёмкости до и после пастеризации определяли количество молочного пригара в пересчете на 100 г пастеризуемого молока.

В работе исследовалось две среды для восстановления сухого молока: вода и обезжиренное молоко.

Предварительно ВсОБМ с различным содержанием сухих веществ было проверено на термоустойчивость, с целью выявления предельно допустимого содержания сухих веществ, позволяющего проводить термообработку молока. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1– Влияние массовой доли сухих веществ и среды для восстановления на термоустойчивость ВсОБМ

Массовая доля сухих веществ, %	Среда для восстановления	
	ОБМ	вода
	группа термоустойчивости по алкогольной пробе	
8,5	1	1
11,5	1	1
14,5	2	2
15,5	3	2
16,0	3	3
20,5	3	3

Как видно из данных таблицы 1, ВсОБМ восстановленное на обезжиренном молоке при концентрации сухих веществ 15,5 % относится к 3 группе термоустойчивости по алкогольной пробе, что в нашем случае является критической точкой. В случае же восстановления сухого обезжиренного молока на воде при концентрации сухих веществ 15,5 % – оно относится ко 2-ой группе термоустойчивости. Исходя из этого, предельной концентрацией сухих веществ в ВсОБМ была принята концентрация 15,5 %, и дальнейшие исследования с более высокими концентрациями сухих веществ не проводились.

Далее в работе изучали процесс пригарообразования при термообработке молока с содержанием сухих веществ 8,5 %, при этом объектом исследования наряду с ВсОБМ восстановленным на воде было натуральное обезжиренное молоко, так как оно уже исходно содержано такой же сухой остаток. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

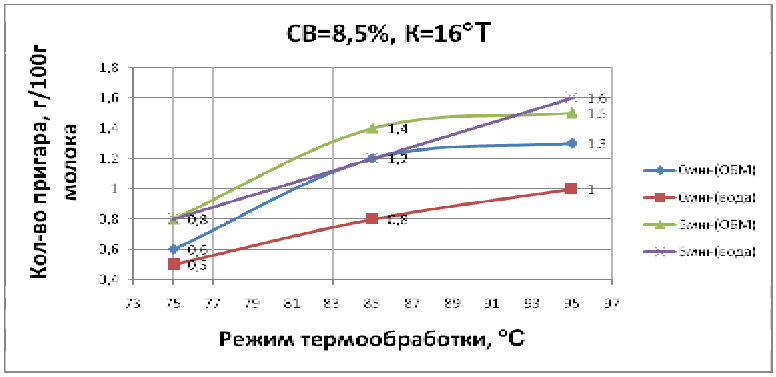


Рис. 1 – Влияние температуры термообработки молока восстановленного с массовой долей сухих веществ 8,5% на интенсивность пригарообразования

Из рисунка 1 следует, что интенсивный прирост пригара в натуральном обезжиренном молоке имеет место в диапазоне температур 75-85 °С. Известно, что на процесс пригарообразования сказывается два фактора – переход из молочной среды нерастворимых менеральных веществ на поверхность теплообменного оборудования и дестабилизация молочных белков под воздействием температурного фактора, приводящего к потере их устойчивости. Причем, наряду с нерастворимыми минеральными солями, доминирующее влияние на процесс пригарообразования оказывают, в первую очередь, растворимые соли кальция, приводящие к дестабилизации мицел казеина, и значительно больше при более низких температурах термообработки [7, 8]. Однако, в связи с достаточно большим защитным гидратационным слоем вокруг мицелл казеина при низких температурах влияние растворимых солей кальция не так существенно на дестабилизацию молочных белков. При повышении температуры термообработки молочной среды (до 85 °С) степень дегидратационного слоя вокруг молочных белков поступательно снижается и возрастает роль дестаблизирующего фактора мицел казеина, в первую очередь обусловленного воздействием на них ионов кальция. В дальнейшем по мере роста температуры интенсифицируется процесс денатурации сыворотчных белков, которые выступают в роли защитного фактора мицелл казеина от его дестабилизации ионами кальция. В результате интенсивность роста пригара при высоких температурах заметно снижается. При этом количество пригара в диапазоне

исследуемых температур с увеличением продолжительности термообработки молочной среды повзрастает прямопропорционально.

При этом в случае восстановления сухого обезжиренного молока на воде, в нижнем диапазоне температур его термообработки образуется меньше пригара, а зависимость между количеством пригара и режимом термообработки практически линейная. При дальнейшем увеличении температуры (до 95 °С) интенсивностть процесса пригарообразования существенно увеличивается, что связано со свойствами ВсОБМ. В исходном сухом обезжиренном молоке молочные белки и минеральные соли предварительно подвергнуты воздействию высоких температур (на стадии сгущения и сушки обезжиренного молока) и образуемые при этом нерастворимые минеральные соли при восстановлении сухого обезжиренного молока переходят в осадок, поэтому минеральные соли на процесс пригарообразования при невысоких температурах теромобработки сказываются меньше, чем для натурального обезжиренного молока. В тоже время, по видимому, влагоудерживающая способность молочных белков, подвергнутых предварительной термообработке значительно ослабевает при увеличении продолжительности воздействия высоких температур термообработки (95 °С, τ 5мин) и процесс дестабилизации мицелл казеина возрастает.

На рисунке 2 представлены результаты исследований для ВсОБМ с концентрацией сухих веществ 15,5 %.

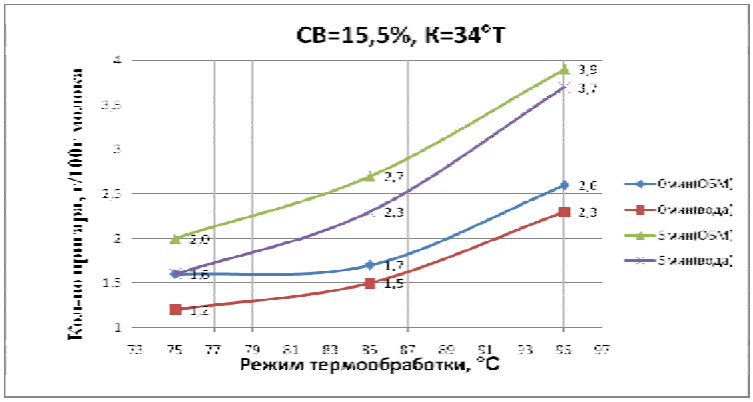


Рис. 2– Влияние температуры термообработки молока восстановленного с массовой долей сухих веществ 15,5 % на интенсивность пригарообразования

Как видно из рисунка 2 для ВсОБМ (сухие вещества 15,5 %) характер протекания процесса образования пригара в исследуемом диапазоне температур имеет одинаковые закономерности для обоих сред восстановления сухого обезжиренного молока.

Сравнение экспериментальных данных (рисунок 1 и 2) показывает, что при термообработке молочной среды с содержанием сухих веществ 8,5 % больший прирост пригара характерен в диапазоне меньших температур термообработки (75-85 °С), причем, по сравнению с натуральным обезжиренным молоком, ВсОБМ образует меньше пригара. Для случая сухих веществ 15,5 % прирост пригара в диапазоне 75-85 °С в течение 5 мин в двое меньше, чем в диапазоне 85-95 °С.

Таим образом, на основании проведенных исследований установлено, что с точки зрения образования пригара при термообработке молочной среды с повышенным содержанием сухих веществ лучшей средой для восстановления сухого обезжиренного молока является вода. Использование высокотемпературных режимов термообработки (90±5) °С для восстановленного обезжиренного молока с повышенной концентрацией сухих веществ, и соответственно кислотностью, способствует интенсивному приросту пригара. При содержании сухих веществ ВсОБМ 15,5 % процесс пригарообразования более интенсивно протекает в диапазоне 85-95 °С. Соответственно является целесообразным снижение температуры пастеризации и термокоагуляции такой молочной среды до 85 °С и ниже, что позволит уменьшить количество образуемого пригара, а соответственно и потери сырья.

Второй этап исследования. К этапам подготовки восстановленного молока к использованию в молочной промышленности относятся: растворение сухого молока и выдерживание молочной среды с целью набухания белков. В молочной промышленности процесс растворения сухого молока определяется термином «восстановление» и в значительной степени обуславливает качественные характеристики и количественный выход продукта, а также эффективность работы технологического оборудования.

Известно, что если время восстановления сухого молока менее 3 часов, выработанный продукт приобретает водянистый привкус, поскольку физико-химические свойства восстановленного молока за дан-

ный период времени не успевают стабилизироваться. Поэтому в промышленности обычно растворенное в воде сухое молоко при (40-45) °С подвергают выдержке в течение не менее 3-4 часов [3, 4]. Однако будет ли этого достаточно, если молочная среда имеет повышенное содержание сухих веществ, из литературных источников ответа получено не было. Поэтому представляло интерес исследование влияния этапов восстановления на физико-химические свойства ВсОБМ с повышенным содержанием сухих веществ, и выходные параметры получаемой из нее белковой продукции.

В работе на данном этапе исследований было проведено две серии опытов с трёхкратной сходимостью результатов. Белковые продукты вырабатывались по классической технологии адыгейского сыра. В опытах использовалось ВсОБМ с массовой долей сухих веществ (8,5±0,5) % (первая серия опытов) и (15,5±0,5) % (вторая серия опытов). Температура пастеризации ВсОБМ была принята (93±2) °С. Сыворотка-коагулянт вносилась нагретой до 70 °С небольшими порциями, поддерживая температуру коагуляции на уровне (90±1) °С. Объём сыворотки-коагулянта определялся видимым процессом коагуляции. Полученную белковую массу формовали и подпрессовывали за счет самопрессования в течение пятнадцати минут.

Особенностью в опытах было следующее:

— в опыте № 1 для выработки белковой массы использовали сухое обезжиренное молоко с выдержкой для восстановления 3-4 часа;

— во опыте № 2 для выработки белковой массы использовали сухое обезжиренное молоко с выдержкой для его восстановления 8-10 часов (с вечера до утра).

Результаты физико-химических показателей полученных белковых продуктов представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, в случае восстановления обезжиренного молока в течение 3-4 часов (первая серия опытов) фактический выход продукта меньше на 1,54 % при содержании в молочной среде сухих веществ 15,5 %, и на 2,72 % в случае – 8,5 %. В тоже время при удлинении продолжительности выдержки (вторая серия опытов) выход продукции с единицы сырья и степень использования сухих веществ увеличиваются, как в случае применения молочной среды с содержанием сухих веществ 8,5 % так и в случае 15,5 %, что говорит о целесообразности удлинения времени восстановления с 3-4 до 8-10 часов.

Таблица 2 – Физико-химические показатели белкового продукта

Показатели	Содержание сухих веществ, %			
	первая серия опытов (8,5±0,5) %		вторая серия опытов(15,5±0,5) %	
	опыт № 1 (3–4) ч	опыт № 2 (8–10) ч	опыт № 1 (3–4) ч	Опыт № 2 (8–10) ч
Фактический выход белкового продукта, %	17,96	20,68	18,95	20,49
Массовая доля влаги в белковом продукте, %	77,32	80,06	65,00	64,50
Степень использования сухих веществ СОМ,%	47,80	47,94	46,52	50,52

На **третьем этапе** работы были отработаны технологические параметры получения термокислотной белковой массы из ВсОБМ с содержанием сухих веществ (15,5±0,5) %, что легло в основу способа получения белкового продукта термокислотной коагуляцией обезжиренного восстановленного молока.

Физико-химические характеристики термокислотной белковой массы, полученной из ВсОБМ с повышенным содержанием сухих веществ (15,5 %) и натурального обезжиренного молока представлены в таблице 3.

Как видно из полученных результатов, выход белковой массы с единицы сырья в случае применения ВсОБМ значительно больший. В полученном продукте также отмечается большее содержание лактозы, что обуславливает выраженный сладкий привкус белковой массы; содержание минеральных элементов в ней также выше, по сравнению с белковой массой из натурального обезжиренного молока, что способствует повышению пищевой и биологической ценности продукта.

Практически полное отсутствие жира и молочнокислых микроорганизмов, в полученной из ВсОБМ белковой продукции, придающих продукту выраженность вкуса и пластичность консистенции, не позволяют данную продукции рекомендовать для непосредственного употребления в пищу, но используемые

технологические параметры получения белковой массы позволили добиться достаточно хорошей, пластичной консистенции продукции, что позволяет ее использовать как белковую основу для производства широкого диапазона молочных белковых продуктов с различными вкусовыми наполнителями и пищевыми ингредиентами, включая заквасочные микроорганизмы.

Таблица 3 – Физико-химические характеристики белковой массы

Объект исследования	Выход белкового продукта с единицы сырья, %	Массовая доля, %						Массовая доля минеральных элементов, мг%			Энергетическая ценность, кДж
		общий азот	белок	влага	жир	лактоза	зола	кальций	калий	натрий	
Белковая масса из натурального ОБМ	13,2	3,47	21,7	71,9	0,4	3,4	2,01	92,3	109	39	431
Белковая масса из ВсОБМ	20,9	3,45	21,56	74,2	0,7	6,42	2,14	255,8	276,5	94,2	446

Выводы

Изучены химические и физико-химические свойства восстановленного обезжиренного молока с содержанием сухих веществ в диапазоне 8,5-20,5 %. Было определено, что термоустойчивость молока с массовой долей сухих веществ 16 % и более заметно снижается, и соответственно использовать такое сырье при производстве белковых термокислотных продуктов не рекомендуется, а оптимальным содержанием сухих веществ в сырье является 15,5 %.

Установлено, что более целесообразным для набухания белков и лучшей стабилизации их свойств является выдержка на стадии подготовки молочного сырья в течение 8-10 часов.

Исследован процесс образования пригара на стадии пастеризации и коагуляции восстановленного обезжиренного молока с различным содержанием сухих веществ в сравнении с натуральным обезжиренным молоком. Установлена целесообразность снижения температур пастеризации и термокоагуляции до 85°С и ниже при производстве белкового термокислотного продукта из восстановленного обезжиренного молока с повышенным содержанием сухих веществ (до 15,5 %). В качестве среды для восстановления рекомендуется использовать воду, так как в данном случае образуется меньшее количество пригара при термообработке сырья.

Проведенные исследования позволили определить оптимальные параметры получения термокислотного белкового продукта из восстановленного обезжиренного молока с содержанием сухих веществ (15,5)%. Разработан способ получения белкового продукта, с использованием более низких температур термообработки сырья, на который подана заявка на изобретение.

Литература

1. «Прогноз мирового рынка молочных продуктов» // Переработка молока, – 2008. – №3. – С. 74-75.
2. Храмцов, А.Г. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. – М.: Легкая промышленность, 1982. – 296 с.
3. Липатов, Н.Н. Восстановленное молоко /Н.Н Липатов, К.И. Тарасов. – Москва.: Агропромиздат, 1985.– 251 с.
4. Тамим, А.Й. Йогурт и другие кисломолочные продукты / А.Й. Тамим, Р.К. Робинсон. – СПб.: Издательство профессия, 2003.
5. Технологическая инструкция по производству йогурта с фруктами. ГП «БелНИКТИММП». – Могилев, 1998.
6. Глушаков М.А. Технология производства ферментированного термокислотного сыра повышенной жирности: автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.18.04/ М.А. Глушаков; МГУП. – Могилев, – 2010. – 20 с.
7. Шингарева, Т.И. Научно-практические основы совершенствования процесса термокислотной коагуляции белков молока / Т.И. Шингарева. – Минск: «Издательский центр БГУ», 2009.
8. Шингарева, Т.И. Санитария и гигиена молока и молочных продуктов: учебное пособие / Т.И. Шингарева. – Минск: ИВЦ Минфина, – 2007. – 330 с.

УДК: 664.934

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАШТЕТНИХ КОНСЕРВІВ З БІЛОКВМІСНИМИ НАПОВНЮВАЧАМИ

[*]Пасічний В.М., канд. техн. наук, доцент, [*]Жабіна О.В., магістрант,
[**]Ястреба Ю.А., аспірант
***Національний університет харчових технологій, м. Київ**
****ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», м. Полтава**

Стаття присвячена науковому обґрунтуванню і розробці технології комбінованих продуктів з використанням грибного порошкопобідного напівфабрикату. Розроблена технологія виробництва паштету, збагаченого білками і харчовими волокнами рослинного походження. Проведені дослідження органолептичних і фізико-хімічних характеристик експериментальних зразків.

The article is devoted to the scientific substantiation and elaboration of the technology of the combination of products with the usage of the mushrooms powder intermediate product. It was developed the technology of the pate production, which was enriched by proteins and food fibres of vegetable origin. The chemical composition and organoleptic indexes of developed products was investigated.

Ключові слова: комбіновані м'ясопродукти, білоквмісні наповнювачі, грибний порошкоподібний напівфабрикат (ГПН).

У сучасних умовах асортимент м’ясних та м’ясомістких консервів розширюється завдяки використанню нетрадиційної сировини. Основним принципом, яким користуються при визначенні рецептури консервів, є вибір співвідношення і структурної сумісності компонентів, які забезпечують після стерилізації отримання повноцінних за вмістом харчових інгредієнтів консервів з відповідними органолептичними та технологічними властивостями [1]. У сучасній технології консервів поширеною є тенденція ефективного використання білкових ресурсів на харчові потреби, створення технологій комбінованих м’ясопродуктів із заданим хімічним складом.

У традиційній рецептурі паштетних консервів використовують субпродукти від забою ВРХ та свиней. Нами досліджувалась можливість використання супутніх продуктів переробки птиці: шкурки, печінки, серця, бульйону в поєднанні з рослинними та тваринними наповнювачами [2]. В якості рослинних наповнювачів використовувалися композиція гідроколоїдів з використанням грибного порошкоподібного напівфабрикату (ГПН), а в якості тваринних білоквмісних наповнювачів суха молочна сироватка і яєчні продукти.

Метою досліджень, результати яких висвітлені у статті, було розширення асортименту, покращення органолептичних показників паштетних консервів з білоквмісними наповнювачами та визначення фізико-хімічних характеристик експериментальних зразків.

Удосконалення продукту здійснювалось за рахунок використання розроблених нових рецептур паштетних консервів з білоквмісними наповнювачами. Органолептичні показники покращували за рахунок використання рослинних наповнювачів, молочних та яєчних продуктів.

На першому етапі досліджень були вивчені технологічні показники м’ясної та рослинної сировини, які підбирались на основі їх хімічного складу. Як основна сировина використовувались: м’ясо птиці, печінка куряча, шпик, яєчний білок та жовток.

Відомо, що одним із основних показників, що визначають біологічну цінність харчових продуктів, є швидкість перетравлювання білків у шлунково-кишковому тракті протеолітичними ферментами. Були проведені дослідження з визначення перетравлювання білків травними ферментами in vitro, що дають можливість передбачити ступінь засвоєння білків організмом.

Аналіз здатності до перетравлення протеолітичними ферментами в системі in vitro по пепсиновій та трипсиновій стадії за стандартною методикою [3] був проведений до та після теплової обробки яйцепродуктів у поєднанні з сухою молочною сироваткою. Дані представлені на графічних зображеннях (рис. 1,2).

На підставі отриманих даних можна зробити висновок, що композиція сухої молочної сироватки з білком яйця має кращу здатність до перетравлення як у сирому, так і в нагрітому стані, ніж композиція сухої молочної сироватки з жовтком яйця.

На основі отриманих експериментальних даних встановлено функціональний зв’язок між концентрацією продуктів гідролізу (у) та тривалістю гідролізу (х),

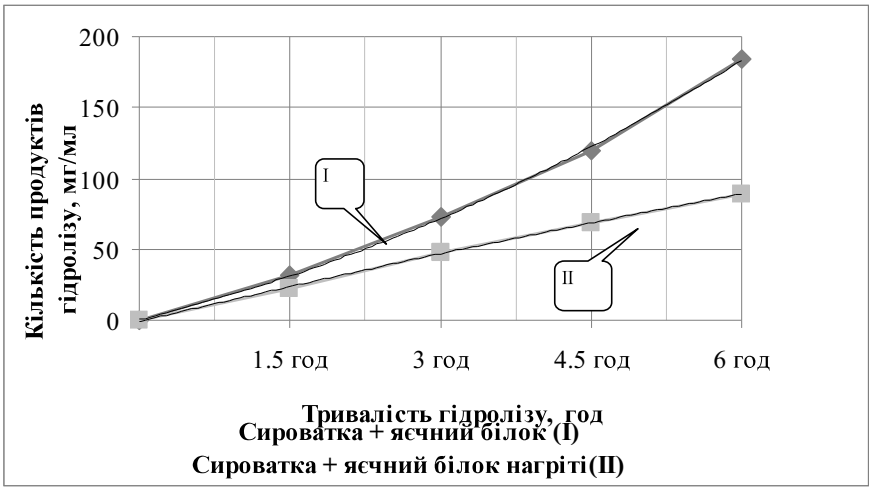


Рис. 1 – Доступність білків яєчного білка та сироватки гідролізу у системі in vitro

що описується такими рівняннями: y1 = 5x2 + 15,6x – 20; r^2 = 0,9996; y2 = –0,6429x2 + 26,357x – 26,4; r^2 = 0,999. Коефіцієнти апроксимації (r^2) рівнянь свідчать про високу достовірність рівняння, які характеризують здатність білкових компонентів до гідролізу.

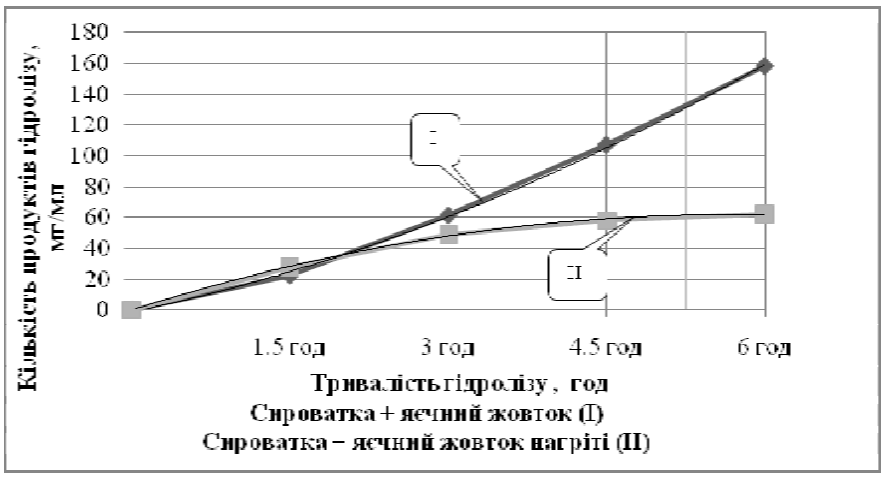


Рис. 2 – Доступність білків яєчного жовтка та сироватки гідролізу в системі in vitro

Отримані графічні залежності описуються нижче наведеними рівняннями регресії: $y_1 = 4{,}6429x^2 + 12{,}243x – 18{,}2$; $r^2 = 0{,}9991$; $y_2 = –4{,}2857x^2 + 41{,}114x – 36{,}8$; $r^2 = 0{,}9991$.

Був проведений аналіз до перетравлення протеолітичними ферментами в системі in vitro по пепсиновій та трипсиновій стадії для відновленого гідратацією ГПН. Проведені дослідження здатності до ферментації відновленого ГПН до та після теплової обробки, яка моделювала процес стерилізації, вказують, що відновлений гідратацією, попередньо прогрітий фабрикат має практично вдвічі вищу здатність до ферментації.

В ході досліджень нових видів паштетних консервів, з урахуванням хімічного складу компонентів, розроблені нові рецептури паштетів, які представлені в таблиці 1.

Технологія виробництва паштетних консервів передбачає реалізацію наступних технологічних операцій: підготовка сировини; зачищення та промивання; бланшування (обсмажування), кутерування (з додаванням компонентів згідно з рецептурою), фасування, маркування кришок та закупорювання банок, перевірка банок на герметичність, стерилізація, сортування (гаряче), етикетування, пакування, сортування (холодне), пакування та маркування упаковок та передавання на склад готової продукції.

Таблиця 1 – Модельні рецептури паштетних консервів

Компоненти	Норми для паштетів, %			
	I	II	III	IV
Печінка куряча бланшована	30	25	30	25
Шпик	10	10	10	10
Стегно куряче	15	15	15	15
Яєчний жовток	5	5	–	–
Яєчний білок	–	–	5	5
Морква	8	8	8	8
Цибуля смажена	5	5	5	5
Гриби відновлені	15	20	15	20
Сироватка молочна суха	2	2	2	2
Білковий стабілізатор (шкурка свиняча)	10	10	10	10
Всього:	100	100	100	100
Бульйон на рецептуру	25	25	30	30
Прянощі і матеріали, кг (на 100 кг несолоної сировини)				
Суміш спецій	1,2	1,2	1,2	1,2
Сіль	2,8	2,8	2,8	2,8

Встановлено, що за сенсорними показниками дослідні зразки паштетних консервів не поступаються традиційним видам консервів, а за деякими показниками перевершують останні. Комбіновані паштети мали приємніший смак і запах, що обумовлено введенням у них білоквмісних компонентів. Готовий продукт був досить соковитий, з рівномірним кольором, консистенцією характерною для паштетних консервів.

Дослідження фізико-хімічних показників розроблених паштетів з додаванням білоквмісної сировини представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники паштетних мас до стерилізації

Назва паштету	Вміст вологи, %	Вміст жиру, %	Вміст білку, %	Вміст золи, %	ВЗЗ, %	pH
Паштет I	67,5	16,0	14,6	1,9	95,6	6,2
Паштет II	72,4	9,7	16,1	1,8	70,5	6,2
Паштет III	73,8	13	11,2	2,0	72,5	6,1
Паштет IV	72,9	11,7	13,4	2,0	73,2	6,1

Результати досліджень показали, що вміст вологи у зразках до 72,9 %; вміст золи до 2 %; вміст жиру приблизно однаковий для зразків з жовтком та білком, 11,2 – 16,1 %; вміст білка коливається в межах 10,8 – 12,4 %. pH лежить у межах 6,1 – 6,2, що характерно для даного виду продуктів; ВЗЗ лежить у межах 70,5 – 95,6 %. Дані показники вказують на високу якість паштетів та їх низьку калорійність.

Для визначення хімічного складу та технологічних показників у паштетних консервах, доведених до кулінарної готовності, були проведені дослідження на стадії стерилізації, які наведені в табл. 3.

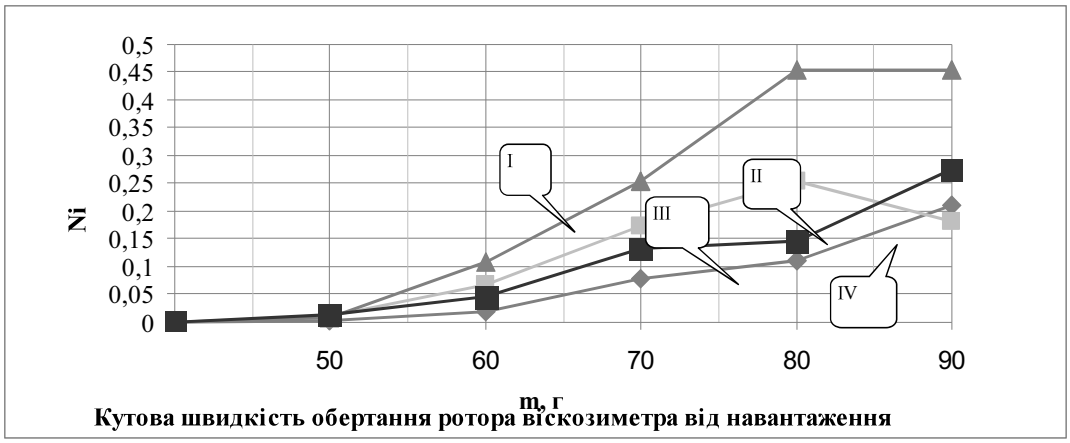
Результати досліджень показали, що після стерилізації хімічні та технологічні показники змінились у порівнянні з сирими фабрикатами. Значення pH підвищилось 6,3 – 6,5; ВЗЗ коливається в межах 70,5 – 88,7 %; вміст вологи збільшився за рахунок адсорбівної здатності фабрикатів і тепер лежить в межах

73,4 – 74,3 %; вміст золи 1,6 – 2,0 %; вміст жиру 11,3 – 14,0 %; вміст білка зменшився за рахунок денатурації білка 10,8 – 12,4 %. Показники, отримані після стерилізації консервів, свідчать про високу якість продуктів, відносно низьку калорійність та відповідність вимогам фізико-хімічних характеристик, що висуваються до паштетних консервів.

Таблиця 3 – Фізико-хімічні показники експериментальних зразків паштетів після стерилізації

Назва паштету	Вміст вологи, %	Вміст жиру, %	Вміст білку, %	Вміст золи, %	ВЗЗ, %	pH
Паштет I	73,4	14,0	10,8	1,8	87,9	6,5
Паштет II	73,8	13,0	11,6	1,6	86,7	6,5
Паштет III	74,3	11,3	12,4	2,0	88,7	6,3
Паштет IV	73,7	13,3	11,1	1,9	70,5	6,3

В ході досліджень готового виробу булі визначені реологічні показники розроблених паштетів – на віскозиметрі Волоровича [3]. Результати даних досліджень представлені на графічному зображенні (рис. 3).



Кутова швидкість обертання ротора віскозиметра від навантаження

З представленого графічного зображення видно, що паштетні маси мають практично однакове значення межового навантаження зсуву, а комбінування в рецептурі ГПН і яйцепродуктів дозволяє досягати також і стабільних значень ефективної в'язкості паштетних мас.

За результатами експериментальних досліджень можна зробити такий висновок: розроблені рецептури і технологія паштетних консервів з використанням ГПН, яєчних і молочних білоквмісних наповнювачів дозволяють розширити використання супутніх продуктів переробки птиці в технологіях повноцінних м'ясних консервів, зі збереженням харчової і технологічної функціональності паштетних консервів.

Література

1. Мицык В. Е. Мясные продукты с использованием белков растительного происхождения [Текст] / В. Е. Мицык, Н. Р Джурик. – К.: КТЭИ, 1980. – 108с.
2. Перспективні напрямки виробництва м'ясних та м'ясо-рослинних напівфабрикатів [Текст] / Пасічний В.М. // Мясное дело. – 2008. – № 1. – С.10–13
3. Антипова Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов [учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений] / Антипова Л. В. , Глотова И. А., Рогов И. А. – М. : Колос, 2001. – 376 с. – ISBN 5 –10-003612

УДК [577.112- 035.2:613.2]: 001.891

ВПЛИВ ПРИРОДНИХ ГІДРОКОЛОЇДІВ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ШВИДКОЗАМОРОЖЕНИХ М'ЯСНИХ СИСТЕМ

Д'яконова А.К., д-р техн. наук, доцент, Павленкова П.П., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В роботі досліджено вплив природних гідроколоїдів на зміну фізико-хімічних властивостей швидкозаморожених м'ясних систем. Встановлено залежність pH, вологозв'язуючої, вологоутримувальної та жироутримувальної здатності м'ясних фаршевих систем від масової частки гідроколоїду в процесі заморожування-розморожування. Визначено, що введення пектину до 0,8 % не змінює pH м'ясних фаршевих систем, але збільшує вологозв'язуючу, волого- та жироутримувальну здатність, зберігає структуру м'ясних фаршевих виробів при заморожуванні-розморожуванні.

In work probed influence of natural hydrocolloids is on changing of physical and chemical properties of of the quick-frozen meat systems. Dependence of pH is set, , water-connect, water-retain capabilities and fat-retain capabilities of the force-meat systems from the mass particle of hydrocolloids in the process of freezing-unfreezing. Certainly, that introduction of pectin is to 0,8 % does not change pH of the force-meat systems, but increases water-connect, water- and fat-retain ability, keeps the structure of force-meat wares at freezing-unfreezing.

Ключові слова: м'ясні системи, фізико-хімічні властивості, гідроколоїди.

Виробництво високоякісних швидкозаморожених м'ясних фаршевих напівфабрикатів у наш час є одним з актуальних завдань м'ясопереробної галузі України. Підвищений попит на ці види виробів обумовлений тим, що вони доступні всім верствам населення. Привабливість виробництва швидкозаморожених фаршевих напівфабрикатів полягає у зручності такої продукції як для споживачів, так і для виробників. Для споживачів – тому, що потребують мінімум часу для їх приготування, для виробників – тому, що значно подовжується строк її реалізації. При заморожуванні створюються несприятливі умови для розвитку мікроорганізмів і різко знижується швидкість біохімічних процесів, які відбуваються під впливом ферментів. Перевага швидкого заморожування, порівняно з повільним, полягає у скороченні до мінімуму періоду мікробіологічних і біохімічних процесів у м'ясних продуктах під час процесу заморожування.

Слід відзначити, що фаршеві вироби є висококалорійними харчовими продуктами. Подрібнені волокна м'яса сприяють кращому їх засвоюванню. В той самий час продукти харчування повинні не лише забезпечувати людину поживними речовинами та енергією, але й виконувати профілактичну або лікувальну функції. До хвороб цивілізації відносять цукровий діабет, захворювання серцево-судинної системи, ожиріння тощо. Дієтотерапія подібних захворювань полягає у зниженні калорійності продуктів харчування, збагаченні їх харчовими волокнами, вітамінами та поліненасиченими жирними кислотами. Згідно з вимогами ЄС, до 2010 року необхідно розширити асортимент продуктів харчування з низьким вмістом жиру і солі, збагачених харчовими волокнами та біологічно активними речовинами.

Зважаючи на те, що м'ясні фаршеві напівфабрикати містять до 65 % вологи, внаслідок заморожування-розморожування вони змінюють свою структуру, а після теплової обробки втрачають свою форму і навіть здатні розпадатися. Вирішення проблеми збереження форми і структури напівфабрикатів при заморожуванні-розморожуванні та доведенні до кулінарної готовності, а також зниження калорійності і збагачення їх харчовими волокнами, у м'ясопереробній промисловості можна вирішити шляхом створення комбінованих продуктів з використанням різних рослинних компонентів, які у харчових продуктах виконують роль структуроутворювачів – рослинних білків, пектинів, продуктів переробки зернової та овочевої сировини тощо. Введення їх дозволяє поряд з регулюванням структури знизити калорійність, підвищити біологічну цінність продуктів переробки м'яса та надати їм певних функціональних і смакових властивостей.

У м'ясопереробній галузі виробництва відомі технології отримання дієтичних продуктів за рахунок використання різних овочевих наповнювачів у вигляді порошку – гарбузового, баклажанного, кабачкового, морквяного, бурякового, яблучного [1]. Для покращення функціонально-технологічних властивостей у м'ясні фаршеві системи також додають харчові дієтичні волокна, отримані з пшеничних висівок, що підвищує на 20 % вологозв'язуючу і жироутримувальну здатність м'ясного фаршу [2]. У даний час у м'ясопереробній промисловості починають значно ширше використовувати картопляну клітковину, яка порівняно з пшеничними висівками містить у два рази більше дієтичної клітковини, має стійкість до ме-

ханічних навантажень, високих та низьких температур, здатна зв'язувати воду і жир, що особливо важливо при заморожуванні-розморожуванні харчових систем [3]. Таким чином, введення рослинних структуроутворювачів у рецептурний склад м'ясних фаршевих напівфабрикатів обумовлено не тільки функціонально-технологічною необхідністю, але й медико-біологічною доцільністю.

Для покращення структурно-механічних і органолептичних показників сучасні технології виробництва м'ясних комбінованих продуктів передбачають використання гідроколоїдів, основною функцією яких є формування в'язкості і пластичності м'ясних систем, стабілізація консистенції фаршевих виробів. До гідроколоїдів належать натуральні загущувачі та стабілізатори харчових систем – пектин, желатин, різні камеді, альгінати, карагенан, агар тощо.

Метою роботи є дослідження зміни фізико-хімічних властивостей, збагачених природними структуроутворювачами швидкозаморожених м'ясних фаршевих систем після їх заморожування-розморожування.

М'ясні фаршеві вироби, виготовлені за традиційною технологією, мають мастку консистенцію за рахунок білків колагену, які забезпечують певну структуру м'язової тканини м'яса. Достатньо високий вміст вологи суттєво впливає на якісні показники м'ясних фаршевих виробів, що піддаються заморожуванню-розморожуванню. Основну частину білкових речовин м'язового волокна складають міозин і актин. Міозин володіє значною здатністю до гідратації, що обумовлено відносно великою кількістю полярних амінокислотних бокових ланцюгів, а також фібрилярною формою молекули. Він утворює міцні комплексні структури з глікогеном і ліпідами. Колаген, який входить до складу білків з'єднувальної тканини і становить всіх білків яловичини 30 %, а стосовно білків з'єднувальної тканини – майже 80 %, не розчиняється у воді, сольових розчинах, але володіє високою здатністю до набухання і взаємодії з іншими речовинами, які знаходяться у харчових системах [4].

Процес заморожування змінює властивості м'ясних харчових систем у результаті утворення кристалів льоду та порушення структури тканини між м'язовими волокнами. Найбільший вплив на зміну колоїдної структури тканин м'яса при заморожуванні має часткове руйнування структурованих гідратних оболонок макромолекул і перерозподіл води у зв'язку з кристалоутворенням.

Заморожування руйнує сталу систему кристалічної сітки води навколо гідрофільних груп білків і викликає її перехід у гексагональну структуру льоду, що обумовлює руйнування внутрішньомолекулярних гідрофобних зв'язків, розрив водневих містків і втрату білковими речовинами їх нативних властивостей [5].

Внаслідок біохімічних і колоїдних змін зменшується розчинність білків, знижується реактивність тіолових груп міозину, а також кислих і основних груп білків, що обумовлено структурними змінами і виморожуванням води.

Процес заморожування-розморожування та наступна теплова обробки напівфабрикатів призводять до денатурації і розпаду білків м'язової тканини, що супроводжується втратою майже 40 % вологи. Колаген також розпадається з утворенням низькомолекулярних сполук і відбувається різке зниження механічної міцності з'єднувальної тканини, послаблення зв'язків між м'язовими волокнами, що суттєво змінює консистенцію і реологічні властивості напівфабрикатів. Зміна структури з'єднувальної тканини, з одного боку, сприяє збільшенню ніжності м'яса, а з другого – витіканню м'ясного соку при розморожуванні, до складу якого входять цінні білкові та екстрактивні речовини, що є зовнішньою ознакою денатурації білкових речовин і обумовлене зниженням вологоутримувальної здатності тканини м'яса [5].

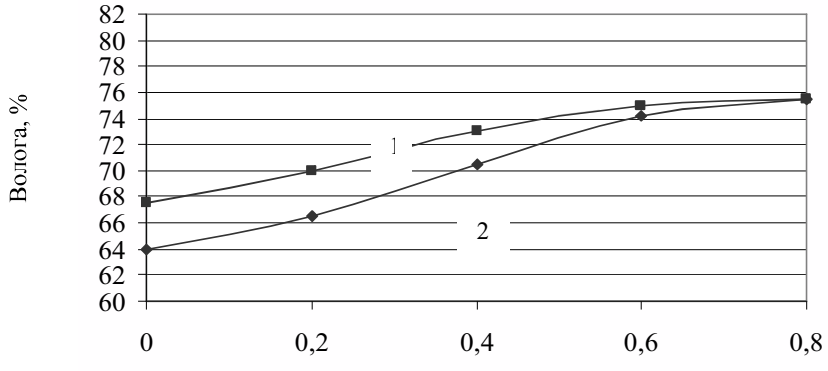
Використання природних гідроколоїдів при виробництві м'ясних фаршевих виробів дозволяє збільшити вологоутримувальну здатність м'ясної сировини, зберегти традиційну структуру продуктів харчування і одночасно збагатити їх харчовими волокнами, що дуже важливо при виробництві функціональних та дієтичних продуктів харчування. Харчові волокна стимулюють перистальтику кишечнику, зменшують всмоктування холестерину і жирних кислот [4].

Як структуроутворювач нами використано широко розповсюджений у природі полісахарид – пектин, який є ефективним природним сорбентом і не чинить побічної дії на організм людини. Він зв'язує у шлунково-кишковому тракті іони важких металів – свинець, ртуть, кадмій, а також радіонукліди і нітрати, утворює нерозчинні комплекси і виводить їх з організму людини.

В роботі використали м'ясний фарш з яловичини, підготовку якого проводили відповідно до існуючої технологічної інструкції. Добавки пектину вводили у модельні м'ясні системи у кількості 0,2, 0,4, 0,6 і 0,8 %. У дослідних зразках м'ясних систем визначали pH, вміст вологи, вологоутримувальну (ВУЗ) і жироутримувальну (ЖУЗ) здатність у процесі заморожування-розморожування. На модельних м'ясних системах проведено дослідження зміни їх фізико-хімічних властивостей залежно від масової частки введеного структуроутворювача.

Визначення pH дослідних зразків показало, що зміна активної кислотності при внесенні вказаної кількості гідроколоїду залишається майже на одному рівні, незначно змінюючись при введенні максимальної кількості структуроутворювальної добавки.

На рис. 1 наведено залежність вмісту вологи м'ясних систем до і після заморожування в залежності від масової частки пектину в дослідних зразках.



1 – до заморожування; 2 – після розморожування

Рис. 1 – Залежність вмісту вологи у м'ясних заморожених-розморожених системах в залежності від масової частки пектину

Як видно з рис. 1, при збільшенні масової частки добавки пектину кількість утриманої вологи у м'ясних системах збільшується. Масова частка пектину 0,8 % дозволяє повністю утримати вільну вологу в дослідних зразках м'ясних систем, яка утворюється при заморожуванні-розморожуванні. Зменшення кількості вільної вологи після заморожування-розморожування можна пояснити як зв'язуванням вологи гідроколоїдом, так і процесом комплекоутворення білків м'яса з пектином.

Білки, як поліелектроліти, легко вступають у взаємодію з іншими високомолекулярними біополімерами. На відміну від амфотерних білків, пектин як полісахарид є аніонним гідрофільним колоїдом з великим від'ємним зарядом. На модельних дослідах встановлено, що при взаємодії розчинів білків м'яса з аніонними полісахаридами у харчових системах утворюються комплексні білок-полісахаридні структури, які мають спільний з білком максимум поглинання при довжині хвилі 420 нм [6].

Всі процеси, які протікають у розчинах поверхнево-активних речовин, до яких належать білки і пектини, носять адсорбційний характер, тому всі структурні зміни у колоїдній системі найбільш чітко відображає поверхневий натяг (ПН) дослідних систем (рис. 2).

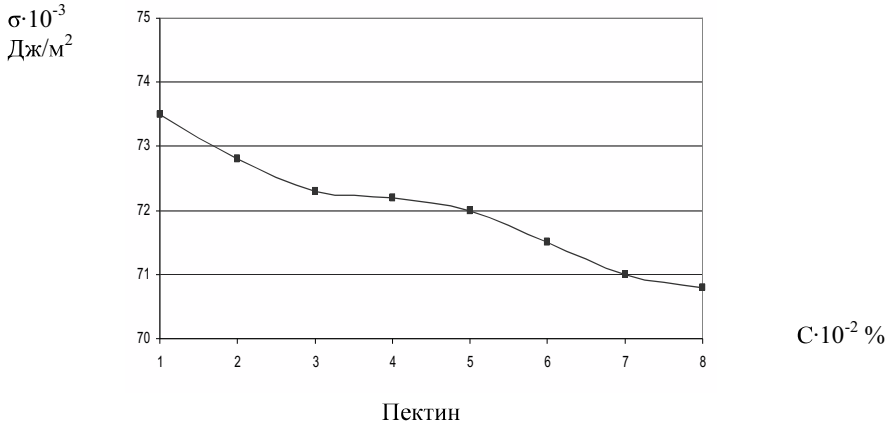


Рис. 2 – Зміна поверхневого натягу білок-пектинових комплексних систем залежно від масової частки гідроколоїду (pH 6,0)

При концентрації пектинових речовин 0,02 % стосовно розчинних білків м'яса відбувається різке зниження ПН. Відомо, що чим вищий ПН, який завжди пропорційний внутрішньому тиску, тим міцніші

міжмолекулярні взаємодії в утворених комплексних структурах. За величинами ПН нами розраховано міжфазну енергію (Г), яка характеризує зміни у поверхневому шарі отриманих нами комплексних структур (табл. 1).

Таблиця 1 – Міжфазна поверхнева енергія комплексних структур

Масова частка пектину, %	Поверхневий натяг (σ), Дж/м^2	Поверхнева енергія (Г), г-моль/м^2
0,01	73,5	$-71{,}83 \cdot 10^{-5}$
0,02	72,7	$2{,}05 \cdot 10^{-5}$
0,03	72,3	$18{,}47 \cdot 10^{-5}$
0,04	72,2	$22{,}57 \cdot 10^{-5}$
0,05	72,0	$30{,}26 \cdot 10^{-5}$
0,06	71,5	$51{,}31 \cdot 10^{-5}$
0,07	71,0	$71{,}83 \cdot 10^{-5}$
0,08	70,8	$80{,}04 \cdot 10^{-5}$

Від'ємна поверхнева енергія свідчить про високу щільність зв'язку у поверхневому шарі за рахунок утворення міцних білок-пектинових комплексних структур і зниження їх розчинності. Підвищення масової частки пектину у білок-пектиновій суміші, як поверхнево-активної речовини, призводять до зниження ПН і підвищення Г.

Аналіз амінокислотного складу дослідних зразків після заморожування-розморожування показав, що радіус гідрофобного ядра білкової глобули у зразках, які містять 0,8 % пектину, зменшується на 1,64 мкм, а ступінь гідрофільності білків м'яса, які здатні зв'язати вільну вологу, збільшується майже на 40 % внаслідок білок-пектинового комплексоутворення [7].

Таким чином, отримані дані свідчать, що в процесі зв'язування м'ясного соку при заморожуванні-розморожуванні м'ясних систем провідну роль відіграють не тільки гідроколоїди, які додаються до м'ясних систем, але й білок-пектинові комплексні структури.

Слід відзначити, що введення хлористого натрію у м'ясний фарш супроводжується зміною іонної сили харчової системи. Іони натрію при взаємодії з іонами кальцію м'ясної сировини утворюють іонізований хлористий кальцій, який може змінювати реологічні властивості м'ясних систем внаслідок гелеутворення за рахунок кальцієвих містків за місцем знаходження вільних карбоксильних груп пектину.

Визначення ВУЗ дослідних м'ясних систем проводили методом пресування за Grau Hamm [8], який дає змогу проводити дослідження з фаршевими виробами. Результати дослідження зміни ВУЗ м'ясних систем після заморожування-розморожування в залежності від масової частки введеного пектину наведено на рис. 3.

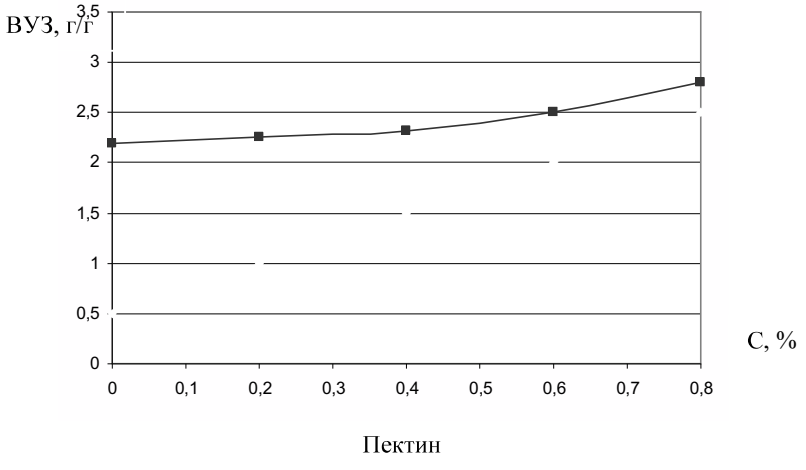


Рис. 3 – Залежність ВУЗ м'ясних систем до і після заморожування від масової частки пектину

Отримані нами данні свідчать, що введення пектину у м'ясні системи дозволяє не тільки зв'язати вільну вологу у вигляді м'ясного соку, яка виділяється при заморожуванні-розморожуванні дослідних зразків, але й міцно її утримувати.

Проведено дослідження жироутримувальної здатності (ЖУЗ) м'ясних систем при заморожуванні-розморожуванні в залежності від вмісту пектинових речовин (рис. 4).

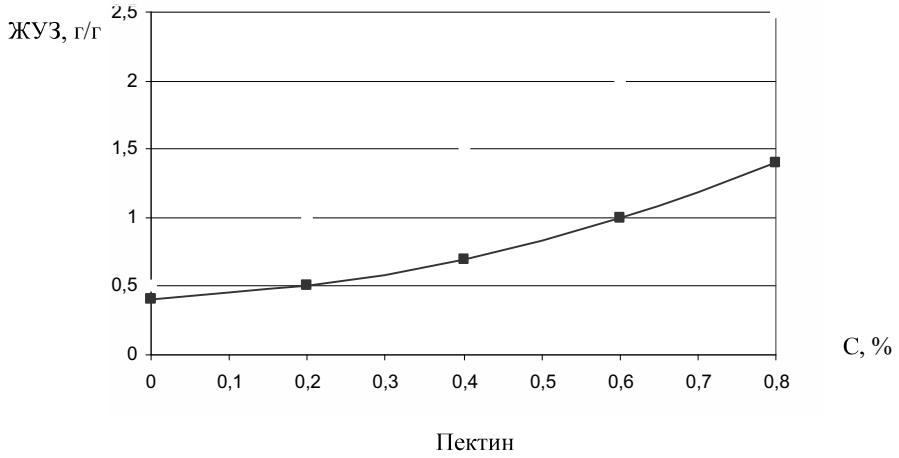


Рис. 4 – Залежність ЖУЗ м'ясних систем до і після заморожування від масової частки введеного пектину

Отримані дані свідчать, що збільшення масової частки пектину у м'ясних системах сприяє підвищенню жироутримувальної здатності дослідних зразків, що пов'язано з емульгуючими властивостями пектинових речовин.

Таким чином, при виробництві швидкозаморожених м'ясних фаршевих виробів доцільно використовувати як структуроутворювач природний гідроколоїд пектин, введення якого у м'ясні системи дозволяє значно покращити водо- та жироутримувальну здатність фаршу, підвищити біологічну цінність за рахунок утримання м'ясного соку, покращити органолептичні властивості, а також надати продуктам функціональних властивостей.

Література

1. Горлов И.Ф. Мясные и молочные продукты с растительными наполнителями / И.Ф. Горлов, Л.Г. Сапожникова // Пищевая пром-сть. – 1998. – № 1. – С. 66-67.
2. Винникова Л.Г. Влияние концентратов пищевых волокон отрубей на технологические свойства мясних систем // Л.Г. Винникова, М.С. Дудкин, С.Д. Патюков / Изв. ВУЗов. Пищ. технология. – 1990. – № 2 – 3. – С. 52 – 54.
3. И мясо можно облагородить // Мясной бизнес.– 2006. – № 3. – С. 30 - 34.
4. Месхи А.И. Биохимия мяса, м'ясопродуктів и птицепродуктов. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – 280 с.
5. Заяс Ю.Г. Качество мяса и мясопродуктов. – М.: Легкая и пищ. пром-сть. – 1981. – 480 с.
6. Бочковський А.П. Використання рослинної сировини в м'ясних консервованих продуктах /А.П. Бочковський, А.К. Д'яконова //Наук. вісник ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького. – Львів: ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького, 2006. – Том 8. – № 4. – С. 218 – 223.
7. Д'яконова А.К. Дослідження механізму комплексоутворення білка з аніонним полісахаридом // Зб. наук. пр. ОДАХ. – О.: ОДАХТ, 1999. – Вип.19. – С. 141-144.
8. Определение влагопоглощаемости мяса / В. Воловинская, Б. Кельман // Мясная индустрия СССР. – 1960. – № 6. – С. 47-48.

УДК 637.521:642.58.057.875

ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ ФАРШІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОНІЗОВАНИХ ЗЕРЕН ДЛЯ ХАРЧУВАННЯ СТУДЕНТІВ

Пересічний М.І., д-р техн. наук, професор, Кравченко І.В., аспірант
Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ

Розроблено технологію фаршів для харчування студентів з використанням мікронізованих зерен пшениці, гречки, рису. Досліджено їх хімічний склад та органолептичну оцінку. Розроблені фарші мають функціональні призначення для студентів і задовольняють добову потребу організму у нутрієнтах від 10 до 100 %.

Developed technology of stuffinfs for students nutrition using infrareded grains of wheat, buckwheat and rice. Investigated their chemical composition and organoleptic evaluation. Developed stuffings have functional purpose for students and satisfy the daily need for nutrients in 10-100 %.

Ключові слова: фарші, технологія, мікронізовані зернопродукти ЕСО, крупи ЕСО, пшениця, гречка, рис, ІЧ-оброблені зерна, ламінарія.

Здоров'я людини у великій мірі залежить від якості харчування. Відомо, що недостатнє споживання біологічно активних речовин є масовим і постійно діючим фактором, який негативно впливає на здоров'я та розвиток людини, знижує фізичну та розумову активність, посилює негативний вплив несприятливого впливу зовнішнього середовища, знижує тривалість життя. Дослідження свідчать про значні порушення раціонів харчування, що обумовлені надлишковим споживанням рафінованих харчових продуктів і недостатнім надходження з їжею вітамінів, мінеральних речовин, повноцінних білків, харчових волокон тощо. Тому забезпечення населення високоякісними функціональними продуктами харчування – актуальна проблема сьогодення.

Дослідження останніх років у нашій країні й за кордоном переконливо свідчать про можливість підвищення харчової цінності продуктів харчування шляхом збагачення їх вітамінами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами та іншими біологічно активними речовинами, головним чином рослинного походження.

Для досягнення нормалізації харчування студентів необхідно застосовувати комплексний підхід до створення продуктів функціонального призначення, що є джерелами дефіцитних у харчуванні речовин, у тому числі регуляторів функцій органів і систем організму [1, 2].

Метою нашої роботи є розроблення новітніх технологій фаршів для харчування студентів, які сприятимуть посиленню оздоровчих властивостей організму.

Об'єкт дослідження – технологія фаршів з використанням мікронізованих зерен для харчування студентів.

Предмет дослідження – фарші з використанням зернопродуктів «ЕСО»: пшениці, гречки та рису.

Сучасна технологія переробки більшості видів зернової сировини не дозволяє в повному обсязі використати потенціал зерна: значна частина поживних і біологічно активних речовин переходить у побічні продукти.

Розроблена технологія мікронізації зернопродуктів «ЕСО» (рис. 1), порівняно з традиційною, має деякі особливості: у якості сировини використовуються цільні зерна пшениці, гречки, рису; прискорюється теплова кулінарна обробка продуктів (ІЧ-нагрівання); максимально зберігаються біологічно активні речовини в продуктах.

Використання продуктів ЕСО збагачує раціон харчування поліненасиченими жирними кислотами, які позитивно впливають на обмін речовин, у тому числі холестерину, проявляють антисклеротичний ефект, забезпечують структурну цілісність клітинних мембран, беруть участь в енергозабезпеченні клітин і захисних реакціях організму [3].

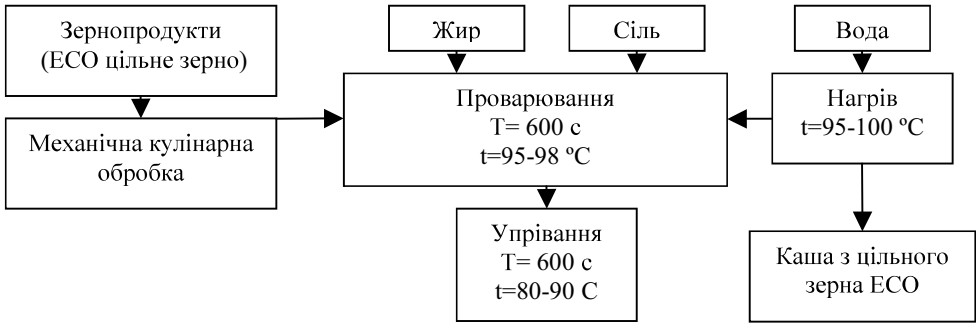


Рис. 1 – Загальна технологічна схема виробництва страв із зернопродуктів ЕСО (цільного зерна)

При використанні круп ЕСО, завдяки тривалості теплової кулінарної обробки, скорочується технологічний процес (для крупи рисової прискорюється у 4,5 рази і для каші гречаної у 9,6 рази). У дослідних зразках зберігається значно вищий вміст клітковини: 2,3 г у каші пшеничній, 5,8 г у каші гречаній, тоді як у традиційних – 0,06 г (каша рисова) і 0,7 г (каша пшенична).

У стравах з використанням зерна ЕСО краще зберігаються мінеральні речовини. Кількість калію, кальцію, магнію фосфору та заліза збільшується в дослідних зразках з 104 до 207 мг, з 23 до 64 мг, з 68 до 92 мг, з 152 до 272 мг, з 1,5 до 4,5, тоді як у традиційних стравах ці показники є нижчими у середньому в 1–3 рази.

Застосована технологія сприяє збереженню вітамінів. Вітамін B_1 зберігається у дослідних зразках на 210 % (каша рисова ЕСО) більше, у порівнянні з традиційними стравами з круп.

Вітаміни B_2 та РР зберігаються у стравах ЕСО у 1,25 – 3 рази (B_2) та 1,28 – 7,33 (РР) більше, ніж у контрольних зразках [3].

Розроблено технологію фаршів ліверних з використанням зернопродуктів, оброблених ІЧ-опромінюванням «ЕСО», морської водорості – ламінарії та моркви (рис. 2).

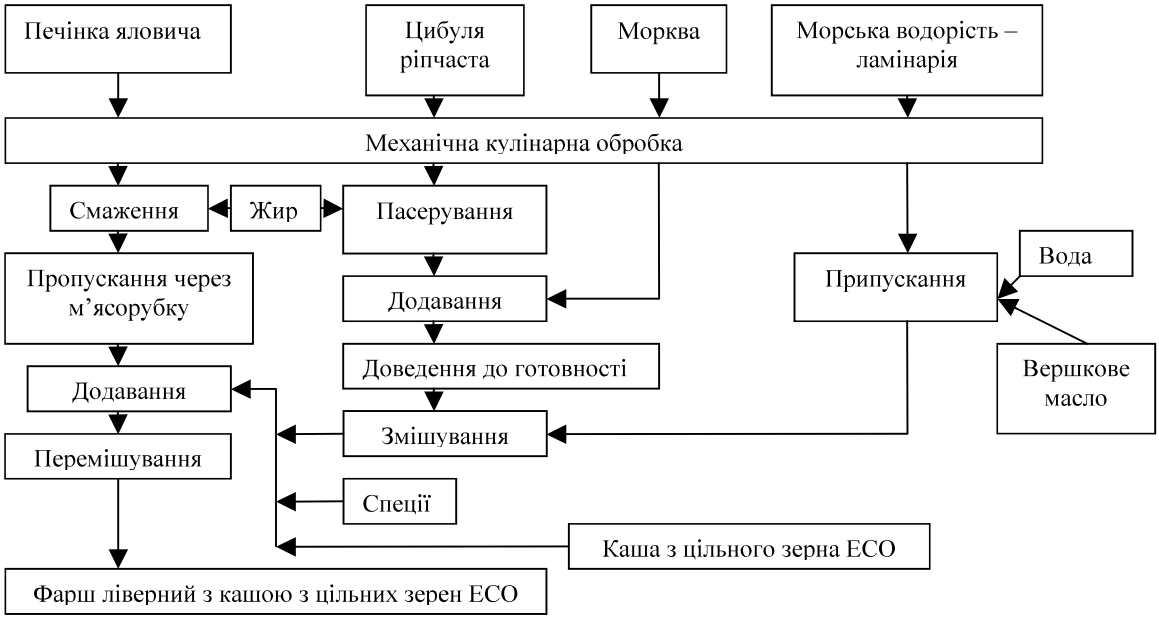


Рис. 2 – Технологічна схема виробництва фаршу ліверного з кашею з цільних зерен ЕСО

Готові фарші відзначаються достатніми органолептичними показниками та підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Вони містять у своєму складі життєво необхідні мінеральні речовини та вітаміни (табл. 1).

Таблиця 1 – Хімічний склад фаршів ліверних з добавками ІЧ-оброблених зерен пшениці, гречки, рису та морської водорості – ламінарії і моркви (мг/100г)

Речовини хімічного складу	Фарш ліверний із зерном пшениці ЕСО		Фарш ліверний із зерном гречки ЕСО		Фарш ліверний із зерном рису ЕСО	
	вміст	Добова потреба, %	вміст	добова потреба, %	вміст	добова потреба, %
Білок, г	11	11	12	12	9	9
Жири, г	1,9	3	2,5	4	1,7	2
Харчові волокна,г	5,15	17	5	17	6	21
Ca, мг	180,64	15	183,5	15	168	14
P, мг	286,27	24	241,1	20	237,2	20
Fe, мг	11,95	80	11,8	79	10,4	70
Cu, мг	1	100	1	100	1	100
Mg, мг	100,94	27	100,9	27	101,4	27
J, мг	35,8	24	35,8	24	32,1	22
Zn, мг	8,2	59	8,2	59	7	51
Вітаміни:						
A, мг	1	100	1	100	1	100
B_1, мг	0,92	52	0,9	51	0,9	51
B_2, мг	0,97	54	0,97	54	0,95	53
B_6, мг	0,25	14	0,25	14	0,06	3
E, мг	4,68	31	4,68	31	2,3	15
PP, мг	7	37	5,8	31	7	37
C, мг	14,8	20	14,8	20	17,3	23

За результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що в досліджуваних зразках нутрієнтний склад задовольняє добову потребу: харчові волокна від 17 до 21 %; мінеральний склад, у %: кальцій від 14 до 15, магній 27, фосфор від 20 до 24, залізо від 70 до 80, цинк від 51 до 59, йод від 22 до 24; вміст вітамінів: Е від 15 до 31 %, B_1 від 51 до 52 %, B_2 від 53 до 54 %, В6 14%, РР від 31 до 37 %, С від 20 до 23 %. Вітамін А задовольняє добову потребу на 100 %, який стимулює ріст червоних кров'яних тілець, покращує склад крові та впливає на зміцнення зору.

Висновки

Резюмуючи вищезазначене, можна дійти висновку, що мікронізовані зерна мають ряд переваг. Вони є продуктами швидкого приготування. Фарші, розроблені за запропонованою технологією, мають високу органолептичну оцінку, підвищений вміст харчових волокон, мінеральних речовин, вітамінів та знижену енергетичну цінність. Споживання таких виробів забезпечує організм студентів життєво необхідними речовинами. Соціальний ефект впровадження розроблених фаршів полягає у розширенні асортименту продукції ресторанного господарства, поліпшенні споживних властивостей продукції, сприянні збереженню здоров'я населення та захисті організму людини від негативної дії довкілля.

Література

1. Збірник рецептур страв і кулінарних виробів з використанням біологічно активних добавок. – К.: Книга, 2004. – 428 с.
2. Использование биологических ресурсов Мирового океана / Под ред. Н.В. Парина, С.А. Студенецкого. – М.: Изд-во Наука, 2001. – 215 с.
3. Технологія харчових продуктів функціонального призначення [Монографія] / М.І.Пересічний, М.Ф.Кравченко, Д.В. Федорова, О.В. Кандалей, С.М. Пересічна, О.В. Шевченко, Г.Б. Собко – Київ: КНТЕУ, 2007. – 567 с.

УДК 641.52

НОВЕ В ТЕХНОЛОГІЯХ ОВОЧЕВИХ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ

Калакура М.М., канд. техн. наук, професор, Щирська О.В., асистент
Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна», м. Київ

У статті розглянуті можливості використання рослинних добавок у технологіях кулінарних виробів. Використано ламінарію які харчову добавку в технологіях фаршевих систем та розглянуто мінеральний і вітамінний склад готових виробів з ламінарією.

In the article to look at the use of vegetable additions is offered in technology of production of flour pastry shops foods. Used up luminary including food additive in technology stuffing system and the use mineral and vitamin structure finished manufactures with luminary.

Ключові слова: кулінарні вироби, гідроколоїди, водорості, фарш, емульсії, ламінарія.

На сьогодні важливим завданням є зменшення негативного впливу довкілля на людину. Порушена екологія та неповноцінне харчування призводять до зниження опірності організму, поширення хвороб, пов'язаних з порушенням обміну речовин. Традиційні продукти харчування не забезпечують профілактичного ефекту та не є оздоровчими. Використання природних компонентів – вітамінів, макро- та мікроелементів, харчових волокон, які здатні підсилювати та змінювати метаболізм, підвищувати резистентність організму, дозволить забезпечити населення продуктами харчування оздоровчого призначення. У закладах ресторанного господарства для раціонального харчування перспективним є використання рослинних добавок: водоростеві продукти, овочеві порошки, борошно із зерен, оброблених ІЧ-опромінюванням, рослинні гідроколоїди тощо. Враховуючи вищезазначене та з урахуванням недостатності на ринку продуктів оздоровчого призначення, розроблення нових технологій продуктів харчування на основі функціональних рослинних інгредієнтів є актуальним.

З метою зниження дефіциту макро- та мікроелементів, вітамінів, харчових волокон у раціоні харчування населення все більшого використання набувають морські водорості та продукти їх переробки. Із червоних морських водоростей отримують агар та каррагінан, із бурих – альгінат. Вони є гідроколоїдами та дуже широко використовуються в кондитерській промисловості як загусники та гелеутворювачі, стабілізатори пін, емульсії та суспензії. Вони регулюють консистенцію, змінюють властивості напівфабрикатів та готової продукції, а також формують необхідні реологічні властивості.

Для кулінарного використання водорості заготовляють у мороженому, солоному та сухому вигляді. Продукти переробки водоростей урізноманітнюють смак хлібобулочних, рибних, вино-горілчаних, кулінарних та інших продуктів.

Розчини альгінатів використовують для поліпшення структурних властивостей харчових продуктів (майонезу, маргарину, соусів, сирів, морозива, згущеного молока, кави, какао), а також для заморожування м'яса, риби, морських безхребетних. Їх додають у соуси, майонези, креми. Однак ми не знайшли в літературі досліджень з проблем використання водоростей у виробництві овочевої кулінарної продукції. Наші дослідження ми спрямували на вирішення цієї проблеми.

При виборі гідроколоїдів, які найбільш ефективно вирішують конкретні технологічні вимоги, ми звернули увагу на наступне:

— визначення дозування добавки для отримання необхідних реологічних властивостей харчового виробу (підвищення в'язкості);

— визначення харчової системи (наявність кислоти та її концентрація, вміст сухих речовин);

— визначення сумісності гідроколоїду (проявляє синергетичні властивості) з іншими компонентами рецептурної суміші;

— визначення температурного режиму та тривалості температурного процесу;

— підбір необхідного існуючого обладнання;

— визначення вартості гідроколоїду для забезпечення економічної доцільності.

Відомо, що навіть у невеликій кількості гідроколоїди значно покращують та зберігають структуру готових продуктів, надаючи при цьому покращені смакові відчуття. Всі технологічні функції гідроколоїди виконують завдяки особливостям хімічної будови та своїм фізико-хімічним властивостям.

З хімічної точки зору агар побудований, з незначними варіаціями, із переміжних молекул D-галактози і 3,6-ангідро-L-галактози з незначним вмістом сульфатного ефіру [1].

Агар є самостійним гелеутворювачем завдяки вмісту в ньому агарози, шляхом утворення водневих зв'язків. Із агарози утворюються так звані «фізичні гелі». Завдяки своїм властивостям ці гелі містять всередині клітин сітки, що утворена молекулами гелеутворення, велику кількість води, яка може вільно переміщатися всередині макросітки. Важливою властивістю цих гелів є їх оборотність. Вони плавляться при нагріванні та знову перетворюються в гель при охолодженні.

Синергетична дія суміші агару (отримані з водоростей роду Gelidium і Pterocladia) з камеддю рожкового дерева збільшує міцність гелю і змінює його текстуру, покращуючи еластичність. Агари, що отримані з водоростей роду Gracilaria, з камеддю рожкового дерева не проявляють такі синергічні властивості.

Гелеутворювальна здатність агару знижується при кислотному гідролізі при зниженому значенні pH. Однак, якщо агар не піддається тривалому температурному впливу при pH нижче 5,5, то гідроліз не впливає на процес гелеутворення.

Каррагінан – це лінійний полісахарид з високою молекулярною масою, містить повторювальні дисахаридні фрагменти із галактози і 3,6-ангідрогалактози, як у сульфатній, так і в несульфатній формах, які з'єднані α-(1→3) і β-(1→4) глікозидними зв'язками. Існують основні типи каррагінанів: лямбда-, каппа- і йота [1].

Здатність підвищувати в'язкість і утворювати гелі у різних типів каррагінанів неоднакова. Наприклад, каппа-каррагінани утворюють твердий гель з іонами калію. Йота-каррагінани взаємодіють з іонами кальцію і утворюють м'які, еластичні гелі.

Всі каррагіни розчинні в гарячій воді. Однак тільки лямбда-каррагінани розчинні в холодній воді. Лямбда-каррагінани утворюють в'язкі розчини, які володіють псевдопластичністю. Такі розчини використовуються як загусники. При зміні температури та pH розчини каррагінанів змінюють властивості гелів.

Розчини каррагінанів та інших гідроколоїдів, наприклад камедь рожкового дерева, утворюють міцні еластичні гелі з низьким синерезисом.

Альгінати являють собою ряд нерозгалужених бінарних сополімерів, утворені залишками β-D-манурової кислоти та α-L-гулурової кислоти, з'єднаних (1→4)-зв'язком. На відміну від інших гідроколоїдів гелеутворювальна здатність не залежить від температури. Однак, кінетика гелеутворення може змінюватися при зміні температури [1]. Альгінатні гелі стабільні при нагріванні. Ця властивість дає можливість використовувати альгінати в технології кремів для випічки. Однак, тривале нагрівання при низьких або високих значеннях pH може призвести до дестабілізації гелю.

Альгінат є поліелектролітом, тобто альгінати можуть взаємодіяти з іншими зарядженими полімерами (білками), що призводить до підвищення в'язкості.

Поряд з вищенаведеними гідроколоїдами в харчовій промисловості, зокрема кондитерській, широко використовуються камеді рослинного походження: гуара, рожкового дерева, тари та мікробного – ксантанова камедь. У кондитерській промисловості вони використовуються завдяки своїй здатності зв'язувати вологу, що попереджає висихання продукту, а також погіршують умови для розвитку мікроорганізмів.

Широку популярність у населення мають кулінарні вироби з фаршем. Асортимент фаршів дуже різноманітний. Виробники пропонують м'ясні, печінкові, овочеві, фруктові, фруктово-ягідні, джеми, желейні наповнювачі для кулінарних, борошняних та кондитерських виробів.

Фарш являє собою складну полідисперсну систему коагуляційного типу, яка складається з білків, жиру та води. Основні властивості фаршу – це вологоутримувальна та гелеутворювальна здатність. Стійкість фаршу характеризує зв'язана кількість вологи та жиру і визначається відношенням маси бульйону і жиру, що виділяються в процесі термічної обробки. Для поліпшення смаку, кольору та аромату готової продукції, регулювання вологоутримувальних властивостей використовують велику кількість харчових добавок, що також впливають на структуру м'ясного фаршу, істотно збільшують терміни зберігання, доповнюють хімічний склад продукції відсутніми біологічно активними добавками.

Фруктові фарші виготовляють уварюванням фруктового пюре з цукром [2]. До складу фруктового пюре входять пектинові речовини, які здатні утворювати гель. При уварюванні рецептурної суміші відбувається гідроліз пектинових речовин. Від дії високої температури та pH середовища залежить ступінь гідролізу та утворення редукуючих речовин.

Фарші, виготовлені за традиційною технологією, втрачають харчову цінність, аромат та колір готового продукту, не забезпечують потрібних структурно-механічних властивостей готових виробів. Тому актуальним є введення в технологію фаршевих систем структуроутворювачів рослинного походження.

Багатьма вченими досліджувалися технології виробництва фаршів, соусів, начинок, паст та покращувалися їх структурно-механічні, органолептичні властивості.

Використання напівфабрикату кісткового харчового у технології м'ясних фаршів збільшує їх вологоутримувальну здатність [3]. Також підвищується волоутримувальна здатність м'ясних емульсій завдяки використанню в їх технологіях екструдованого гороху. При використанні екструдатів зернобобових у технологіях паст емульсійного типу отримується агрегативно стійка емульсія [4]. Як стабілізатор соусів емульсійного типу використане гідротермооброблене борошно вівсяної та перлової круп [5]. Для поліпшення структурно-механічних властивостей, харчової цінності, підвищення в'язкості та міцності структури емульсії використовується подрібнене насіння амаранту багряного [6].

При виробництві наповнювачів для кулінарних виробів особливої уваги заслуговує ламінарія. Вона містить багато брому та йоду, а також високомолекулярний полісахарид ламінарій (до 21 %), маніт (до 91 %), L-фруктозу (до 4 %), альгінову кислоту (до 25 %), вітаміни групи В. Однією з найбільших переваг ламінарії є наявність у ній йоду в органічній формі.

Ламінарія сприяє поліпшенню травлення і обмінних процесів організму, зміцненню імунітету, нормалізації функції щитовидної залози, центральної нервової і серцево-судинної системи, виводить токсини, радіонукліди, холестерин, усуває вітамінно-мінеральну недостатність, а також сприяє очищенню крові в організмі.

Технологічні властивості обумовлюються хімічним складом ламінарії. В її складі містяться альгінати, що призводить до зв'язування вологи в харчових продуктах. При цьому отримують вироби більш соковиті, що мають пружну консистенцію, ніжний смак.

При розробці нових виробів функціонального та оздоровчого призначення з ламінарією потрібно звернути увагу на колір порошку ламінарії, який має виражений темно-зелений колір. На колір можна вплинути температурним режимом приготування виробів.

Нами була вивчена можливість використання ламінарії в технологіях капустяного та картопляного фаршів як начинки для борошняних виробів.

Добова потреба організму в йоді становить 200 мкг на добу. Експериментально була встановлена оптимальна кількість добавки, яка складає 1% від всієї маси виробу. При такій концентрації потреба організму в йоді задовольниться на 60 %.

Було встановлено, що готові страви з ламінарією, порівняно зі зразком, утримують на 2 % вологи більше (табл. 1).

Таблиця 1 – Втрата вологи у виробах

	Зразок (традиційна рецептура)	Дослід (з ламінарією)
Маса напівфабрикату, г	330	330
Маса готового виробу, г	275	279
Втрата вологи з виробу, г	55	51
Втрата вологи в виробах, %	16,6	15,45

Розглянуто мінеральний та вітамінний склад готових виробів з ламінарією. Дані наведені в таблицях 2 і 3.

Таблиця 2 – Склад мінералів та вітамінів у страві «Рулет з картопляним фаршем з ламінарією»

Сировина	Мінеральні речовини та вітаміни, мг											
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	β-каротин	B_1	B_2	PP	C	I (мкг)
Картопля	22,4	454,4	8	18,4	46,4	0,72	0,016	0,096	0,08	0,24	24	0,005
Крохмаль	0,48	1,2	3,2	сл	6,16	-	-	-	-	-	-	-
Морква	5,52	50	12,24	0,912	13675	0,175	2,25	0,072	0,0175	0,24	1,25	-
Цибуля	4,32	42	7,44	3,36	6,24	0,24	0,48	0,0048	0,24	0,072	7,2	-
Гриби	5,25	900	-	26	300	4,17	-	0,075	0,55	16,25	-	-
Всього у страві	37,97	1447	30,88	48,67	358,8	5,305	2,746	0,248	0,887	16,80	32,45	0,005
Ламінарія	90	125	19	19	-	0,04	-	-	-	-	-	120
Всього з ламінарією	127,97	1572,6	49,88	67,672	358,8	5,345	2,746	0,2478	0,8875	16,802	32,45	120,005

Таблиця 3 – Склад мінералів та вітамінів у страві «Пиріг з капустяним фаршем з ламінарією»

Сировина	Мінеральні речовини та вітаміни, мг											
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	β-каротин	B_1	B_2	PP	C	I (мкг)
Капуста	10,4	148	20,813	13,6	40,8	1,12	0,016	0,096	0,052	1,04	16	-
Борошно	6	88	12	22	57,5	1,05	-	0,12	0,04	1,10	-	-
Сметана	10,5	32,7	25,8	24	18	0,06	0,018	0,009	0,03	0,03	-	-
Цибуля	4,32	42	7,44	3,36	6,24	0,24	0,48	0,0048	0,24	0,072	7,2	-
Гриби	5,25	900	-	26	300	4,17	-	0,075	0,55	16,25	-	-
Масло вершкове	7,5	2,3	2,2	0,3	1,9	0,02	0,059	-	0,01	0,01	-	-
Всього у страві	43,97	1213	68,253	89,26	424,44	6,66	0,573	0,3048	0,922	18,502	23,2	
Ламінарія	90	125	19	19	-	0,04	-	-	-	-	-	120
Всього з ламінарією	133,97	1338	87,253	108,26	424,44	6,7	0,573	0,3048	0,922	18,502	23,2	120

Використання ламінарії в технологіях фаршевих систем для кулінарних виробів дозволить задовольнити потребу організму людини в йоді на 60 %, розширити їх асортимент, отримати готові вироби з більш соковитою та ніжною консистенцією, а також створити харчові продукти функціонального та оздоровчого призначення.

Література

1. Справочник по гидроколлоидам / Г.О. Филлипс, П.А. Вильямс (ред.). Пер. с анг. под ред. А.А. Кочетковой и Л.А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.
2. Сборник рецептур мучных, кондитерских и булочных изделий, – СПб.: ПРОФИКС, 2008. – 296 с.
3. Технологія м'ясних фаршевих виробів спеціального призначення з використанням напівфабрикату кісткового харчового: автореф. дис… канд. техн. наук: 05.18.16 / А.О. Колесник; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Х., 2008. – 19 с.
4. Технологія паст емульсійного типу з використанням зернобобової сировини: автореф. дис… канд. техн. наук: 05.18.16 / В.А. Большакова; Харк. держ. академія технології та організації харчування. – Х., 2001. – 18 с.
5. Технологія соусів емульсійного типу з використанням борошна вівсяної та перлової круп: автореф. дис… канд. техн. наук: 05.18.16 / І.В. Чоні; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Х., 2007. – 21 с.
6. Розробка технології соусів емульсійного типу з використанням амаратну багряного: автореф. дис… канд. техн. наук: 05.18.16 / Л.В. Крилова; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Х., 2003. – 15 с.

УДК 664.696.017:620.2

ТОВАРОЗНАВЧА ОЦІНКА НОВИХ ВИДІВ ЕКСТРУДОВАНИХ ЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

Мардар М.Р., канд. техн. наук, доцент, Валевська Л.О., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Наведено товарознавчу оцінку якості нових видів екструдованих зернових продуктів підвищеної харчової цінності, яка включає в себе комплекс різноманітних показників, а саме, органолептичні властивості, харчову та біологічну цінність і показники безпечності.

An assessment of commodity as new types of extruded grain products increased nutritional value, which includes a range of different indicators, namely, organoleptic properties, nutritional and biological value and safety performance.

Ключові слова: екструдовані зернові продукти, товарознавча оцінка, органолептичні властивості, харчова та біологічна цінність, показники безпечності.

Екструдовані продукти (сухі сніданки) – особлива група харчових товарів, що характеризується низьким вмістом вологи, тривалим терміном зберігання, можливістю використання в домашньому та громадському харчуванні, легкістю модифікації рецептур і технологічного процесу. Дані продукти користуються великим попитом у різних груп населення, включаючи дітей, підлітків, людей похилого віку [1, 2]. Асортимент екструдованих продуктів, які виробляються за кордоном, досить великий (більше 400

найменувань). Тільки в США виробляється та реалізується продуктів типу готових сніданків на суму більше 2 млрд. дол. США на рік, при цьому їх випуск щороку збільшується на 3 % [3]. В Україні виробництвом таких продуктів харчування займаються на підприємствах Дніпропетровська, Києва, Луганська. Проте асортимент зазначених виробів на ринку України досить обмежений і не завжди відповідає вимогам споживчого попиту, а саме більшість сухих сніданків не збалансовані за складом основних харчових речовин, містять значну кількість легкозасвоюваних вуглеводів, жирів, цукрів, солі, шкідливих для організму синтетичних харчових добавок (барвники, емульгатори, ароматизатори та ін.) [4, 5].

Тому актуальним є напрямок розробки й товарознавчої оцінки якості нових видів екструдованих зернових продуктів із включенням різних видів збагачувальних добавок, як тваринного, так і рослинного походження, з метою створення продуктів підвищеної харчової цінності.

В якості основної сировини для виробництва нових видів продуктів вибрана пшенична та кукурудзяна крупа, в якості додаткової – м'ясні компоненти (яловича печінка, м'ясо яловичини), які дозволять збагатити готову продукцію білковими речовинами. З метою надання готовим виробам гарних органолептичних властивостей запропоновано вводити коренеплідні овочі (морква, селера, петрушка), суміш пряноощів. Для підвищення вмісту вітамінів, макро- і мікроелементів до складу продуктів вводили вітамінно-мінеральну суміш, сіль кухонну йодовану.

Для проведення товарознавчої оцінки якості нових видів екструдованих зернових продуктів у промислових умовах вироблені такі зразки:

Контроль – суміш екструдованої пшеничної та кукурудзяної крупи;

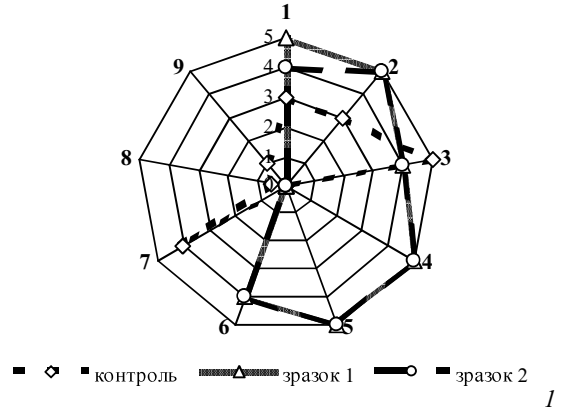
Зразок 1 – суміш екструдованої пшеничної та кукурудзяної крупи з включенням яловичої печінки, коренеплідних овочів, вітамінно-мінеральної добавки, пряноощів, йодованої солі;

Зразок 2 – суміш екструдованої пшеничної та кукурудзяної крупи з включенням м'яса яловичини, коренеплідних овочів, вітамінно-мінеральної добавки, пряноощів, йодованої солі.

Товарознавча оцінка включала в себе комплекс різноманітних показників, а саме, органолептичні властивості, харчову та біологічну цінність і показники безпечності.

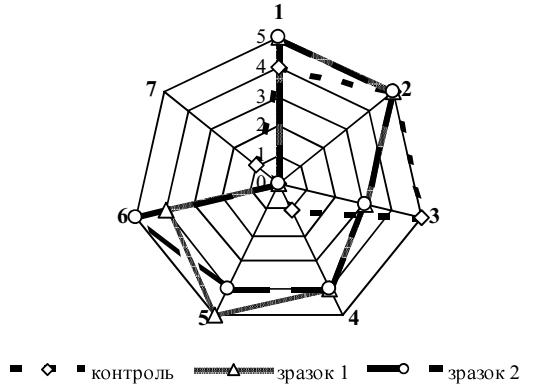
Згідно з ДСТУ ISO 6658:2005 органолептичний аналіз проводився за допомогою аналітичної оцінки описовим методом (метод профілювання) та методом використання шкал та категорій (балова оцінка).

Для дослідження таких значущих складових споживних властивостей екструдованих зернових продуктів, як «смак», «запах», «колір» і «структура» використовували метод профілювання, сутність якого полягає в тому, що складне поняття одного з органолептичних властивостей представляють у вигляді сукупності простих складових, які оцінюються дегустаторами за якістю, інтенсивністю і порядком проявлення [6]. Цей метод є найбільш інформативним, оскільки він охоплює всі аспекти сенсорної якості продуктів харчування і дозволяє виявити, які складові смаку, запаху, кольору і структури найбільше відповідають за споживні властивості продукту, а також встановити вплив рецептурних компонентів на формування вказаних властивостей екструдованих продуктів [7, 8]. На дегустацію були представлені панелі дескрипторів смаку, кольору, запаху і структури і за умовною п'ятибальною шкалою дегустатори проставляли свої бали. Результати наведені на рис. 1-4.



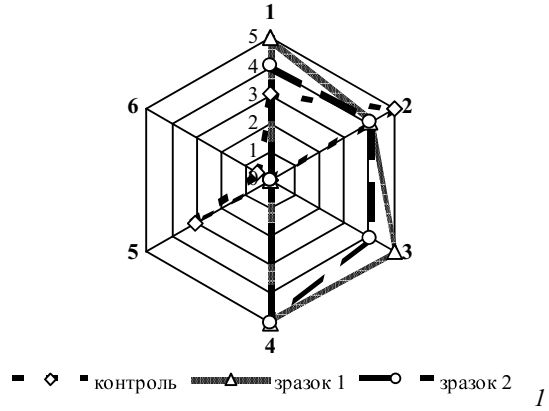
1 – загальне враження; 2 – гармонійний; 3 – зерновий; 4 – пряний; 5 – м'ясний; 6 – солоний; 7 – прісний; 8 – прогірклий; 9 – неприємний післясмак

Рис. 1 – Профілограма смаку зразків екструдованих продуктів



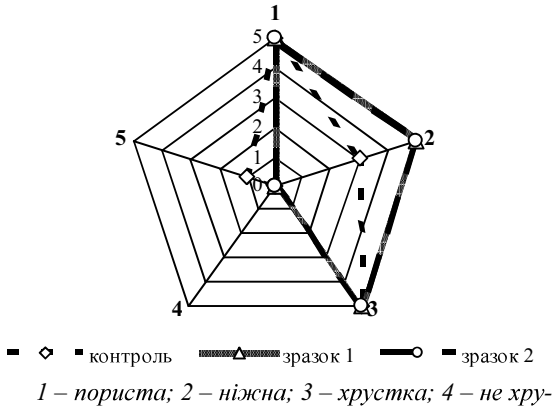
1 – привабливий; 2 – рівномірний; 3 – світло-жовтий; 4 – жовтий; 5 – жовтий з кремовим відтінком; 6 – жовтий з кофейним відтінком; 7– нерівномірний

Рис. 2 – Профілограма кольору зразків екструдованих продуктів



1 – виражений; 2 – зерновий; 3 – пряний; 4 – м'ясний; 5 – слабковиражений; 6 – сторонній

Рис. 3 – Профілограма запаху зразків екструдованих продуктів



1 – пориста; 2 – ніжна; 3 – хрустка; 4 – не хрустка; 5 – груба

Рис. 4 – Профілограма структури зразків екструдованих продуктів

Як видно з профілограм, наведених на рис. 1–4, зразки екструдованих зернових продуктів, збагачених м'ясними компонентами і коренеплідними овочами, характеризувалися гармонійним смаком, приємним м'ясним, пряним і злегка зерновим присмаком, привабливим, рівномірним, різних відтінків кольором, вираженим запахом, пористою, хрусткою структурою. Необхідно відзначити, що введення збагачувальних добавок до складу екструдованих зернових продуктів сприяє тому, що структура дослідних зразків стає більш ніжною.

Дегустаційна комісія оцінювала також екструдовані продукти відповідно до розробленої нами балової оцінки [9], яка обумовлена тим, що до складу нового продукту вводяться різні види добавок, які надають готовому продукту певного смаку, аромату, змінюється зовнішній вигляд продукту, його структура, тобто новий продукт відрізняється від традиційних продуктів, для яких існує органолептична оцінка і яка не дозволяє дати повну характеристику новим виробам. Результати дегустаційної оцінки наведено в табл. 1.

Як видно, зразки, збагачені м'ясними компонентами, отримали найбільшу кількість балів, що відповідає категорії якості «відмінно».

Наступним етапом роботи було визначення харчової цінності нових видів екструдованих зернових продуктів (табл. 2). Порівняльний аналіз показників харчової цінності дослідних зразків і контролю показав, що розроблені збагачені продукти (зразки 1, 2) володіють підвищеною харчовою цінністю порівняно з контрольним зразком, а саме містять значну кількість білка, незначну кількість жиру і крохмалю, і, відповідно, характеризуються низькою енергетичною цінністю.

Таблиця 1 – Оцінка органолептичних показників якості зразків екструдованих зернових продуктів, бали

Найменування зразків	Найменування показників без коефіцієнта вагомості / з коефіцієнтом вагомості					Загальний показник якості	Категорія якості
	Зовнішній вигляд	Колір	Структура	Смак	Запах		
Контроль	4,6±0,32	4,1±0,22	4,6±0,32	4,0±0,30	4,0±0,34	4,23	добре
	0,69	0,62	0,92	1,20	0,80		
Зразок 1	4,9±0,42	4,9±0,38	4,9±0,40	4,9±0,34	4,9±0,40	4,91	відмінно
	0,74	0,74	0,98	1,47	0,98		
Зразок 2	4,9±0,42	4,9±0,40	4,9±0,38	4,8±0,39	4,9±0,42	4,86	відмінно
	0,74	0,74	0,98	1,44	0,96		

Таблиця 2 – **Харчова цінність зразків екструдованих зернових продуктів (г/100 г продукту)**

P≥0,95, n=3

Показники	Зразки		
	Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Білки	11,15	14,88	15,16
Жири	1,35	2,16	2,09
Крохмаль	76,51	63,24	64,35
Моно- і дисахариди	2,48	2,69	2,76
Клітковина	1,27	0,98	0,95
Зольні речовини	0,91	3,66	3,65
Співвідношення крохмаль: білок	1:6,9	1:4,3	1:4,2
Енергетична цінність, кДж	1560	1436	1457

Введення до складу екструдованих продуктів м'ясних компонентів, коренеплідних овочів, а також вітамінно-мінеральної суміші, яка містить вітаміни групи В, ніацин, аскорбінову кислоту та мінеральні речовини (Ca, Fe), приводить до збагачення їх необхідними вітамінами, а також макро- і мікроелементами (табл. 3).

Таблиця 3 – **Вітамінний та мінеральний склад екструдованих зернових продуктів (мг/100 г)**

P≥0,95, n=3

Показники	Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Вітаміни:			
B_1 (тіамін)	0,10	0,38	0,22
B_2 (рибофлавін)	0,13	1,25	0,53
Віт. С (аскорбінова кислота)	0	4,65	1,40
РР (ніацин)	1,12	2,45	1,62
Фолієва кислота (фолацин)	0,01	0,11	0,03
Мінеральні речовини:			
Калій	160	210	289
Кальцій	83	145	152
Магній	85	140	145
Фосфор	180	208	211
Залізо	3,21	5,01	4,21
Йод	0	0,94	0,98
Співвідношення Ca: P: Mg	1:0,5:0,4	1:0,7:0,6	1:0,7:0,6

Збагачення екструдованих зернових продуктів м'ясними компонентами дозволило підвищити біологічну цінність даних виробів і наблизити амінокислотний скор лімітуючих, для зернових, амінокислот (валін, лізин, треонін, метіонін+цистін) до оптимальних значень (табл. 4).

Таблиця 4 – **Амінокислотний скор білка екструдованих зернових продуктів**

P≥0,95, n=3

Незамінні амінокислоти		Шкала ФАО/ ВООЗ	Зразки екструдованих продуктів		
			Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Валін	мг/ 1 г білка	50	46,0	54,6	55,0
	скор		92,0	109,2	110
Ізолейцин	мг/ 1 г білка	40	39,5	45,2	47,1
	скор		98,8	113	117,8
Лейцин	мг/ 1 г білка	70	72,8	86,5	85,1
	скор		104	123,6	121,6
Лізин	мг/ 1 г білка	55	30,7	55,1	58,5
	скор		55,8	100,2	106,4
Метінін + Цистин	мг/ 1 г білка	35	33,7	40,0	41,0
	скор		96,3	114,3	117,1
Треонін	мг/ 1 г білка	40	29,8	40,2	47,6
	скор		74,5	100,5	119
Фенілаланін + тирозин	мг/ 1 г білка	60	93,7	107,4	104,2
	скор		156,2	179	173,7
Триптофан	мг/ 1 г білка	10	7,2	10,3	10,0
	скор		72	103	100

Не менш важливе значення при розробці нових продуктів потрібно приділяти показникам безпечності. Відомо, що наявність, кількість та видовий склад мікроорганізмів у продуктах не лише обумовлюють їх безпеку для споживачів, але й можуть впливати на їх якість та споживні властивості, тому зразки досліджувались на предмет наявності в них мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, бактерії групи кишкової палички (коліформи), патогенних мікроорганізмів, мікроміцетів. Ці мікроорганізми вважаються санітарно-показовими, оскільки їх вміст суворо нормується нормативною документацією (табл. 5).

Таблиця 5 – Мікробіологічні показники екструдованих зернових продуктів

P≥0,95, n=3

Назва показника	Допустимий рівень [10]	Номери зразків		
		Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше	$5\cdot10^4$	$0{,}52\cdot10^3$	$0{,}72\cdot10^3$	$1{,}8\cdot10^3$
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 0,1 г	не дозволено	не виявлено		
Патогенні мікроорганізми, а також бактерії роду Сальмонела, в 50 г	не дозволено	не виявлено		
Сульфітредукуючі клостридії, в 0,01 г	не дозволено	не виявлено		
Плісняві гриби, КУО в 1 г, не більше	$5\cdot10^2$	не виявлено		
Staph. Aureus, в 1 г	не дозволено	не виявлено		
B. cereus, КУО в 1 г, не більше	$1\cdot10^2$	не виявлено		

Окрім мікробіологічних показників, у розроблених продуктах визначали вміст токсичних елементів, мікотоксинів і радіонуклідів (табл. 6). За результатами проведених досліджень встановлено, що за показниками безпечності розроблені продукти повністю відповідають вимогам нормативної документації, що говорить про санітарно-гігієнічну безпечність нових продуктів харчування.

Соціальна значущість розроблених екструдованих зернових продуктів полягає у розширенні асортименту зернових продуктів підвищеної харчової цінності й підвищенні конкурентоспроможності вітчизняних і зниженні обсягів імпорту закордонних сухих сніданків. На відміну від існуючих на ринку сухих сніданків, розроблені продукти створені на основі натуральної сировини, не містять синтетичних харчових добавок, вживання яких є небезпечним для здоров'я людини. Що важливо для споживачів, нові продукти зручні у зберіганні та транспортуванні, не потребують додаткової кулінарної обробки.

Таблиця 6 – Вміст токсичних елементів, мікотоксинів, радіонуклідів у зразках продуктів

P≥0,95, n=3

Назва показника	Допустимий рівень [10]	Зразки		
		Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Токсичні елементи, мг/кг:				
ртуть	0,03	0,0035	<0,003	
кадмій	0,1	0,0019	0,0018	0,0008
свинець	0,5	0,18	0,17	0,15
миш'як	0,2	0,21	<0,1	
мідь	10,0	0,50	0,29	0,48
цинк	50,0	2,2	1,44	1,98
Мікотоксини, мг/кг:				
афлатоксин B_1	0,005	0,001	<0,001	
зеараленон	0,1	0,01	<0,01	
дезоксиніваленол	0,7	0,25	<0,2	
Радіонукліди, Бк/кг:				
Cs^{137}	600	15,5	14,35	15,29
Sr^{90}	200	3,65	3,38	3,11

Розроблені продукти можуть бути зручні та корисні для широких верств населення – у харчуванні військовослужбовців, туристів, працівників у відрядженні, підлітків, студентів та ін. верств населення.

Висновки

Наведено товарознавчу оцінку якості нових видів екструдованих зернових продуктів підвищеної харчової цінності і показано, що розроблені продукти мають високі споживні властивості, а саме, характеризуються гарними органолептичними показниками, високою харчовою та біологічною цінністю, за показниками безпечності повністю відповідають вимогам нормативної документації на зернову продукцію.

Література

1. Хорошева И.Г. Использование нетрадиционного сырья для производства чипсов [Текст] / И.Г. Хорошева, Е.А. Назаренко, В.Н. Ковбаса // Пищевая промышленность. – 2003. – № 3. – С. 72-73.
2. Мерко И.Т. Исследование качества сухих зерновых завтраков [Текст] / И.Т. Мерко, Т.Ю. Шварц // Зернові продукти і комбікорми. – 2006. – № 2. – С. 39-41.
3. Алферников О.Ю. Технология и оборудование экструзионной обработки животного и растительного сырья [Текст] / О.Ю. Алферников, А.С. Щубко // Известия Вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 3. – С. 87-89.
4. Мардар М.Р. Якісна ідентифікація сухих сніданків, які реалізуються в роздрібній торговельній мережі м. Одеси [Текст] / М.Р. Мардар, Л.О. Валевська, К.В. Рязанова, К.О. Шавала // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса, 2008. – Вип. 34. – Т. 1. – С. 244-248.
5. Мардар М.Р. Промоніторимо перспективи ринку екструдованих зернових продуктів, зокрема збагачувальних добавок і виробів підвищеної харчової цінності [Текст] / М.Р. Мардар, Л.О. Валевська // Зерно і хліб. – 2009. – № 1 (53). – С. 12-13.
6. Родина Т.Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров [Текст]: учебник для студентов вузов / Т.Г. Родина. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 208 с.
7. Дослідження сенсорне. Методологія. Ранжування харчових продуктів за допомогою методів із використанням шкал та категорій: ДСТУ ISO 4121:2005 [чинний від 2006-07-01]. – Держспоживстандарт України. – К. – 15 с.
8. Ємченко І.В. Сенсорний аналіз: Практикум. Навчальний посібник / І.В. Ємченко, А.О. Троякова, А.П. Батутіна, М.Ю. Барна, М.М. Мартинюк, М.Я. Гавриляк. – Л., ВФ Афіша, 2009. – 328 с.
9. Мардар М.Р. Органолептична оцінка якості нових видів екструдованих сухих сніданків [Текст] / М.Р. Мардар, Л.О. Валевська // Вісник / Дон. нац. ун-т екон. і торг. ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2009. – № 1 (41). – С. 147-152.
10. Концентрати харчові. Сніданки сухі. Загальні технічні умови. ДСТУ 2903:2005. – [чинний від 2006-07- 01]. – Держспоживстандарт України. – К. – 18 с.

УДК 637.34:664.87:635.62.002.33:678.048

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ТОНІЗУЮЧИХ НАПОЇВ ТА ДРЕСІНГІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ ТА НАНОСТРУКТУРОВАНОГО ПЛОДООВОЧЕВОГО ПЮРЕ

Павлюк Р.Ю., д-р техн. наук, професор, Погарська В.В., канд. техн. наук, доцент, Берестова А.А., аспірант, Крячко Т.В., канд. техн. наук, Лавриненко В.В., магістр.
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Робота присвячена розробці інноваційних технологій отримання натуральних функціональних тонізуючих напоїв з використанням молочної сироватки та наноструктурованого плодоовочевого пюре. Розроблені нанотехнології наноструктурованого пюре із лимонів і апельсинів з цедрою, гарбуза та яблук з рекордними характеристиками. На їх основі та з використанням молочної сироватки розроблені протеїнові енергетичні тонізуючі напої, в яких значна частина БАР знаходиться в іономолекулярному стані, проведена їх апробація у виробничих умовах та розроблена нормативна документація.

The work is dedicated to developing innovative technologies for natural functional soft drinks using whey and nanostructured fruit purees. Developed nanotechnology nanostructured mashed lemons and oranges, with

peel, pumpkini and apples with record characteristics. Based on these and of whey protein developed energy soft drinks, where a significant portion of BAS is located in a monomolecular state, held their testing in a production environment and a normative documentation.

Ключові слова: молочна сироватка, наноструктуроване пюре, функціональні тонізуючі напої, дресінги, механоактивація, механодеструкція.

Мета роботи – розробка інноваційних технологій отримання функціональних натуральних тонізуючих напоїв та дресінгів з використанням молочної сироватки (МС) та наноструктурованного плодоовочевого пюре, а також концентрованого яблучного соку та екстрактів із нетрадиційної лікарської та пряноароматичної рослинної сировини (НЛПАРС) з високим вмістом ненасичених фенольних сполук, ароматичних речовин та протеїнів.

За даними ЮНЕСКО, у міжнародному прогнозі «Харчування. XXI століття», розробка і створення комбінованих натуральних молочно-рослинних функціональних продуктів харчування з використанням рослинних добавок визнано привалюючим напрямком у здоровому харчуванні. Особлива увага приділяється кисломолочним низькокалорійним напоям з використанням МС. Загальновизнаним є той факт, що використання в раціонах харчування МС в комбінації з різними фруктами, ягодами та соками стало модною тенденцією в здоровому харчуванні. Нові інноваційні варіанти функціональних продуктів на МС базуються на введенні в неї різних видів натуральної рослинної сировини. В розвинутих країнах споживання загально відомих напоїв на основі МС у споживачів позиціонується з «здоровими» низькокалорійними продуктами, та такими поняттями як «спортивний спосіб життя», «фітнес», «здоров'я», «користь» та ін.

Сироватка є джерелом незамінних амінокислот. Поряд з широким асортиментом напоїв на питній сироватці на міжнародному ринку з'явились й інші продукти, в склад яких входить сироватка. Це десерти, дресінги, соуси, спреди, снеки та ін. Особливою популярністю користуються напої-тоніки для спортсменів та молоді, які крім протеїнів, містять рослинні адаптогенні та антиокислювальні речовини фенольної та терпеноїдної природи, що знаходяться в нетрадиційній лікарській рослинній сировині (наприклад, в полині лимонній, коренях женьшеню, цикорію, солодки голої, родіолі рожевій, квітках ехінацеї та ін.) та натуральних рослинних пряноцах. Відомо, що в європейських країнах завжди користувались заслуженою популярністю соковмісні напої. Наявність в напоях соків або пюре в незначній кількості надає їм повноту смаку, неповторність аромату та вишуканість. Крім того, натуральні соки, плодово-ягідні та овочеві пюре є джерелом вітамінів, природних антиоксидантів фенольної та терпеноїдної природи, мінеральних речовин, полісахаридів та ін. В Україні та країнах СНД широке розповсюдження напоїв з використанням соків та пюре стримує перш за все їх висока ціна, так як натуральні соки та пюре мають більш високу ціну ніж смакові ароматичні добавки. Оскільки стопроцентні натуральні соки та нектари з високим вмістом фруктової основи доступні за ціною далеко не всім прошаркам населення, особливу актуальність набувають розробки в області комбінованих фруктових напоїв на основі МС та функціональних соків і пюре. МС є вторинною молочною сировиною, побічним продуктом в молочній промисловості при отриманні кисломолочного сиру та сиркових виробів, тому напої на її основі можуть бути доступними за ціною для переважної частини населення. В Україні МС поки що не знайшла належного застосування в харчових продуктах, в тому числі й при виготовленні безалкогольних напоїв. Їх асортимент значно обмежений. Об'єм МС в Україні складає 1685,7 тис. т на рік. В зв'язку з цим актуальним є розробка інноваційних технологій комбінованих функціональних молочно-рослинних тонізуючих напоїв з використанням як МС так і плодоовочевих соків і пюре.

В роботі використані нові інновації – нанотехнології отримання нових високовітамінних та антиоксидантних пастоподібних добавок – наноструктурованих пюре із гарбуза, моркви, журавлини, чорноплідної горобини, лимонів і апельсинів з цедрою разом, яблук та ін., які вперше в міжнародній практиці розроблено на кафедрі технологій переробки плодів, овочів і молока ХДУХТ. Нанотехнології отримання плодоовочевого пюре від традиційних відрізняється тим , що вони дозволяють отримати пюре із ягід, плодів і овочів в наноструктурованій формі з унікальними якісними характеристиками. В них вміст біологічно активних речовин: L-аскорбінова кислота, каротин, низькомолекулярні фенольні сполуки, дубильні й ароматичні речовини, амінокислоти в вільному стані в 3…4 рази вище ніж у вихідній сировині. За хімічним складом вони перевищують всі відомі вітчизняні та закордонні аналоги та засвоюються живими організмами в 2…3 рази краще. З використанням наноструктурованих пюре розроблено нове покоління плодово-ягідних та овочевих соків з рекордними характеристиками та різні молочні продукти імуномодулюючої дії (морозиво, сиркові вироби, плавлені сири, дресінги, соуси, сирні закуски, вироби зі сколотини та ін.). В даній роботі для виготовлення напоїв на основі МС використовували наноструктуровані пюре із гарбуза, лимонів і апельсинів із цедрою разом, яблук, а також екстракти із НЛПАРС: календули, полині лимонної, коріандру, меліси, душиці, чебрецю та ін.

В ХДУХТ розроблена нова технологія гомогенізованого наноструктурованого пюре із плодів та овочів (гарбуза, лимонів та апельсинів з цедрою, яблук), яка забезпечує не лише збереження всіх БАР, а також до-

зволяє отримати пюре з принципово новими властивостями, в яких значна кількість БАР (наприклад аскорбінова кислота, каротин, фенольні сполуки, дубильні речовини переходять із зв'язаного стану з біополімерами (протеїнами, полісахаридами та ін.) у вільний за рахунок механоактивації (в 2…4 рази вище ніж у вихідній сировині), а полімери руйнуються (на 50…70 %) до їх мономерів – амінокислот, глюкози, фруктози, галактуронової кислоти та ін. Від традиційних технологій нова інноваційна відрізняється використанням кріодеструкції та механоактивації до розміру часток продукту близько декількох мкм та кріодеструкції і механодеструкції нанокомплексів БАР – біополімери, їх трансформацію у низькомолекулярні речовини, які знаходяться у вільному стані з розміром молекул біля нанометра. Плоди та овочі заморожували в програмному крігенному скороморозильному апараті до температури -18 ºС, -30 ºС, -35 ºС, -40 ºС та подрібнювали в низькотемпературному подрібнювачі-активаторі Paco Jet (Франція) при температурі (-10 … -15) ºС.

Показано, що за умов заморожування та низькотемпературного подрібнення плодоовочевої сировини, яке супроводжуються процесами кріодеструкції та механоактивації, відбувається більш повне вилучення БАР із зв'язаного з біополімерами стану у вільний. Збільшення становить залежно від виду БАР від 1,6 до 2,9 разів відносно вихідної свіжої сировини. Масова частка аскорбінової кислоти вилучається на (163…299) %, β-каротину на (241,1…261,9) %, фенольних сполук на (187,5…261,3) %.

Збільшення масової частки аскорбінової кислоти в пюре із цитрусових порівняно зі свіжими цитрусовими пояснюється тим, що вони подрібнюються разом із цедрою, яка містить, як відомо, більшу кількість аскорбінової кислоти, ніж м'якоть. Механізм збільшення вилучення низькомолекулярних БАР із клітин та переходу їх із зв'язаного з біополімерами стану у вільний пов'язаний з тим, що у разі заморожування та низькотемпературного подрібнення виникає кріодеструкція та механокрекінг, які призводять до руйнування водневих зв'язків та індукційної взаємодії між указаними речовинами.

У роботі отримано наноструктуровані пюре із плодоовочевої сировини з високим вмістом БАР. Характеристику БАР наноструктурованих пюре порівняно зі свіжими плодами наведено в таблиці 1.

Показано, що нове наноструктуроване пюре має розмір частинок в 10 разів менше за традиційне. Крім того, отримане пюре має принципово нові властивості: у декілька разів краще розчиняється та диспергується у воді (у порівнянні з пюре, що виготовлено за традиційною технологією), відрізняється в 2…3 рази вищим, ніж у свіжих плодах, вмістом низькомолекулярних БАР у вільному стані та має потенційні імуномодулюючі властивості.

Нове наноструктуроване пюре із плодоовочевої сировини під час виготовлення низькокалорійних напоїв на основі молочної сироватки було використано як наповнювачі та збагачувачі рослинними БАР. За основу при виробництві напоїв була використана неосвітлена МС, яка є складною полідисперсною системою. Одні компоненти розчинені в воді, яка є для них дисперсійним середовищем, а їх розчини є, в свою чергу, дисперсійним середовищем для інших речовин. Так, для лактози дисперсійним середовищем є вода, для білків – розчин солей, які підтримують їх в колоїдному стані, а для жиру – вся плазма сироватки, завдяки чому він утворює в ній емульсію або суспензію. Таким чином, в МС частина компонентів знаходиться в іономолекулярному стані, а частина в колоїдному стані.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика вмісту БАР у свіжій плодоовочевій сировині та наноструктурованого пюре з неї

Продукт	Масова частка, мг в 100 г			
	L-аскорбінової к-ти	фенольних сполук (за хлорогеновою к-тою	флавонолових глікозидів (за рутином)	β-каротину
Лимон з цедрою свіжий	40,0±2,8	1270,2±11,0	470,2±7,4	0,12±0,01
Наноструктуроване пюре із лимона з цедрою	81,4±4,8	2150,4±12,4	810,0±8,6	0,20±0,01
Апельсин з цедрою свіжий	50,0±5,1	980,2±9,6	282,4±5,1	0,10±0,01
Наноструктуроване пюре з апельсина з цедрою	110,0±6,2	1702,3±11,6	350,6±7,2	0,20±0,01
Яблука свіжі	75,0±5,2	1720,2±11,3	540±5,2	0,11±0,01
Наноструктуроване пюре з яблук	150,2±10,1	2541±12,1	980,3±9,3	0,10±0,01
Гарбуз свіжий	5,0±0,3	88,1±5,2	43,1±2,8	8,00±0,10
Наноструктуроване пюре з гарбуза	11,2±0,7	177,2±6,1	92,0±6,6	28,80±0,50

Труднощі при переробці неосвітленої молочної сироватки пов'язані з тим, що компоненти в колоїдному стані можуть утворювати в напоях каламуть, осад, опалесценцію. Для утворення стабільної текстури напоїв в даній роботі використовували наноструктуровані пюре, які містять природні стабілізатори та згущувачі.

Як основу при виробництві напоїв використовували МС виробництва ЗАТ «Куп'янський молочно-консервний комбінат» (м. Куп'янськ, Харківська обл.).

Встановлено, що в масова частка білку в молочній сироватці становить 2,74 %, який представлений як зв'язаними амінокислотами (АК), так і амінокислотами і вільному стані, які утворюють надмолекулярні структури білкових глобул, масова частка яких становить біля 10 % від загальної кількості амінокислот в білку) (таблиця 2).

Таблиця 2 – Характеристика амінокислотного складу молочної сироватки

Амінокислота	Масова частка, мг в 100 г		Сумарний вміст вільних і зв'язаних АК, мг в 100 г	Вміст вільних АК, % до сумарного вмісту
	зв'язаних АК	вільних АК		
Аспарагінова кислота	128,0	20	148,0	13,5
Треонін	106,7	20	126,7	15,8
Серин	80,0	30	110,0	27,3
Глутамінова кислота	295,0	10	305,0	3,3
Пролін	100,0	50	150,0	33,3
Цистин	97,0	0	97,0	0
Гліцин	70,0	10	80,0	12,5
Аланін	89,0	10	99,0	10,1
Валін	160,0	30	190,0	15,8
Метіонін	43,0	10	53,0	18,9
Ізолейцин	161,0	0	161,0	0
Лейцин	209,5	20	229,5	8,7
Тирозин	360,0	10	370,0	2,7
Фенілаланін	330,0	30	360,0	8,3
Гістидин	35,0	10	45,0	22,2
Лізин	120,0	20	140,0	14,3
Триптофан	30,8	0	30,8	0
Аргінін	45,0	0	45,0	0
Сума	**2460,0**	**280**	**2740,0**	**-**

Проведений розрахунок амінокислотного скору молочної сироватки показав, що білок МС є повноцінним та за вмістом незамінних амінокислот згідно шкалі ФАО/ВОЗ перевищує ідеальний білок за всіма амінокислотами (лізином, триптофаном, валіном, метіоніном, ізолейцином та ін.) на (13-56) %. Виключення складають сумарна кількість амінокислот таких, як фенілаланін та тирозин, де був значно вищій їх вміст (в декілька разів вище) (таблиця 3).

В ХДУХТ розроблено комбіновані молочно-рослинні функціональні напої і дресінги на основі МС, наноструктурованого пюре з гарбузу, яблук, лимонів та апельсинів з цедрою. Біокоректором також слугувала мультіфітокомпозиція в склад якої входили: БАР в іономолекулярній формі із квітів календули, листя меліси, душиці, чебрецю, майорану, полині лимонної, насіння коріандру та ін. При цьому враховувався вміст ненасичених реакційноактивних БАР фенольної та терпеноїдної природи: фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою), флавонолові глікозиди (за рутином), катехіни (за d-катехіном), поліфенольні дубильні речовини (за таніном), ефірні масла, фітонциди, каротин та ін. Фітоконцентрати використовували у вигляді екстрактів. Стабілізатором структури багатокомпонентних напоїв та дресінгів виступали наноструктуроване пюре з гарбуза, яблук та апельсинів з цедрою, які містять водорозчинний пектин в активній формі, а в дресінгах – додатково введено пектин цитрусовий у кількості 2 %. Смак і аромат напоїв забезпечував натуральний ароматизатор «Арома», який отримували від ЗАТ «Сокова компанія» (м. Харків), який утворюється при виробництві концентрованого яблучного соку та екстракти із натуральних прянощів. Жовто-оранжевий колір забезпечувало наноструктуроване пюре із гарбуза. Напої додатково збагачували вітаміном С, враховуючи рекомендації МОЗ України.

В результаті багаточисельних експериментальних досліджень і математичного моделювання даних встановлена раціональна рецептура нових видів фітокисломолочних функціональних напоїв. Розроблено технологію та рецептури фітонапоїв «Мілколайм-тонік», «Біо-тонік», «Фітолактотонік», які відрізнялись кількістю молочної сироватки (відповідно 50 %, 55 %, 60 %) та кількістю введеного наноструктурованого пюре із гарбуза (відповідно 15 %, 14 %, 13 %) та яблучного пюре (відповідно 10 %, 8 %, 10 %), кількістю аскорбінової кислоти, натурального ароматизатора та екстрактів із НЛПАРС. В дресінг-напій «Фітотонік» – коктейль з текучою текстурою додатково вводили пектин.

Таблиця 3 - Амінокислотний склад молочної сироватки та величини амінокислотного скору у порівнянні зі шкалою ФАО/ВОЗ

Амінокислота	Шкала ФАО/ВОЗ, мг в 1 г білка	Вміст АК мг в 100 г (білка 2,74 %)	Вміст АК, мг в 1 г білка	Скор, %
Незамінні амінокислоти				
Триптофан	10	30,8	11,3	113,0
Лізин	55	140,0	51,1	92,9
Треонін	40	126,7	46,3	115,8
Валін	5	190,0	69,3	138,6
Метіонін+цистін	35	150,0	54,7	156,3
Ізолейцин	40	161,0	58,8	147,0
Лейцин	70	229,5	83,8	119,7
Фенілаланін+тирозин	60	730,0	226,4	444,0
Всього незамінних амінокислот:	**-**	**1758,0**	**641,7**	**-**
Замінні амінокислоти				
Гістидин	-	45,0	16,4	-
Аргінін	-	45,0	16,4	-
Аспарагінова кислота	-	148,0	54,0	-
Серін	-	110,0	40,1	-
Глютамінова кислота	-	305,0	111,3	-
Пролін	-	150,0	54,7	-
Гліцин	-	80,0	29,2	-
Аланін	-	99,0	36,1	-
Всього замінних амінокислот:	**-**	**982,0**	**358,2**	**-**
Разом амінокислот:	**-**	**2740,0**	**999,9**	**-**

Нові функціональні напої мають оригінальний смак і аромат та мають гомогенну стабільну структуру, яка в процесі зберігання не розшаровувалась.

Показано, що за хімічним складом нові протеїнові тонізуючі вітамінні напої перевищують вітчизняні аналоги та знаходяться на рівні кращих закордонних аналогів (таблиця 4). Так, в 100 г напою міститься 2,34-2,7 г повноцінного білка, а в стакані (250 мл) – 5,81-6,75 г, вітаміну С міститься в 100 г напою – 42-55 мг, а в стакані – біля 100 мг, що відповідає добовій потребі людини в вітаміні С. Масова частка каротину в 100 г напою складає 3,7-4,2 мг, а в стакані 9-10 мг, що відповідає добовій потребі людини в каротині. В напоях також міститься значна кількість Р-активних речовин, які мають унікальні властивості: перш за все вони гасять вільні окислювальні радикали в організмі людини, є природними антиоксидантами та утворюють в шлунково-кишковому тракті людини нерозчинні комплекси з іонами важких металів, першкоджають їх всмоктуванню в організмі людини. Крім того, вони укріплюють кровоносні судини головного мозку і серця та ін. Так, наприклад, масова частка фенольних сполук (за хлорогеновою кислотою складає 438,5-480,3 мг в 100 г, флавонолових глікозидів – 135,6-155,4 мг в 100 г, що вище добової потреби в Р-активних речовинах.

Висновки

Таким чином, в роботі вперше розроблені інноваційні технології отримання функціональних протеїнових тонізуючих напоїв з рекордним вмістом БАР з використанням молочної сироватки, наноструктурованих плодоовочевого пюре та фітоконцентратів із НЛПАРС. Розроблено нанотехнології наноструктурованого пюре із лимонів, апельсинів з цедрою разом, гарбуза, яблук, які за вмістом вільних БАР перевищують вихідну сировину в 2-3 рази, мають розчинність в воді в 2-3 рази вищу та значно кращу засвоюваність організмом людини ніж свіжі овочі та фрукти, мають тонізуючі й імуномодулюючі властивості.

Кінцевим результатом роботи є розробка проекту НД на наноструктуровані пасти та нові види комбінованих тонізуючих функціональних кисломолочно-рослинних напоїв. Нові види пюре та напоїв пройшли апробацію у виробничих умовах на підприємствах м. Харкова: НПФ «ФІПАР», НПФ «КРІАС», ТОВ СУІП «Полюс ЛТД».

Таблиця 4 – Вміст біологічно активних і поживних речовин в протеїнових енергетичних тонізуючих напоях на основі МС та плодоовочевого наноструктурованого пюре

Масова частка БАР і поживних речовин	Функціональні напої			Дресінги
	«Мілклайм-тонік»	«Біо-тонік»	«Фітолакто-тонік»	«Фіто-тонік»
Білок, %	2,34	2,57	2,65	2,70
Незамінні амінокислоти (мг в 100 г):				
триптофан	30	35	40	42
лізин	100	110	120	125
треонін	70	77	85	87
валін	162	178	190	192
метіонін+цистін	140	154	178	180
ізолейцин	80	88	986	98
лейцин	120	132	145	148
фенілаланін+тирозин	650	670	680	684
L-аскорбінова кислота, мг в 100 г	45,4	55,2	42,0	50,0
Каротин, мг в 100 г	4,2	3,9	3,7	4,3
Фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою), мг в 100 г	478,0	452,6	438,5	480,3
Флавонолові глікозиди (за рутіном), мг в 100 г	155,4	148,2	135,6	160,2
Цукор, %	6,5	6,3	6,2	6,6
Пектинові речовини, %	0,8	0,6	0,5	2,8

Література

1. Павлюк, Р. Ю.Нове покоління молочних продуктів у підвищенні імунітету [Текст] / Прогресивні ресурсозберігаючі технології та економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. праць: у 2-х ч. / ХДУХТ. – Харків, 2003. – Ч. 1. – С. 93–99.
2. Кріогенне заморожування під час отримання функціональних каротиноїдних добавок з гарбуза [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, А. С. Маціпура [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2009. – С. 69–74.
3. Розробка функціонального оздоровчого морозива з використанням наноструктурованих кріопаст із плодоовочевої сировини з рекордним вмістом БАР [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, А. А. Берестова [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2009. – С. 97-102.

УДК 637.146 : 613.22

ОБОСНОВАНИЕ СООТНОШЕНИЯ КОРОВЬЕГО И КОЗЬЕГО МОЛОКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕФИРА ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

Дидух Н.А., д-р. техн. наук, доцент,
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса
Романченко С.В., аспирант, ассистент,
Луганский национальный аграрный университет, г. Луганск

В работе показана целесообразность использования козьего молока в составе молочной основы для производства продуктов детского питания и приведены основные этапы разработки состава смесей из коровьего и козьего молока для производства кефира детского питания.

In work the necessity of expedience of the use of goat's milk is in-process retined in composition suckling basis for the production of child's food stuffs and basic design of composition of mixtures times are resulted from cow and goat's milk for the production of kefir of child's food.

Ключевые слова: козье молоко, коровье молоко, адаптация, белковый состав, кефир детского питания.

Процесс формирования кишечного микробиоценоза начинается в момент родов и в течение первого месяца жизни практически завершается, при этом материнское влияние столь велико, что дало основание рассматривать микробиоценоз как наследуемый фактор. Однако в XX столетии процесс формирования микробиоценозов открытых полостей организма человека был в значительной мере нарушен по целому ряду медико-социальных причин: изменения внешней экологии, характера питания и пр. Не последнюю роль в этом процессе сыграли ошибочные медицинские направления: недооценка роли раннего прикладывания к груди и грудного вскармливания, раздельное содержание матери и ребенка в родильных домах и т.д. Ослабление материнского влияния в совокупности с другими причинами привело к усилению случайного (часто негативного) компонента в формировании микробиоценозов, следствием чего явилась широкая распространенность состояния дисбактериоза, выявляемость которого у детей первого года жизни приближается к 80 % [3].

Рациональное сбалансированное питание является одним из наиболее важных и необходимых условий для сохранения жизни и здоровья человека, особенно в детском возрасте. Производство высококачественных биологически полноценных продуктов детского питания на молочной основе – одна из главных задач перерабатывающей промышленности [4]. Рациональное питание играет важнейшую роль в обеспечении гармоничного роста и развития ребенка, формировании устойчивости к действию инфекций, экологически неблагополучных факторов, а также других неблагоприятных воздействий.

В настоящее время получил безусловное признание тот факт, что естественное вскармливание новорожденных в ранний постнатальный период является эквивалентом пуповинной связи материнского организма и плода в период его внутриутробного развития. Тем более проблематичной выглядит такая ситуация, что в настоящее время большое количество детей вскармливается искусственно. Искусственное вскармливание требует специальных молочных продуктов, обладающих следующими наиболее важными свойствами [5, 11]:

— исчерпывающая безвредность;

— максимальное алиментарное соответствие женскому молоку по макро- и микропитательным компонентам;

— максимальное соответствие органических и минералоорганических веществ аналогичным веществам женского молока;

— максимальное метаболическое соответствие женскому молоку;

— биологическая ценность;

— высокая хранимоспособность;

— порционность;

— изысканная органолептика.

Следует отметить, что в связи с неблагоприятной экологической обстановкой и другими факторами, множество детей имеют различные заболевания и расстройства уже в грудном возрасте. Поэтому продукты питания должны по возможности обладать лечебными и профилактическими свойствами.

Детские продукты подвергаются более жесткому контролю. Молоко-сырье, используемое для производства детской продукции должно быть качественным, экологически чистым, соответствовать гигиеническим нормам. Пищевой продукт, в частности молочный, не должен оказывать никакого вредного влияния на детский организм. К сожалению, достичь таких требований еще не всегда реально и продукция не может считаться полностью безвредной и не оказывающей никакого воздействия на растущий организм.

Второе, третье и четвертое свойства детских продуктов выражены в адаптации продукции, предназначенной для вскармливания грудных детей, а также детей в возрасте 1-3 лет. Это связано в первую очередь с тем, что в качестве сырья для производства детских продуктов используется коровье молоко, которое имеет ряд существенных отличий от женского молока, а также с особенностями пищеварения грудных детей. Адаптированные молочные продукты позволяют наиболее полно удовлетворить потребность организма новорожденного в питательных веществах и энергии.

Пятое свойство связано, прежде всего, с процессами переваривания и усваивания пищи грудными детьми, а также с тем спектром компонентов, которыми обладает детский молочный продукт. Создание нормативов детских молочных продуктов по их пищевой ценности и регламенту безопасности является важнейшей первоочередной задачей.

Известно, что современные заменители материнского молока могут обеспечивать более высокие темпы развития ребенка в сравнении с материнским. И многие зарубежные исследователи высказывают опасения относительно такого воздействия, так как содержание белка и энергетическая ценность современных заменителей материнского молока излишне высоки. Необходимо разработать и установить предельные нормы содержания пищевых веществ и энергетической ценности на детские молочные продукты.

Поскольку детские продукты вырабатываются не повсеместно, а только в некоторых регионах, встает вопрос об удовлетворении потребителей высококачественной продукцией. Из этого следует, что получаемая продукция должна обладать высокой хранимоспособностью. В настоящее время диапазон сроков хранения детской продукции различен. Сухие продукты хранятся до года, жидкие и пастообразные – от нескольких дней до трех месяцев.

Кроме перечисленных свойств, детские молочные продукты, как и другие продукты питания, обладают физико-химическими и структурно-механическими свойствами. Помимо этих свойств целый ряд продуктов обладает специфическими свойствами, обусловленными внесением в них специальных обогащающих добавок и компонентов [3, 4, 5, 11, 15].

Важную роль в питании детей играют кисломолочные продукты, изготовленные путем ферментации молока молочнокислыми бактериями. Из кисломолочных продуктов наиболее широкое использование получил детский кефир, который не только стимулирует секрецию пищеварительных соков, но и усиливает выделение желчи. Он более медленно и равномерно, чем несквашенное молоко, покидает желудок и тем самым создает благоприятные условия для пищеварения [15].

Традиционно кефир производят из коровьего молока. Однако в последнее время пристальное внимание ученые начинают уделять козьему молоку как сырью для производства кисломолочных напитков детского питания. В европейских странах доля козьего молока составляет около 30 % в общем объеме производства молока, в арабских же странах она достигает 50…58 %.

Такая заинтересованность производством козьего молока обусловлена высокой биологической ценностью этого продукта. В сравнении с коровьим козье молоко более питательно, содержание сухих веществ, жира и белков в нем выше, чем в коровьем. Козье молоко богато на казеин и альбумин, которые содержат важные для организма человека аминокислоты. По аминокислотному составу молоко коз близко к женскому молоку. Жировые шарики козьего молока более мелкие, поэтому они лучше всасываются в стенки кишечника человека. Перевариваемость козьего молока и молочных продуктов из него очень высокая – 94…98 % [12, 13].

В козьем молоке повышенное, в сравнении с коровьим, содержание кальция, фосфора, кобальта и витаминов B_2, PP и C. Оно обладает повышенными антиинфекционными, антианемическими и антигеморрагическими свойствами.

Молочнокислые продукты, выработанные из козьего молока, легко усваиваются, имеют высокую питательную ценность, лечебные и диетические свойства [3, 4, 12, 13, 14].

Размер белковых молекул козьего молока меньше, чем коровьего, что приводит к более быстрому и полному их распаду под действием пищеварительных ферментов человека. В процессе переваривания казеина козьего молока образуется менее жесткий и более хрупкий сгусток, чем казеин коровьего молока. За счет этого возрастает доступность белка для протеаз [1].

Научные исследования показали, что козье молоко в сравнении с коровьим имеет другой фракционный состав белка. Известно, что $\acute{\alpha}_{s1}$-казеин – основной белок коровьего молока – является сильным аллергеном для человека. Количество этой белковой фракции в козьем молоке в 2 раза меньше, чем в коровьем. Однако количество β-казеина больше в 2,3 раза, благодаря чему козье молоко образует мягкий сгусток, который легко переваривается в желудке человека [13].

Электрофоретический анализ в полиакриламидном геле также подтвердил разницу фракционного состава белков, в частности, большая часть сывороточных белков козьего молока относится к ά-лактоальбумину, а коровьего – к β-лактоглобулину [7, 10].

Таблица 1 – Состав казеиновых фракций в разных видах молока [10, 13]

Компонент, %	Молоко		
	женское	козье	коровье
Белок	1,32	3,80	3,21
Казеин (к общему белку)	33	75	80
Сумма казеинов:	0,46	2,84	2,52
$\acute{\alpha}_{S1}$-казеин	0,04	0,40	0,84
$\acute{\alpha}_{S2}$-казеин	-	0,13	0,26
β-казеин	0,30	2,17	0,93
χ-казеин	0,12	0,14	0,37
γ-казеин	-	-	0,12

Одним из наиболее существенных различий между коровьим и козьим молоком является физико-химический состав молочного жира. Средний размер жировых шариков козьего молока по данным одних исследований составляет 2 мкм, а по другим — 5,33…6,14 мкм; для коровьего молока —

21,1…31,2 мкм. Более мелкие жировые глобулы равномерно распределены по всей массе козьего молока. По данным некоторых исследований известно, что именно этот факт придает «кремовый» вкус молоку, а не размер его жировых шариков. Так же известно, что объединение жировых шариков обусловлено наличием агглютинина, которого немного в козьем молоке, что ведет к образованию слабого сгустка, особенно при низких температурах [14]. Липиды козьего молока содержат значительно больше длинноцепочечных кислот ($C_{4:0}$ – $C_{12:0}$), чем липиды коровьего молока. В результате происходит более быстрое переваривание липидов козьего молока, поскольку липаза воздействует на эфирные связи таких жирных кислот с большей активностью. Высокое содержание ненасыщенных жирных кислот обеспечивает низкую точку плавления жиров молока. Диапазон плавления жира женского молока 23…32 , козьего – 26…38, коровьего – 29…42 °С. Кроме того, непредельные жирные кислоты способствуют проявлению физиологического действия некоторых витаминов (тиамин, аскорбиновая кислота). Липидная фракция козьего молока мелкодисперсная и образует стабильную эмульсию, которая препятствует расслоению молока [1].

В Париже на Всемирном конгрессе детских врачей козье молоко было признано лучшим природным заменителем молока матери [9].

Применение козьего молока в качестве белковой составляющей части продуктов детского питания способно придавать продуктам гипоаллергенные свойства.

В последние годы произошли значительные изменения в биотехнологии и технике производства молочных продуктов, появились новые направления, расширился ассортимент продукции. При производстве продуктов детского и лечебного питания в мировой практике четко прослеживается тенденция замены коровьего молока козьим из-за отсутствия аллергических реакций организма при употреблении козьего молока вместо коровьего [2, 8, 10, 13].

Авторами предложено при производстве смесей для детских кисломолочных продуктов в целях адаптации белкового состава часть коровьего молока заменять козьим, что позволит обогатить продукты фракциями легкоусвояемых белков, а также изменить соотношение казеина и сывороточных белков.

Целью настоящих исследований было установление оптимального соотношения коровьего и козьего молока в смесях для производства детских кисломолочных продуктов.

При проведение исследований использовали обезжиренное коровье и козье молоко.

Для эксперимента было составлено 11 образцов:

образец 1 – обезжиренное коровье молоко;
образец 2 – смесь коровьего и козьего молока в соотношении 90:10;
образец 3 – смесь коровьего и козьего молока в соотношении 80:20;
образец 4 – смесь коровьего и козьего молока в соотношении 70:30;
образец 5 – смесь коровьего и козьего молока в соотношении 60:40;
образец 6 – смесь коровьего и козьего молока в соотношении 50:50;
образец 7 – смесь коровьего и козьего молока в соотношении 40:60;
образец 8 – смесь коровьего и козьего молока в соотношении 30:70;
образец 9 – смесь коровьего и козьего молока в соотношении 20:80;
образец 10 – смесь коровьего и козьего молока в соотношении 10:90;
образец 11 – обезжиренное козье молоко.

Дл экспериментальных исследований применяли общепринятые методы: массовую долю жира определяли по ГОСТ 5367; массовую долю белка – по ГОСТ 3624 и ГОСТ 23327; плотность – по ГОСТ 3624; титруемую кислотность – по ГОСТ 3625; активную кислотность – по ГОСТ 25754; влагоудерживающую способность и синеретические свойства – методом центрифугирования; вязкость – на вискозиметре истечения ВЗ-246; органолептические показатели – органолептически по ГОСТ 13264.

В составленных смесях определяли титруемую и активную кислотность, плотность, массовую долю белка (табл. 2).

Как видно из приведенных данных, с увеличением доли козьего молока активная кислотность незначительно снижается, тируемая кислотность – возрастает, что обусловлено повышением массовой доли белка в смесях.

Приготовленные образцы пастеризовали при температуре 90±2 °С в течение 30 минут, охлаждали до температуры заквашивания 30±1 °С и вносили закваску FD DVS CH-N 19, в состав которой входят мезофильные молочнокислые лактококки и леоконостоки (исходная концентрация клеток в молоке при инокуляции составляла $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см^3).

В процессе биотехнологической обработки экспериментальных образцов контролировали активную кислотность (рис 1).

Таблица 2 – Физико-химические показатели смесей

Номер образца	Кислотность		Массовая доля, %		Плотность, °А
	активная, ед. pH	титруемая, °Т	белка	казеина	
1	6,62	12	3,36	2,67	30,1
2	6,57	12	3,41	2,69	30,8
3	6,56	14	3,46	2,71	31,0
4	6,54	15	3,50	2,73	31,3
5	6,54	17	3,55	2,75	31,8
6	6,54	19	3,60	2,77	32,0
7	6,53	20	3,65	2,79	32,3
8	6,53	21	3,70	2,82	32,8
9	6,52	21	3,74	2,84	33,3
10	6,50	22	3,79	2,86	33,8
11	6,48	22	3,84	2,88	34,0

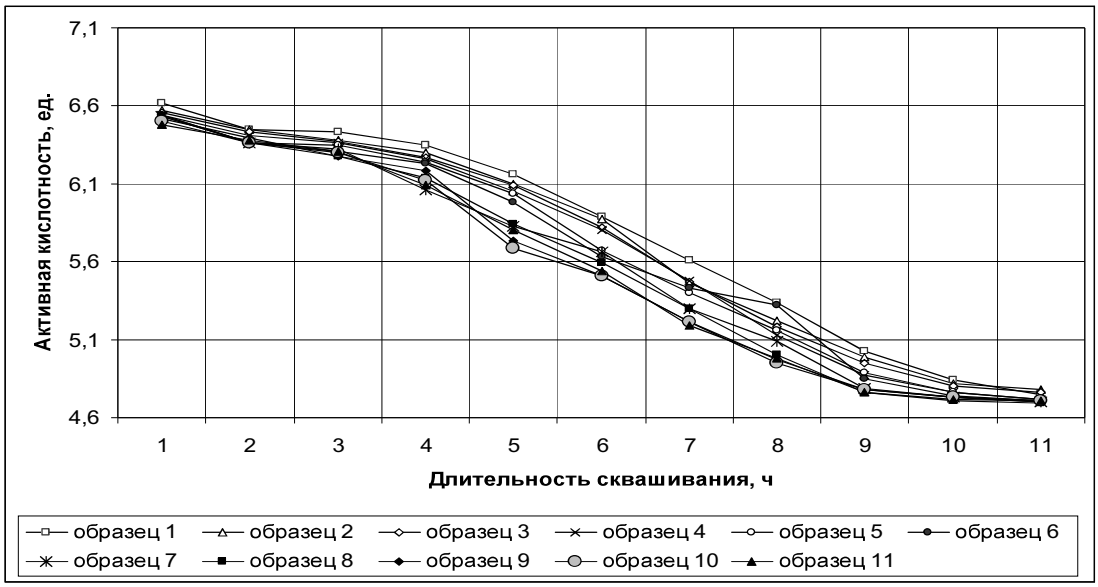


Рис. 1 – Изменение активной кислотности образцов в процессе сквашивания

Образование сгустка у образцов 1-7 наблюдалось за восемь часов сквашивания, у образцов 8-10 – за девять часов, у образца 11 – за десять часов сквашивания (сквашивание образцов проводили до pH 4,6-4,8 ед.). Удлинение сквашивания по мере увеличения массовой доли козьего молока в смесях обусловлено увеличением относительного содержания в них сывороточных белков, которые не принимают участия в образовании сгустка, и снижением относительного содержания казеиновых фракций, образующих сгусток.

Ферментированные сгустки исследовали по физико-химическим (табл. 3) и органолептическим (табл. 4) показателям.

Титруемая кислотность опытных образцов находится в пределах, допустимых при выработке кефира детского питания (табл. 1) и повышается с увеличением дозы козьего молока, что обусловлено увеличением массовой доли белка в смесях. Вязкость образцов 1-3 составляет 36,8-35,3 с, что выше нормируемой вязкости для кефира детского питания, образцов 4-7 – в пределах 27,7-20,1 с, что отвечает требованиям, предъявляемым к вязкости кефира. У образцов 8-11 вязкость значительно снижается и не отвечает нормируемому значению. Синеретические свойства образцов снижаются по мере увеличения массовой доли козьего молока в смеси от 10 до 60 %, что обеспечит высокую влагоудерживающую способность кисломолочных напитков, произведенных из этих сгустков. По мере увеличения массовой доли козьего молока в смесях от 70 до 100 % синеретические свойства образцов увеличиваются, что отрицательно сказывается на их влагоудерживающей способности. Максимальную влагоудерживающую способность имеют образцы 6 и 7, что будет способствовать получению кисломолочных напитков с нормируемыми реологическими характеристиками.

Таблица 3 – Физико-химические показатели сквашенных образцов

Номер образца	Кислотность		Синерезис, %			Условная вязкость, с
	активная, ед. pH	титруемая, °Т	10 мин	20 мин	30 мин	
1	4,78	83	46	48	50	36,8
2	4,72	83	42	46	49	35,9
3	4,75	82	38	40	48	35,3
4	4,73	82	34	40	42	27,7
5	4,72	83	31	38	40	22,8
6	4,73	87	27	37	38	22,0
7	4,71	87	22	32	36	20,1
8	4,70	88	36	40	42	17,2
9	4,71	90	36	43	44	13,6
10	4,72	93	36	43	44	10,6
11	4,71	91	41	44	46	9,0

Таблица 4 – Органолептические показатели сквашенных образцов

Номер образца	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция
1	Белый, равномерный по всей массе	Чистый, кисломолочный, без посторонних запахов	Чистый кисломолочный без посторонних привкусов	Поверхность сгустка глянцевая, колющийся сгусток, незначительный отстой сыворотки на поверхности
2				Поверхность сгустка глянцевая, колющийся сгусток, незначительный отстой сыворотки на поверхности
3				Поверхность сгустка глянцевая, без отстоя сыворотки, консистенция однородная, слегка колющаяся
4				
5			Чистый, нежный кисломолочный без посторонних привкусов	
6			Чистый, нежный кисломолочный, слегка сладковатый, без посторонних привкусов	Поверхность сгустка глянцевая, без отстоя сыворотки, консистенция сметанообразная, нежная
7				
8			Чистый, сладковатый	Поверхность сгустка глянцевая, без отстоя сыворотки, консистенция хлопьевидная
9				
10			Не выражений кисломолочный, сладкий, с послевкусием козьего молока	
11				Дряблый сгусток без отстоя сыворотки

Образцы 1-7 имеют органолептические показатели, которые отвечают требованиям, предъявляемым к кисломолочным напиткам детского питания, тогда как образцы 8-11 по органолептическим показателям, в частности, по консистенции и вкусу, не отвечают предъявляемым требованиям [11].

Выводы. Установлено, что при замене в составе молочной основы для производства кефира детского питания 40…60 % обезжиренного коровьего молока козьим, ферментированные сгустки имеют высокие органолептические показатели и нормируемые физико-химические и реологические показатели, тогда как при увеличении массовой доли козьего молока в смеси сгустки имеют хлопьевидную консистенцию, незначительный привкус козьего молока и низкую влагоудерживающую способность.

Задачи последующих исследований: обоснование технологических параметров производства кефира детского питания на основе рекомендованных смесей из коровьего и козьего молока с использованием симбиотических заквасок бифидо- и лактобактерий.

Литература

1. Андрусенко, С.Ф. Обогащенные безлактозные продукты из козьего молока [Текст] / С.Ф. Андрусенко, П.А. Омельянчук // Молочная промышленность. – 2008. – № 11. – С. 78-79.

2. Баранова, М.Т. Химический состав кисломолочных продуктов из козьего молока [Текст] / М.Т. Баранова, Д.М. Осташевская, Л.В. Красникова // Молочная пром-сть. – 1998. – № 2. – С. 25-26.
3. Башкиров, О.И. Проектирование специальных молочных продуктов для детей [Текст] / О.И. Башкиров, С.В. Симоненко, Т.А. Антипова, В.Г. Куленко // Молочная пром-сть. – 2007. – № 6. – С. 48-51
4. Бедных, Б. С. Тенденции развития индустрии детского питания [Текст] / Б.С. Бедных, Г.А. Анисимова, О.В. Большаков, Л.Г. Андриенко // Молочная пром-сть. – 1998. – № 3. – С. 11-12.
5. Бедных, Б.С. Медико-биологические требования к продуктам детского и лечебного питания [Текст] / Б.С. Бедных, Г.А. Анисимова, И.Я. Конь, В.А. Конышев // Молочная пром-сть. – 1998. – № 6. – С. 11-13.
6. Воеводин, Д.А. Пробиотические продукты в комплексной терапии детей с хронической неинфекционной патологией [Текст] / Д.А. Воеводин, Г.Н.Розанова, М.А. Стенина, А.Ю. Скрипник и др. // Молочная пром-сть. – 2001. – № 3. – С. 52-54.
7. Ермолаева, Л.С. Биологически активные компоненты козьего молока – важные слагаемые здоровья человека / Л.С. Ермоланва, С.М. Кунижев, С.Ф. Аполохова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2002. – № 3. – С. 42-46.
8. Иолчиев, Б.С. Биотехнологические особенности молока козьего [Текст] / Б.С. Иолчиев, Н.С. Марзанов, Е.А. Чалых // Молочная пром-сть. – 2000. – № 7. – С. 44.
9. Изиков, В.Т. Продукты из козьего молока Сернурского сырзавода [Текст] / В.Т. Изиклв, В.Т. Кожанов // Молочная пром-сть. - 2008. – № 5. – С. 65-66.
10. Кунижев, С.М. Направление использования козьего молока [Текст] / С.М. Кунижев, С.Ф. Андрусенко // Переработка молока. – 2004. – № 1. – С. 22-23.
11. Липатов, Н. Н. Концептуальные подходы к развитию мини-индустриального производства продуктов для детей раннего возраста [Текст] / Н.Н. Липатов, Г.Ю. Сажинов, В.В. Кузнецов, В.Д. Харитонов, О.Б. Федотова // Молочная пром-сть. – 1998. – № 7-8. – С. 26-28.
12. Луценко, М. Молоко козине – смачний, поживний і цінний продукт [Текст] // Пропозиція. – 2005. – № 10. – С. 120-121.
13. Остроумова, Т.Л. Козье молоко – натуральная формула здоровья [Текст] / Т.Л. Остроумова, Г.В. Фриденберг, Л.Г. Волкова и др. // Молочная пром-сть. – 2005. – № 8. – С. 69-70.
14. Протасова, Д.Г. Свойства козьего молока [Текст] // Молочная пром-сть. – 2001. – № 8. – С. 25-26.
15. Студеникин, М.Я. Питание детей раннего возраста / М.Я. Студеникин, К.С. Ладодо. – М.: Медицина, 1978. – 192 с.

УДК 637.146 : 613.22

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФЕРМЕНТАЦІЇ ЗНЕЖИРЕНОГО МОЛОКА У БІОТЕХНОЛОГІЇ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ

Дідух Н.А., д-р. техн. наук, доцент,
Назаренко Ю.В., аспірант,
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У роботі наведено основні етапи розробки параметрів ферментації знежиреного молока симбіотичними заквасками з біфідо- та лактобактерій у біотехнології кисломолочного сиру дитячого харчування.

In this paper the main stages of development options skim milk fermented with sourdough simbiotic bifido- and lactobacterium biotechnology dairy cheese of children's.

Ключові слова: дитяче харчування, ферментація, пробіотики, біфідо- та лактобактерії, показники якості.

Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями. Впродовж останніх років в Україні спостерігається тенденція до збільшення народжуваності, що веде до збільшення кількості немовлят та дітей віком до трьох років, яким необхідно споживати продукти зі збалансованим складом [1]. Сьогодні обсяг ринку молочних продуктів дитячого харчування складає близько 1,5 млн. тонн; при цьому біля 75 % продуктів дитячого харчування в країну імпортується і лише 25 % представлено продукцією вітчизняних виробників [1 - 3].

Особливе місце в асортиментній групі продуктів для дитячого харчування посідають кисломолочні продукти, які на ринку країни практично відсутні, що сприяє виникненню дисбіотичних порушень в кишечнику малюків. В результаті зниження рівня лакто- й особливо біфідобактерій у кишечнику дітей порушуються процеси травлення, погіршується всмоктування речовин, засвоєння заліза та кальцію, синтез вітамінів, втрачається здатність до активізації різних ферментів. Зменшення кількості цих бактерій знижує стійкість кишечника до надлишкового заселення його умовно-патогенними мікроорганізмами, які, в свою чергу, викликають порушення всмоктування амінокислот, азоту, жирних кислот, вуглеводів та вітамінів. Продукти метаболізму та токсини умовно-патогенних бактерій знижують дезінтоксикаційну здатність печінки, пригнічують регенерацію слизового шару кишечника, гальмують перистальтику та призводять до розвитку діареї [4 - 5]. Тому розробка та впровадження у виробництво нових технологій кисломолочних продуктів дитячого харчування є актуальною і потребує вирішення.

Використання у виробництві кисломолочних продуктів дитячого харчування заквасок лактобактерій безпосереднього внесення, які мають незмінний склад та співвідношення культур, високу концентрацію життєздатних клітин молочнокислих бактерій, забезпечують отримання продуктів високої та стабільної якості з подовженим терміном зберігання є одним із шляхів вирішення даної проблеми.

Введення до складу заквасок для виробництва кисломолочних продуктів дитячого харчування адаптованих до молока біфідобактерій, які мають високі антагоністичні, пробіотичні, імуномодулюючі властивості забезпечить високі пробіотичні властивості цих продуктів. Біфідобактерії поряд з іншими представниками нормальної мішечної мікрофлори, виконують або регулюють численні функції в організмі дитини. У процесі життєдіяльності вони утворюють органічні кислоти, що призводить до забезпечення нормального середовища у кишечнику малюка, призупиняють розмноження патогенної, гнилісної та газоутворюючої мікрофлори кишечника, що є важливим фактором захисту організму, особливо у ранньому віці, від розвитку кишкових інфекцій. Біфідобактерії приймають активну участь у перетравлюванні та всмоктуванні. Вони сприяють процесам ферментативного перетравлювання їжі, тому що посилюють гідроліз білків, зброджують вуглеводи, омиляють жири, розчиняють клітковину, стимулюють перистальтику кишечника, сприяють нормальній евакуації кишкового вмісту. Біфідобактерії мають вітаміноутворюючу функцію. Вони приймають участь у синтезі та всмоктуванні вітамінів групи В, вітаміна К, фолієвої та нікотинової кислот, сприяють синтезу незамінних амінокислот, кращому засвоєнню солей кальцію, вітаміну D, володіють антианемічною, антирахітичною та антиалергічною дією. Важливою функцією біфідобактерій є їх участь в формуванні імунологічної реактивності організму. Біфідобактерії стимулюють лімфоїдний апарат, синтез імуноглобулінів, збільшують активність лізоциму та сприяють зменшенню проникності судин та тканинних покровів для токсичних продуктів патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів [4 - 6]. У кишечнику малюків домінуючою групою мікроорганізмів є біфідобактерії, які складають 95...98 % всієї мікрофлори.

У кишечнику дітей віком до одного року ідентифікують три види біфідобактерій: *B. infantis, B. bifidum* та *B. longum* [7 - 8]. Дослідження процесів культивування монокультур перелічених видів біфідобактерій у стерилізованому молоці, збагаченому фруктозою як біфідогенним фактором, проведені на кафедрі технології молока та сушіння харчових продуктів ОНАХТ, дозволило встановити раціональне співвідношення між монокультурами *B. bifidum : B. longum : B.infantis* у складі триштамової закваски для виробництва кисломолочних продуктів дитячого харчування – 1 : 1 : 10 при вихідній концентрації клітин у молоці $1 \cdot 10^5$, $1 \cdot 10^5$ та $1 \cdot 10^6$ КУО/см^3, відповідно [9].

Розроблено склад закваски зі змішаних культур лакто- та біфідобактерій для виробництва кисломолочного сиру дитячого харчування. До складу цієї закваски входять змішані культури адаптованих до молока біфідобактерій – *B. bifidum* + *B. longum* + *B. infantis* у співвідношенні 1 : 1 : 10 та змішані культури мезофільних молочнокислих культур з підвищеними протеолітичними властивостями – *L. lactis ssp. lactis* + *L. lactis ssp. cremoris* + *L. lactis ssp. diacetilactis* + *Leuconostoc dextranicum* при співвідношенні біфідо- та лактобактерій 1 : 1 і вихідній концентрації культур у молоці $1{,}2 \cdot 10^6$ та $1{,}0 \cdot 10^6$ КУО/см^3, відповідно [9].

Мета даної роботи – обґрунтування параметрів ферментації знежиреного молока у біотехнології виробництва кисломолочного сиру дитячого харчування з використанням симбіотичної закваски зі змішаних культур біфідо- та лактобактерій.

Кисломолочний сир дитячого харчування з масовою часткою жиру 15 % виробляють роздільним способом. Для розробки технології кисломолочного сиру дитячого харчування досліджували процес ферментації знежиреного молока, збагаченого фруктозою (масова частка фруктози у знежиреному молоці 0,1 %), пастеризованого при температурі 90…95 °С з витримкою 10 хв. розробленою заквашувальною композицією зі змішаних культур мезофільних молочнокислих бактерій та змішаних культур біфідобактерій кислотно-сичужним способом при температурі 37…38 °С. За контрольний зразок використовували знежирене молоко, пастеризоване за вказаним режимом і заквашене змішаними культурами мезофільних

молочнокислих бактерій (ферментацію здійснювали кислотно-сичужним способом при температурі 29…31 °С).

У роботі вирішувалися такі **завдання**:

– дослідження активності кислотоутворення розробленої заквашувальної композиції за змінами титрованої й активної кислотності знежиреного молока в процесі ферментації його в порівнянні з контрольним зразком;

– дослідження зміни кількості життєздатних клітин біфідо- та лактобактерій в 1 см^3 знежиреного молока при ферментації експериментального зразка та кількості лактобактерій в 1 см^3 знежиреного молока при ферментації контрольного зразка;

– визначення показників якості ферментованого знежиреного молока в порівнянні з контрольним згустком;

– надання рекомендацій щодо параметрів ферментації знежиреного молока симбіотичною закваскою зі змішаних культур біфідо- та лактобактерій для виробництва кисломолочного сиру дитячого харчування.

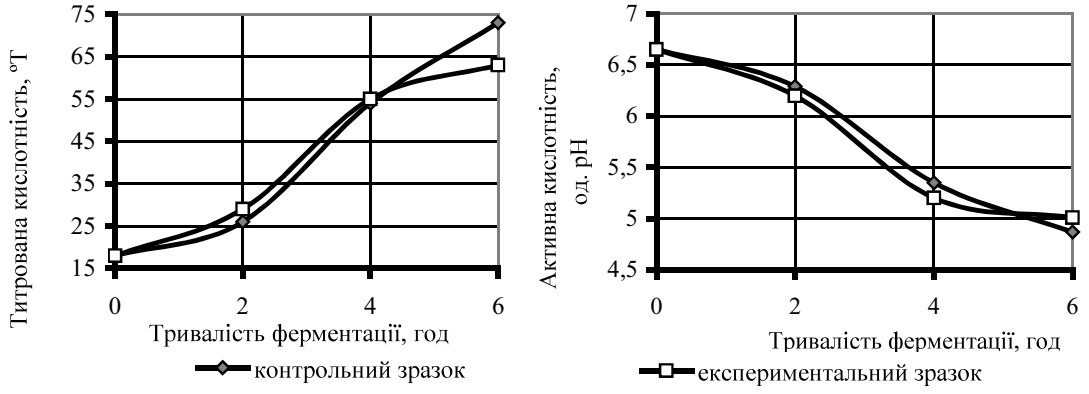
Викладення основного матеріалу.

Адаптацію введених до складу заквашувальної композиції монокультур *B. bifidum, B. longum* та *B. infantis* до молока здійснювали шляхом культивування цих культур, вирощених на тіогліколевому середовищі, у стерилізованій при температурі 119…121 °С протягом 19…21 хв. молочній суміші, яка містила молоко з масовою часткою жиру 1,5 %, фруктозу у кількості 1 % від маси суміші, при температурі 37 °С протягом 11…13 год до досягнення активної кислотності 4,6…4,7 од. pH з подальшим швидким охолодженням до температури 2…6 °С і зберігали ферментовані згустки при цій температурі не більше 24 годин.

За молочнокислі мікроорганізми, введені до складу заквашувальної композиції, було використано закваску безпосереднього внесення *FD DVS CH-N 11*, до складу якої входять мезофільні молочнокислі лактококки та леоконостоки (*L. lactis ssp. lactis* + *L. lactis ssp. cremoris* + *L. lactis ssp. diacetilactis* + *Leuconostoc dextranicum)*.

Вихідна концентрація життєздатних клітин лактобактерій при інокуляції складала 1,0·10^6 КУО/см^3, адаптованих монокультур *B. bifidum, B. longum* та *B. infantis* – 1·10^5, 1·10^5 та 1·10^6 КУО/см^3, відповідно.

Першим етапом досліджень стало визначення зміни титрованої та активної кислотності знежиреного молока в процесі ферментації (рис. 1).



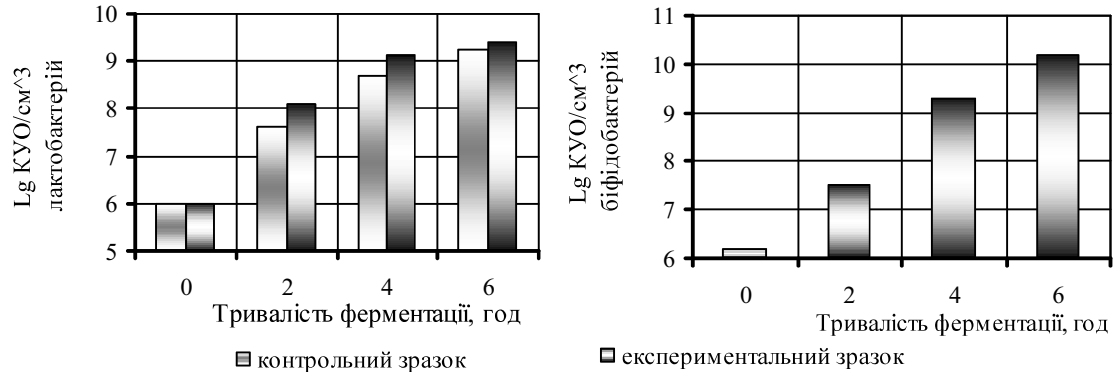
а) **б)**

Рис. 1 – Зміна титрованої (а) та активної (б) кислотності в процесі ферментації знежиреного молока у біотехнології кисломолочного сиру дитячого харчування

Встановлено, що тривалість ферментації контрольного та експериментального зразків складає 4,5…4,7 та 5,0…5,5 годин, відповідно (рис. 1, б). Прискорення ферментації експериментального зразка пояснюється наявністю у складі заквашувальної композиції змішаних культур адаптованих до молока біфідобактерій, які знаходяться у симбіозі з мезофільними молочнокислими лактококами і сприяють швидшому зброджуванню лактози. На початкових етапах ферментації мезофільні молочнокислі культури виділяють позаклітинну β-галактозидазу, яка гідролізує лактозу молока до моноцукрів – глюкози та галактози. Біфідобактерії мають значно нижчу β-галактозидазну активність у порівнянні з мезофільними молочнокислими лактококами, тому зброджують введену до знежиреного молока фруктозу та глюкозу, яка утворилася при ферментативному гідролізі лактози. Прискоренню ферментації експериментального зразка сприяє також вища температура його біотехнологічної обробки (37…38 °С) у порівнянні з контро-

лем (29…31 °С). Титрована кислотність сквашеного експериментального зразка нижча у порівнянні з контролем на 9…10 ºТ (рис. 1, а). Це пояснюється тим, що біфідобактерії не є активними кислотоутворювачами і крім молочної, у процесі бродіння накопичують оцтову кислоту, яка є більш сильним електролітом, ніж молочна.

Другим етапом досліджень стало визначення зміни кількості біфідо- та лактобактерій в 1 см^3 знежиреного молока в процесі ферментації його заквашувальною композицією зі змішаних культур *Bifidobacterium bifidum, Bifidobacterium longum, Bifidobacterium infantis* та мезофільних молочнокислих мікроорганізмів та зміни кількості лактобактерій в 1 см^3 знежиреного молока при ферментації його молочнокислими мікроорганізмами (рис. 2).



а) **б)**

Рис. 2 – Зміна кількості лактобактерій (а) та біфідобактерій (б) в 1 см^3 знежиреного молока в процесі ферментації його у біотехнології кисломолочного сиру дитячого харчування

Молочнокислі мікроорганізми активніше розвиваються в експериментальному зразку в порівнянні з контрольним (рис. 2, а). Це пояснюється їх симбіотичною взаємодією зі змішаними культурами біфідобактерій, введених до складу заквашувальної композиції, які стимулюють ріст мезофільних лактобактерій у молочній сировині. У перші години ферментації лактококи розщеплюють лактозу до моноцукрів – глюкози та галактози і починають активно розвиватися; адаптовані до молока монокультури біфідобактерій на перших етапах ферментації зброджують внесену до знежиреного молока фруктозу, після чого – глюкозу, отриману при розщепленні лактози лактококами, та частково лактозу. Після двох годин ферментації розвиток біфідобактерій активізується і через 4 години сквашування в експериментальному зразку переважають біфідобактерії (рис. 2, б). В свою чергу, біфідобактерії вживають значно ширший спектр нутрієнтів, ніж мезофільні молочнокислі бактерії, в тому числі, пептиди, які утворюються при гідролізі білків молока лактобактеріями з підвищеною протеолітичною активністю, а також синтезують в процесі розвитку вітаміни, які сприяють більш активному розвитку лактококів в експериментальному зразку.

Третім етапом досліджень стало визначення показників якості ферментованих молочних згустків для виробництва кисломолочного сиру дитячого харчування (табл. 1).

Слід зазначити, що дослідні згустки мають нижчий рівень титрованої кислотності у порівнянні з контролем, що обумовлює їх високі органолептичні показники, зокрема смак та запах. Консистенція отриманих згустків відрізняється від контрольного зразка, вона більш ніжна, м'яка, сметаноподібна, в той же час згусток має досить щільну консистенцію з незначним відстоєм сироватки. Синеретичні властивості експериментального зразка дещо нижчі, ніж контрольного, але знаходяться на необхідому для кисломолочного сиру рівні (ступінь синерезису перевищує 50 %).

Мікробіологічні показники експериментального згустку відповідають таким, що ставляться до пробіотичних молочних продуктів, що також доводить доцільність використання його за основу для кисломолочного сиру дитячого харчування.

Висновки: використання розробленої симбіотичної закваски біфідо- та лактобактерій дозволяє отримати при ферментації знежиреного молока, збагаченого фруктозою, згусток з нормованими фізико-хімічними, органолептичними, мікробіологічними та реологічними показниками, високими пробіотичними властивостями, який може бути рекомендований за основу для виробництва кисломолочного сиру дитячого харчування. Тривалість ферментації знежиреного симбіотичною заквакою біфідо- та лактобактерій при температурі (37±1) °С складає 4,5…4,7 годин.

Таблиця 1 – Показники якості ферментованого згустку в порівнянні з контролем

Найменування показника	Зразок	
	контрольний	експериментальний
Фізико-хімічні показники		
Титрована кислотність, °Т	73,0±1,0	63,5±0,5
Активна кислотність, од. pH	5,23±0,03	5,21±0,02
Ступінь синерезису, %	70±1	60±2
Органолептичні показники		
Смак та запах	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів	
Консистенція та зовнішній вигляд	Однорідна, колючий згусток, з незначним відстоєм сироватки	Однорідна, ніжна, сметаноподібна, з незначним відстоєм сироватки
Колір	Білий, однорідний по всій масі продукту	
Мікробіологічні показники		
Бактерії групи кишкових паличок у 0,1 $см^3$ продукту	Відсутні	Відсутні
Кількість життєздатних клітин біфідобактерій у 1 $см^3$ згустку, КУО	–	$(2,3±0,2)·10^{10}$
Кількість життєздатних клітин лактобактерій у 1 $см^3$ згустку, КУО	$(2,5±0,5)·10^{8}$	$(4,0±0,5)·10^{9}$

Перспективи подальших досліджень: обґрунтування параметрів зберігання кисломолочного сиру дитячого харчування; визначення показників якості кисломолочного сиру дитячого харчування; удосконалення технології виробництва продукту та промислова апробація розробленої технології; розробка НД на виробництво кисломолочного сиру дитячого харчування.

Література

1 http://www.slaviane/net/?163&read
2 Шалыгина, А.М. Молочные продукты для детского и диетического питания [Текст] / А.М. Шалыгина, Г.Н. Крусь, Н.Н. Коткова ; под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1993. – 37 с.
3 Кузнецов, В.В. Справочник технолога молочного производства, Технология детских молочных продуктов [Текст] / В.В. Кузнецов, Н.Н. Липатова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005 г. – 525 с. – ISBN 5-901065-96-4.
4 Шевелева, С.А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукти. Современное состояние вопроса [Текст] // Вопр. питания. – 1999. – № 2. – С.32–39.
5 Дідух, Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення [Текст] : монографія / Дідух Н.А., Чагаровський О.П., Лисогор Т.А. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с.
6 Бифидобактерии и использование их в молочной промышленности [Текст] / Красникова Л. В., Салахова И. В., Шаробайко В. И., Эрвольдер Т. М. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1992. – 32 с. – / Обзор. информ. Сер. Молочная пром-сть /.
7 Biavati, B. Probiotics and *Bifidobacteria* / B. Biavati, V. Bottazzi, L. Morelli. – Novara (Italy): MOFIN ALCE, 2001. – 79 p.
8 Bergey's, Manual of Systematic Bacteriology. 9-th ed // Ed. John G. Holt. –Baltimore-London: Williams and Wilkins, 1986, Vol. 2. – 1905 p.
9 Дідух, Н.А. Використання біфідобактерій у виробництві кисломолочних продуктів дитячого харчування [Текст] / Н.А. Дідух, Ю.В. Назаренко, Д.О. Зєня // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі [Текст]: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і студентів, 20 квітня 2010 р. : [тези у 2-х ч.] / редкол.: О.І. Черевко [та ін.]. – Харків: ХДУХТ, 2010. – Ч.1. – С. 86.

УДК 637.146.34 : 664.765

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ МОРОЗИВА ГЕРОДІЄТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Шарахматова Т.Є., канд. техн. наук, доцент, Шкарупета В.М., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м.Одеса

В роботі проведено моделювання жирового та білкового модулю для складання суміші при виробництві геродієтичного морозива, розроблена технологічна схема виробництва, вивчені показники якості геродієтичного морозива.

In this paper, simulated fat and protein modules for compounding in the production of gerodietic ice-cream, developed technological scheme of production, we have studied the quality gerodietic ice-cream.

Ключові слова: геронтологія, старіння, морозиво, концентрат сироваткових білків, рослинна олія.

Геронтологія – наука про довголіття, яка вивчає феномен старіння живих організмів у тому числі і людини. Старіння – це спадково запрограмоване явище. Фізіологічно нормальна старість не ускладнена яким-небудь різким хворобливим процесом. Це старість практично здорових людей літнього і похилого віку. Сучасна демографічна ситуація і дані прогнозів свідчать про те, що в найближчі роки буде наростати кількість і відсоток людей цього віку [1].

Старіння населення – одна з основних проблем, що тривожать в даний час майже всі без виключення країни світу. Літні люди стають окремою демографічною, соціальною і медико-біологічною категорією, що вимагає спеціального підходу до вирішення своїх проблем.

Згідно з сучасною віковою класифікацією, схваленою Конгресом геронтологів і геріатрів, всі люди старше 50 років підрозділяють на 4 групи:

1. 50…60 років – зрілий вік;
2. 61…74 роки – літній вік;
3. 75…90 років – похилий вік;
4. старше 90 років – довгожителі.

За прогнозами через 30 років частка людей цього віку в загальній чисельності населення земної кулі складе 14,6 %. У Європі приблизно до 2050 року половина всіх її жителів переступить 50 – літній рубіж, а кожний 10-й досягне 80 років .

Згідно з прогнозами, до 2026 року в Україні менше стане молоді молодше 20 років, а кількість населення середнього віку залишиться практично незмінними і складе 52 %. За даними ООН, в Україні до 2050 року залишиться всього 30 млн. жителів, при чому більше третини – сиві старі[2].

Щодо тривалості життя, то нині у розвинутих країнах світу тривалість життя становить для чоловіків 74 – 76 років, для жінок 80 – 82 роки, тоді як в Україні вона значно менша: для чоловіків 62 – 63 роки, для жінок – 72 – 73 роки. Наша країна увійшла до десятка країн, що мають найгірші демографічні показники, а за середньою тривалістю життя посідає 147-ме місце у світі; по переду йдуть Норвегія, Японія, Франція, Швеція, Швейцарія, де середня тривалість життя – 79,5 – 81,3 року. В Україні частка людей похилого віку в загальній структурі населення становить 20,5 %. Тож активні пошуки ефективних засобів збільшення творчого довголіття представників старших вікових категорій, збереження їхнього здоров'я та профілактика захворювань є актуальними й мають соціальне, економічне та політичне значення.

За розрахунками дослідників у різних країнах світу, здоров'я нації на 8 – 10 % визначається генетичною біологією людини, на 8 – 10 % охороною здоров'я, на 17 – 20 % - навколишнім середовищем, природно кліматичними умовами і на 45 – 55 % - способом життя (харчування, умови праці, матеріально-побутові фактори).

З розвитком науки геронтології набула активного розвитку така наука, як геродієтетика – наука про харчування людей похилого і літнього віку. У всіх цивілізованих країнах існують так звані геродієтичні продукти, необхідність розробки яких пояснюється тими змінами, які відбуваються в організмі з віком.

На вітчизняному ринку такі продукти харчування практично відсутні, а ті, які в невеликій кількості присутні, як правило мають гранично короткий запас терміну зберігання та не зорієнтовані на метаболічну специфіку, пов'язану з умовами проживання наших людей, які визначаються побутовими, кліматичними й екологічними факторами. Тому необхідно створювати такі продукти в Україні [3].

Цінність будь-якого харчового продукту має двояку форму: енергетичну і біологічну. В зв'язку з цим потрібно вказати на один унікальний продукт харчування – морозиво.

Сьогодні відомо близько 1000 різновидів вітчизняного морозива [4].

З розширенням сировинної бази для виробництва морозива з натуральних продуктів сільського господарства, а також у зв'язку з розвитком уявлень про користь і цінність різних видів харчових продуктів, підвищується можливість створення нових видів морозива, яке відповідає вимогам різних груп населення.

Молочною сировиною для виробництва геродієтичного морозива було обрано маслянку, яка отримана методом збивання вершків. Вона має найбільшу харчову цінність, яка обумовлюється наявністю групи антисклеротичних речовин (фосфоліпідів, біологічно активних жирних кислот – лінолевої, ліноленової, арахідонової, оптимально збалансованих амінокислот, в тому числі незамінних та ліпотропних), комплексу вітамінів, лактози та мінеральних речовин. Фосфоліпіди мають біологічні властивості та відіграють значну роль у нормалізації жирового та холестеринового обміну, приймають участь в окислювальних процесах, сприяють окисненню та всмоктуванню жирних кислот, посилюють каталітичну активність ферментів. Найбільше значення серед фосфоліпідів має лецитин, він сприяє нормалізації рівня холестерину в плазмі крові, а також регулює холестериновий обмін. В маслянці лецитин знаходиться у найбільш активній формі, оскільки пов'язаний з білком, утворюючи білково-лецитиновий комплекс, який сприяє профілактиці атеросклерозу. Жоден харчовий продукт не містить лецитин у такому активному стані, як маслянка, оскільки в усіх інших продуктах лецитин пов'язаний з жировою фракцією, а не з білковою [5].

Крім того маслянка – це продукт, гарантовано захищений від будь-якого виявлення атерогенної дії на організм людини (вміст холестерину у маслянці складає 10 мг на 100 г продукту), тому її вживання не лімітується і може здійснюватися без обмежень щоденно у всіх вікових групах, в тому числі і в групах людей похилого віку.

Для виробництва геродієтичних продуктів доцільно використовувати маслянку, отриману при виробництві солодковершкового масла методом збивання, оскільки така маслянка має найбільш виражену антисклеротичну ліпотропну дію. При невисокій енергетичній цінності (38,3 ккал в 100 г продукту) маслянка, отримана при виробництві масла методом збивання, має найбільшу кількість біологічно активних речовин, перш за все фосфоліпідів.

Білок геропродуктів повинен бути повноцінним, містити всі незамінні амінокислоти у кількостях, передбачених вимогам «ідеального» білка ФАО/ВООЗ, і мати підвищений вміст сірковмісних амінокислот(метіоніну + цистіну), які є природними антиоксидантами. З цієї точки зору маслянка є ідеальною сировиною для виробництва геропродуктів, тому що не має лімітованих амінокислот, в тому числі і сірковмісних (на відміну від незбираного коров'ячого молока). Але співвідношення між сироватковими білками та казеїном повинно становити у суміші для виробництва геропродуктів 50:50, а молочна сировина має 20:80. Тому виникає необхідність в корегуванні амінокислотного складу молочної сировини для виробництва геродієтичного морозива, яку проводили шляхом додавання до суміші концентрату сироваткових білків. Для цього у роботі в якості було використано дві білкові добавки: КВМ-80 фірми "Superior" і ІСЕ 1-0021 фірми "Ультратекс", склад яких наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика білкових добавок

КВМ-80 "Superior"	ІСЕ 1-0021 "Ультратекс"
Концентрат сироваткових білків – 45 %	Концентрат сироваткових білків – 49 %
Лактоза	Мальтодекстрин
Крохмаль модифікований	Крохмаль модифікований
Желатин	Камідь рожкового дерева

На основі сучасної математичної моделі розрахунку амінокислотного складу багатокомпонентних сумішей, запропонованої проф. Ліпатовим М.М. [6] було проведено моделювання білкового модуля для виробництва геродієтичного морозива. Результати моделювання наведені в табл. 2.

Результати моделювання амінокислотного скору для проектованих сумішей дають можливість стверджувати, що білок всіх сумішей, отриманих змішуванням маслянки з запропонованими концентратами, не містить лімітованих амінокислот, тому вони можуть бути рекомендовані за основу для геропродуктів. Але при змішуванні маслянки + ІСЕ 1-0021, отримана суміш більш повноцінна за сірковмісними амінокислотами – біоантиоксидантами, необхідними у раціоні харчування літніх людей. Крім того, концентрат КВМ-80 в своєму складі містить желатин, що потребує додаткових операції та технологічного обладнання для підготування цього компоненту. Тому доцільно для виробництва геродієтичного морозива використовувати концентрат ІСЕ 1-0021 фірми "Ультратекс". Використання цього концентрату дозволяє зменшити кількість сухого знежиреного молока у виробництві і додатково не використовувати стабілізаційну систему, тому що концентрати в своєму складі мають стабілізатори і емульгатори, які дозволяють отримати морозиво ніжної, кремоподібної консистенції.

Таблиця 2 - Біологічна цінність сумішей для виробництва морозива геродієтичного призначення

Назва амінокислоти	Вміст А/К в (г/1 г білка) / А/К скор		
	Маслянка	Маслянка+КВМ	Маслянка+ІСЕ
Незамінні амінокислоти			
Триптофан	15,63/156,3	16,92/169,2	17,03/170,3
Фенілаланін+тирозин	110,94/184,9	116,14/193,6	116,61/194,3
Лейцин	101,25/144,6	109,61/156,6	110,37/157,7
Ізолейцин	59,06/147,7	63,47/158,7	63,86/159,7
Треонін	47,81/119,5	51,84/129,6	52,2/130,5
Метіонін+цистин	35,63/101,8	41,28/117,9	47,44/135,5
Лізин	81,56/148	88,61/161,1	89,24/162,2
Валін	59,69/119	65,39/130,7	65,9/131,8
Замінні амінокислоти			
Гістидин	28,13	29,44	29,61
Аргінін	38,13	40,04	40,21
Пролін	94,38	99,67	100,14
Аспарагінова кислота	68,13	76,71	77,48
Серин	58,12	63,69	64,19
Глютамінова кислота	224,06	238,69	240
Гліцин	14,69	16,24	16,38
Аланін	30,63	34,64	35,08

Наступним етапом роботи стало проектування жирового модуля. Жир, який використовується для виробництва геродієтичних продуктів, повинен мати певний набір жирних кислот; співвідношення між насиченими (НЖК), мононенасиченими (МНЖК) та поліненасичени (ПНЖК) жирними кислотами повинно складати 0,3 : 0,6 : 0,1. Продукти геродієтичного призначення повинні мати підвищений вміст природних антиоксидантів для блокування вільнорадикальних ланцюгових реакцій, найнебезпечнішими серед яких є реакції перекисного окислення ліпідів.

Всі природні жири, в тому числі і жир маслянки, не задовольняють усім цим вимогам, тому одним із завдань розробки нових молочних продуктів геродієтичного призначення є правильна оцінка (з точки зору збалансованості) жирнокислотного складу сировини з метою наступного його корегування і забезпечення оптимального жирнокислотного складу готового продукту. Для цього необхідно дещо збільшити кількість рослинного жиру по відношенню до тваринного, щоб досягнути необхідного співвідношення жирних кислот. Молочний жир містить незначну кількість ПНЖК (особливо у осінньо–зимовий період), недостатню кількість МНЖК та надмірну кількість НЖК. Співвідношення між НЖК : МНЖК : ПНЖК у молочному жирі складає у середньому 0,63 : 0,32 : 0,06. Для наближення жирнокислотного складу молочного жиру до рекомендованного, необхідно провести його нормалізацію рослинними оліями, які містять значну кількість МНЖК та ПНЖК і, крім того, не містять холестерину, що дуже важливо для профілактики та запобігання прогресуванню серцево–судинних захворювань [7].

За джерело ПНЖК і МНЖК вибрано рафіновану та дезодоровану оливкову олію, співвідношення між НЖК : МНЖК : ПНЖК складає 1,3:5,5:1,0. Таким чином можна значно збільшити вміст МНЖК та ПНЖК при незначному збільшенні вмісту НЖК, що дає можливість максимально наблизити склад суміші до вимог геродієтетики.

Для проектування жирнокислотного модуля використовували математичну модель професора Ліпатова М.М. [6]. Оптимізацію жирнокислотного модуля молочно-жирової основи на відповідність нормам геродієтетики оцінювали за ступенем наближення його показників до відповідних показників гіпотетично ідеального жиру, розробленого на основі досліджень інституту харчування, ВНДІМСа та НВО "Углич" з використанням табличного процесора MS Exel.

При проведенні математичного моделювання вміст рослинної олії у сумішах варіювали від 10 до 50 % (з інтервалом у 5 %) від загальної масової частки жиру сумішей. Із зростанням масової частки суміші рослинних олій у молочно–жирових сумішах вміст насичених кислот зменшується, а важливих для організму літньої людини МНЖК та ПНЖК – збільшується. При 50 %-му рівні заміни молочного жиру оливковою олією спостерігається найближче до рекомендованого нормами геродієтетики співвідношення НЖК : МНЖК : ПНЖК, яке становить 0,23 : 0,69 : 0,10. Крім того, 50 % заміна молочного жиру оливковою олією сприяє зменшенню вдвічі вмісту холестерину у суміші морозива та підвищенню кількості жиророзчинних вітамінів–антиоксидантів, зокрема, вітаміну Е.

Включення до рецептури морозива рослинної олії потребує додаткових досліджень режимів гомогенізації отриманої суміші. Для цього отриману суміш гомогенізували при температурі 75...80 °С при тиску 7, 10, 12 і 15 МПа і визначали ефективність гомогенізації за відстоєм жирової фази і за розміром жирових кульок. Встановлено, що зі збільшенням тиску гомогенізації відстій жирової фази зменшується і становить при тиску 7 МПа – 3,4...8,3 %, при тиску 10 МПа – 2,0...6,1 %, при тиску 12 МПа – 0,9...4,4 %, 15 МПа – 0,8...4,2 %. Зі збільшенням тиску гомогенізації середній діаметр жирових кульок зменшується: при тиску 7 МПа – 0,87 мкм, 10 МПа – 0,85 мкм, 12 МПа – 0,77 мкм, 15 МПа – 0,75 мкм. Отже, оптимальним тиском є 12 МПа і 15 МПа, але підвищення тиску гомогенізації потребує додаткових витрат на виробництво. Тому доцільно у виробництві геродієтичного морозива використовувати режим гомогенізації: температура 75...80 °С, тиск (12 ± 0,5) МПа.

При виробництві солодких геродієтичних продуктів використовують замінники цукру, частіше фруктозу, якою можна замінити штучні солодкі речовини, які часто оказують негативний вплив на здоров'я. Фруктоза особливо ефективна в харчуванні людей, страждаючих діабетом, жовчнокам'яною хворобою, атеросклерозом, ішемічною хворобою серця, алергічними і стоматологічними захворюваннями, ожирінням, а також спортсменів, літніх людей і дітей. Медики вважають, що фруктоза корисніша ніж сахароза і глюкоза. Враховуючи те, що фруктоза більш солодка ніж цукор у 1,7 раз було розраховано кількість фруктози для виробництва геродієтичного морозива. Також запропоновано частину фруктози замінити лактулозою, яка є пребіотичною добавкою, але кількість якої в продукті не повинна перевищувати 0,5 %, тому що вона має послаблюючу дію на організм людини. Така заміна дозволяє знизити кількість цукру в продукті і знизити собівартість геродієтичного морозива.

На основі проведених досліджень було розраховано рецептуру геродієтичного морозива і розроблено технологічну схему його виробництва, яка наведена на рис. 1.

Спочатку змішували всі рідкі компоненти (маслянку, вершки, воду), ретельно перемішували і підігрівали отриману суміш до температури 40...45 °С. До отриманої суміші вносили попередньо підготовлені сухі компоненти. Для цього окремо змішували сухе знежирене молоко з концентратом ICE 1-0021 фірми “Ультратекс” у певних співвідношеннях, сюди ж додавали суху фруктозу. Суміш просіювали, вносили до суміші рідких компонентів, далі перемішували 10...15 хв і залишали на 20...40 хв для розчинення сухих речовин і набухання білкових компонентів, після чого вносили оливкову олію в розрахованій кількості. Отриману суміш пастеризували при температурі 85 °С з витримкою 50...60 с, гомогенізували при тиску (12 ± 0,5) МПа, охолоджували до температури 4...6 °С і залишали для дозрівання протягом не більше чотирьох годин.

Під час визрівання проходить кристалізація близько 50 % молочного жиру. Білки молока та стабілізатори під час витримки набухають, поглинають вологу, проходить адсорбція деяких компонентів суміші поверхнею жирових кульок. Внаслідок цього в'язкість суміші зростає, а кількість вільної вологи зменшується, що запобігає утворенню великих кристалів льоду в процесі заморожування. Суміш після визрівання інтенсивніше поглинає та утримує повітря під час фризерування.

По закінченні дозрівання суміш фризерують. При цьому відбувається одночасне заморожування вологи і введення повітря до суміші. Структура морозива залежить від кількості введеного повітря та його дисперсності. В морозиві хорошої якості середній розмір повітряних бульбашок повинен бути не більше 60 мкм. Морозиво з високою збитістю завдяки низькій теплопровідності повітря плавиться повільніше. При недостатній збитості воно виходить дуже щільним, з грубою консистенцією і структурою, при дуже високій – снігоподібним, з пластівчастою структурою. При фризеруванні виморожується 35...65 % вологи, температура морозива на виході із фризера становить – 4...–6 оС. М’яке морозиво, що вивантажують з фризера, майже не холодне і має дуже ніжну, м’яку та кремоподібну консистенцію, тому його негайно фасують і подають на загартування для подальшого виморожування вологи.

Загартування - це процес охолодження та витримки морозива за температур від мінус 18 °С і нижче з метою надання морозиву міцності та опору таненню. Після закалювання близько 75...90 % води знаходиться у вигляді дрібних кристалів, які зростаються в жорсткий кристалізаційний каркас. Внаслідок цього процесу морозиво набуває щільної консистенції та високої міцності. Під час закалювання розміри кристалів льоду збільшуються у середньому на 30...40 %.

Загартування морозива необхідно проводити швидко. За цих умов в морозиві утворюються дрібні кристалики льоду, що зумовлює його ніжну консистенцію. Коливання температури у камерах неприпустиме, бо в іншому випадку лід почне танути та знову викристалізовуватися з утворенням великих кристалів, що призведе до утворення грубої структури та консистенції готового продукту. Якщо загартування проводити повільно, то й дисперсність повітряної фази може знизитися. При зберіганні незамороженого збитого продукту проходить дифузія повітря з малих бульбашок до великих за рахунок того, що у дрібних бульбашках тиск більший. Але якщо загартування провести ефективно та відразу ж після фризерування, то гарна стабілізація повітряних бульбашок гарантована.

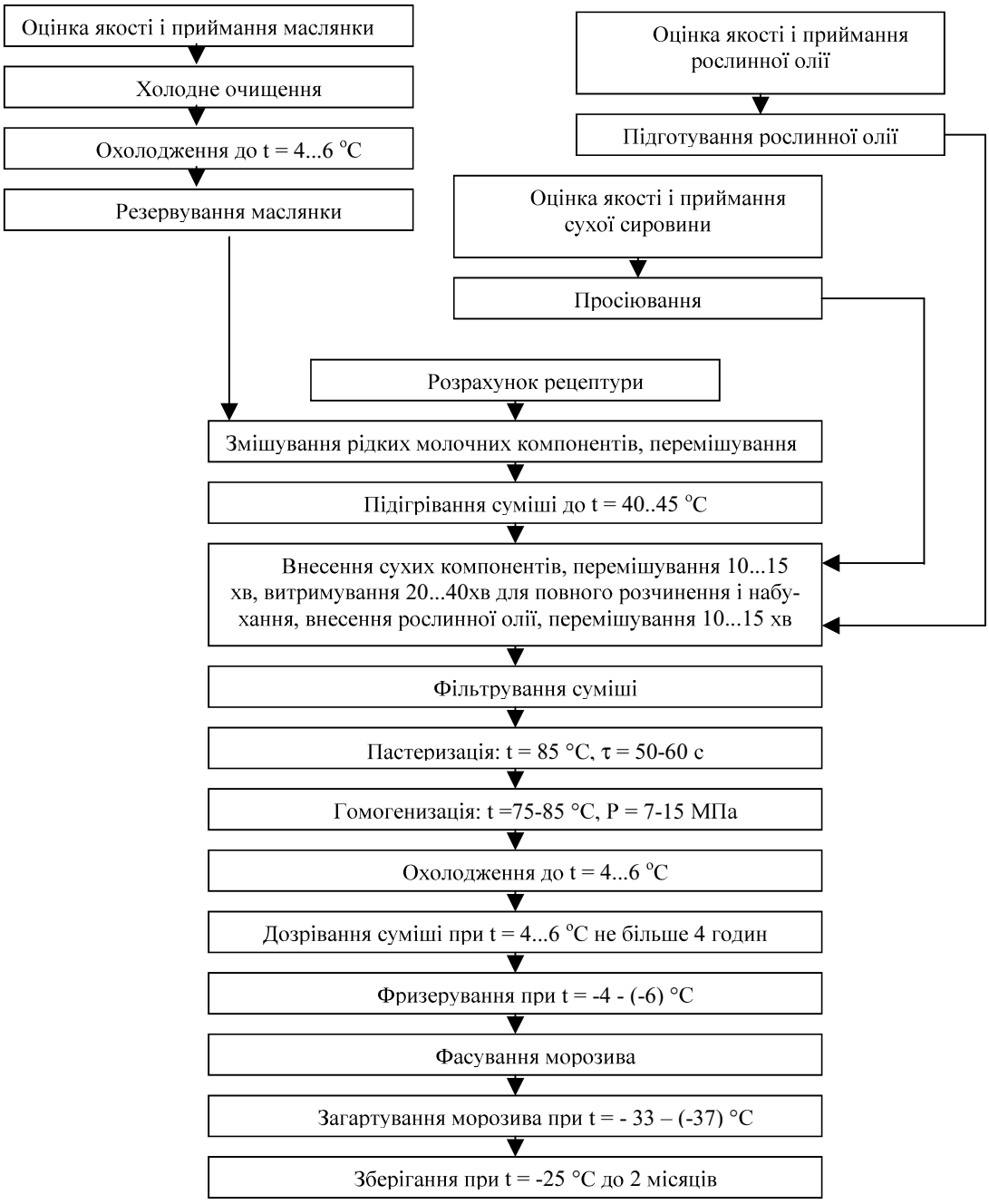


Рис. 1 – Технологічна схема виробництва геродієтичного морозива

За наведеною технологічною схемою в лабораторних умовах було вироблено зразки морозива молочного класичного і молочного геродієтичного і вивчено показники їх якості, які наведені в табл.3.

Як свідчать наведені дані, за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками геродієтичне морозиво повністю відповідає вимогам ДСТУ 4735:2007 «Морозиво з комбінованим складом сировини. Загальні технічні умови».

Таблиця 3 – Показники якості морозива

Назва показника	Молочне класичне	Молочне геродієтичне
Органолептичні показники		
Смак і аромат	Чистий, солодкий, характерний для морозива, без сторонніх присмаків і запахів	
Структура і консистенція	Однорідні, без відчутних грудочок жиру та стабілізатора-емульгатора	
Колір	Однорідний, білий	
Фізико-хімічні показники		
Збитість, %	79	82
Опір таненню, хв	48	32
Кислотність, °Т	23	24
Масова частка цукру/в т.ч. фруктози + лактулози, %, не більше	15,5 / 0	0 / 9,2
Масова частка жиру/в т.ч. рослинного, %, не менше	2,0 / 0	2,0 / 1,0
Мікробіологічні показники		
Бактерії групи кишкових паличок в 0,1 г морозива	відсутні	
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Salmonella, в 25г продукту	відсутні	
Staphylococcus aureus в 1 г	відсутні	
L. monocytogenes в 25 г	відсутні	

Література

1. Фролькис В.В. Биология старения. / В.В.Фролькис, И.А.Аршавский, И.И.Аричнин и др. – Л.: Наука, 1986. – 370 с.
2. Хрисанфова Е. Н. Основы геронтологии – М.:Владос, 1999г. – 182 с.
3. Петров, А. Н. Геродиетические продукты функционального питания. / А.Н.Петров [и др.] отв. В. И. Ганина – М.: Колос – Пресс, 2001. – 96 с.
4. Поліщук Г.Є. Технологія морозива. Навч. посібник. / Г.Є.Поліщук, І.С.Гудз – К.: Фірма «ІНКОС», 2008. – 220 с.
5. Танащук С. В. Морозиво і лактулоза – користь і насолода / С. В. Танащук // Молочное дело. - 2008. - № 4. – С. 16 – 17.
6. Липатов Н.Н. Принципы проектирования состава и совершенствования технологии многокомпонентных м'ясних и молочних продуктов: Дис. ... докт. техн.. наук: 05.18.04. – М., 1988. – 670с.
7. Дідух Н. А. Використання рослинних олій у виробництві молочних геропродуктів / Н. А. Дідух, О. П. Зайцева // Молочна промисловість. – 2006. - № 9(34). – С. 32 – 37.

УДК 637.333 : [577.15 : 637.353 – 026.8]

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОВОГО ОБРОБЛЕННЯ МОЛОКА НА БІОЛОГІЧНУ ЦІННІСТЬ БІФІДОВМІСНИХ М'ЯКИХ СИРІВ

Дідух Н.А., д-р. техн. наук, доцент,
Лисогор Т.А., канд. техн. наук, доцент,
Могилянська Н.О., канд. техн. наук, асистент,
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В роботі показано вплив параметрів теплового оброблення молока на біологічну цінність м'яких кислотно-сичужних біфідовмісних сирів та обґрунтовано доцільність застосування високотемпературної пастеризації при їх виробництві.

We show the influence of thermal processing parameters on the biological value of milk soft acid-rennet bifidocheese and expediency of application of high temperature pasteurization at their production.

Ключові слова: м'який кислотно-сичужний біфідовмісний сир, теплове оброблення, біологічна цінність, амінокислотний склад, фракції білків.

М'який сир – високоякісний білковий харчовий продукт, який отримується шляхом ферментативного кислотного або кислотно-сичужного зсідання спеціально підготовленого молока, обробленням згустку, формуванням сирної маси з подальшим визріванням або без нього [1]. М'які сири, в основі яких лежить кислотно-сичужне зсідання молока, характеризуються чистим кисломолочним запахом та смаком, а також ніжною та пластичною консистенцією [2].

На якісні показники, склад, вихід та біологічну цінність м'яких кислотно-сичужних сирів суттєвий вплив здійснюють заквашувальні композиції, які використовують для біотехнологічного оброблення молока, а також режими пастеризації сировини [3, 4]. Для виробництва біфідовмісних м'яких кислотно-сичужних сирів рекомендовано використовувати заквашувальні композиції з гомо- й гетероферментативних мезофільних молочнокислих бактерій (*L. lactis ssp. lactis* + *L. lactis ssp. cremoris* + *L. lactis ssp. diacetilactis* + *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*) та змішаних культур біфідобактерій (*B. bifidum* + *B. longum* + *B. adolescentis* або *B. bifidum* + *B. longum* + *B. breve*) [5]. Використання вказаних заквашувальних композицій сприяє отриманню м'яких кислотно-сичужних сирів з функціональними властивостями, обумовленими високою концентрацією біфідобактерій (не менше $1 \cdot 10^9$ КУО/г) та молочнокислих бактерій (не менше $1 \cdot 10^8$ КУО/г). Дослідження впливу низько- та високотемпературних режимів пастеризації молока на склад та вихід м'яких кислотно-сичужних біфідовмісних сирів свідчать про доцільність використання високотемпературної пастеризації сировини у технології їх виробництва (температура пастеризації (90±1) °С, витримка 5 хв.) для підвищення виходу сирів за рахунок збільшення ступеня використання білків та жиру молока [6].

Метою даної роботи є визначення впливу режимів теплового оброблення молока на біологічну цінність м'яких кислотно-сичужних біфідовмісних сирів.

Біологічну цінність сирів визначали за амінокислотним скором та фракційним складом білків.

Нормалізоване молока після визрівання пастеризували з використанням одного з п'яти режимів:

– 1 режим – контрольний – температура пастеризації (76±1) °С, витримка 20 с;
– 2 режим – температура пастеризації (80±1) °С, витримка 20 с;
– 3 режим – температура пастеризації (80±1) °С, витримка 5 хв;
– 4 режим – температура пастеризації (90±1) °С, витримка 20 с;
– 5 режим – температура пастеризації (90±1) °С, витримка 5 хв.

Пастеризоване молоко охолоджували до температури зсідання ((37±1) °С) і використовували для виробництва м'яких кислотно-сичужних біфідовмісних сирів з використанням розроблених заквашувальних композицій.

Першим етапом досліджень стало визначення біологічної цінності вироблених зразків м'яких сирів (номери зразків сирів відповідають наведеним режимам пастеризації) за амінокислотним складом (табл. 1). Наведені дані свідчать про підвищення біологічної цінності м'яких кислотно-сичужних біфідовмісних сирів при використанні більш жорстких режимів для теплового оброблення молока, що, напевне, пояснюється залученням до їх складу частини денатурованих сироваткових білків, які мають вищу біологічну цінність, ніж казеїн. Сироваткові білки не містять лімітованих амінокислот, тоді як всі фракції казеїну лімітовані за вмістом сірковмісних амінокислот (метіоніну + цистіну), тому при підвищенні температури та витримки при тепловому обробленні скор за вказаними амінокислотами збільшується.

У зразках 2, 3, 4 і 5 м'якого кислотно-сичужного біфідовмісного сиру в порівнянні зі зразком 1 вміст сірковмісних амінокислот на 4,5, 11,2, 10,3 і 12,8 %, відповідно, вищий, вміст всіх інших незамінних амінокислот перевищує такий у «ідеальному» білку ФАО/ВООЗ (табл. 1). Відношення кількості незамінних амінокислот до кількості замінних у зразках м'якого сиру 1…5 збільшується від 0,484 до 0,501, що також доводить доцільність використання більш жорстких режимів теплового оброблення сировини при виробництві продукту.

Першим етапом досліджень стало розділення білків вироблених п'яти зразків м'яких сирів та сироватки, отриманої при їх виробництві, на фракції з використанням електрофорезу. Результати електрофоретичних досліджень білків м'яких сирів та сироватки наведено на рис. 1 а) та б), відповідно (номери зразків сирів та сироватки на рисунках відповідають наведеним режимам пастеризації).

На електрофореграмі білків сирів (рис. 1, а) чітко видно фракції, які відповідають в порядку зменшення електрофоретичної рухомості фракціям білків молока та пептидів, які утворились з казеїнів та сироваткових білків при ферментації сировини, а саме: конденсованим формам білкових молекул з молекулярною масою 80…130 кДа, двом фракціям казеїну (α- та β-казеїну), пептидам з молекулярною масою 50…51 кДа та 46…48 кДа, сумі χ-казеїну з β-лактоглобуліном, α-лактальбуміну, пептидам з молекулярною масою 24…26 кДа та 21…23 кДа.

Таблиця 1 — Амінокислотний склад та величини амінокислотного скору зрізків 1…5 м'якого кислотно-сичужного біфідовмісного сиру в порівнянні зі шкалою ФАО/ВООЗ

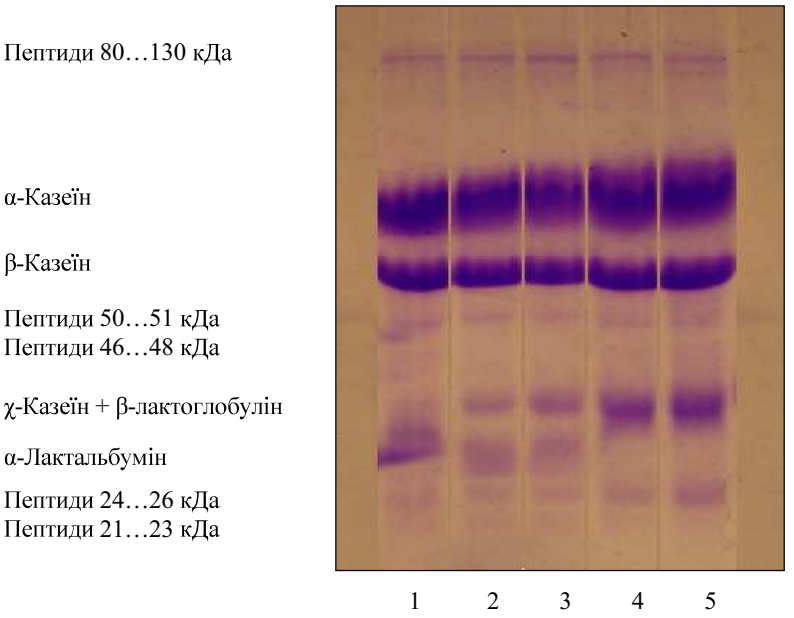
Амінокислота	Шкала ФАО/ВООЗ, мг/1 г білка	Вміст амінокислоти, мг/1 г білка / амінокислотний скор, %, у білках зразка				
		1	2	3	4	5
Вміст білка, %	-	17,59	17,81	18,8	17,95	18,9
Незамінні амінокислоти						
Триптофан	10	10,00 / 100,0	10,30 / 103,0	10,50 / 105,0	10,90 / 109,0	11,15 / 111,5
Лізін	55	80,65 / 146,6	80,60 / 146,5	81,85 / 148,8	82,10 / 149,3	84,25 / 153,2
Треонін	40	44,50 / 111,3	46,80 / 117,0	46,95 / 117,4	47,00 / 117,5	47,35 / 118,4
Валін	50	**55,40 / 110,8**	**56,40 / 112,8**	**56,60 / 113,2**	**56,90 / 113,8**	**56,80 / 113,6**
Метіонін + цистін	35	28,95 / 82,7	30,28 / 86,5	32,20 / 92,0	31,85 / 91,3	32,66 / 93,3
Ізолейцин	40	**55,50 / 138,8**	**55,50 / 138,8**	**55,60 / 139,0**	**56,20 / 140,5**	**57,20 / 143,0**
Лейцин	70	**102,30 / 146,1**	**103,50 / 147,9**	**103,70 / 148,1**	**104,40 / 149,1**	**104,65 / 149,5**
Фенілаланін + тірозін	60	**103,70 / 172,8**	**103,85 / 173,1**	**104,20 / 173,7**	**104,65 / 174,4**	**104,80 / 174,7**
Замінні амінокислоти						
Гістидін	-	34,20	34,30	33,80	33,65	33,40
Аргінін	-	50,90	50,40	50,20	49,80	49,60
Аспарагінова кислота	-	60,70	59,30	58,10	58,00	57,75
Серін	-	47,30	47,00	47,15	46,95	46,00
Глютамінова кислота	-	157,20	155,20	155,00	154,50	154,20
Пролін	-	119,10	118,90	118,00	117,50	116,11
Гліцин	-	18,40	17,70	17,05	17,00	16,90
Аланін	-	26,00	24,97	24,40	24,00	23,90
Загальна кількість амінокислот	-	994,8	995,0	995,3	995,4	996,7

Аналіз фракційного складу досліджених зразків сиру та сироватки, отриманого з використанням електрофоретичних досліджень, наведено на рис. 2, а) та б), відповідно. Отримані результати корелюють з даними досліджень масової частки білків у відповідних зразках сирів та сироватки [6], а також з літературними даними щодо денатурації більшої частини сироваткових білків при використанні жорстких режимів теплового оброблення молока і щодо переходу до сироватки частини казеїну у вигляді пилу при пастеризації молока у виробництві білкових продуктів при температурі вище 90 ºС з короткочасною витримкою (20 с) в порівнянні з довготривалою пастеризацією при температурах 80 та 90 ºС і короткочасною при температурі 80 ºС [3, 4].

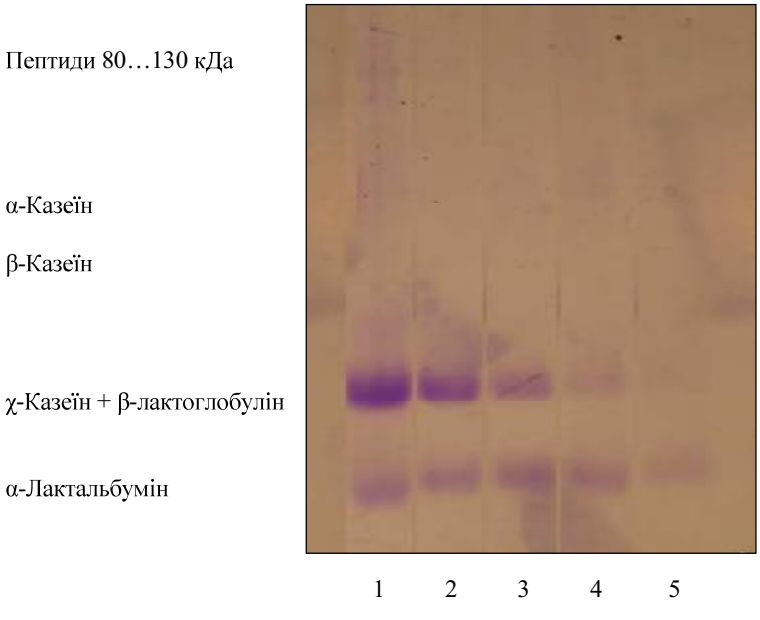
Аналіз фракційного складу м'яких кислотно-сичужних біфідовмісних сирів свідчить про те, що при досліджених режимах пастеризації масова частка термолабільних фракцій сироваткових білків (α-лактальбуміну та β-лактоглобуліну) в них підвищується зі збільшенням інтенсивності теплового оброблення. Вміст α-лактальбуміну в сирах при використанні 2 і 3-го режимів пастеризації у порівнянні 1-м підвищується у 1,18, 1,20 раз; у зразках сиру 4 і 5 більша частина цієї фракції сироваткових білків гідролізована до пептидів з молекулярною масою 24…26 і 21…23 кДа (рис. 1, а, 2, а).

Сумарний вміст фракцій χ-казеїну і β-лактоглобуліну у зразках 3, 4 і 5 м'яких сирів у порівнянні зі зразком 1 збільшується більш суттєво – у 1,60, 1,65 і 1,76 раз, відповідно. Очевидно, при використанні першого режиму пастеризації сумарний вміст даних фракцій у білкових продуктах представлений, в основному, χ-казеїном, тоді як при використанні більш жорсткого теплового оброблення – комплексом χ-казеїну з денатурованим β-лактоглобуліном. Максимальну кількість β-лактоглобуліну містить зразок 5, отримані з використанням найбільш жорсткого режиму пастеризації. Залучення максимальної кількості сироваткових білків до складу зразку сиру 5 пояснює максимальний амінокислотний скор за сірковмісними амінокислотами

у ньому (табл. 1). Зразок 5 м'якого кислотно-сичужного сиру містить 0,357 % α-лактальбуміну і 2,42 % комплексу χ-казеїн+β-лактоглобулін. Вміст α-лактальбуміну в ньому нижчий, ніж у зразках 1…3, однак вміст пептидів з молекулярною масою 21…23 і 24…26 кДа, які утворились при гідролізі вказаної фракції сироваткових білків, у ньому на 0,94…1,08 % вищий, ніж у зразках 1…3.



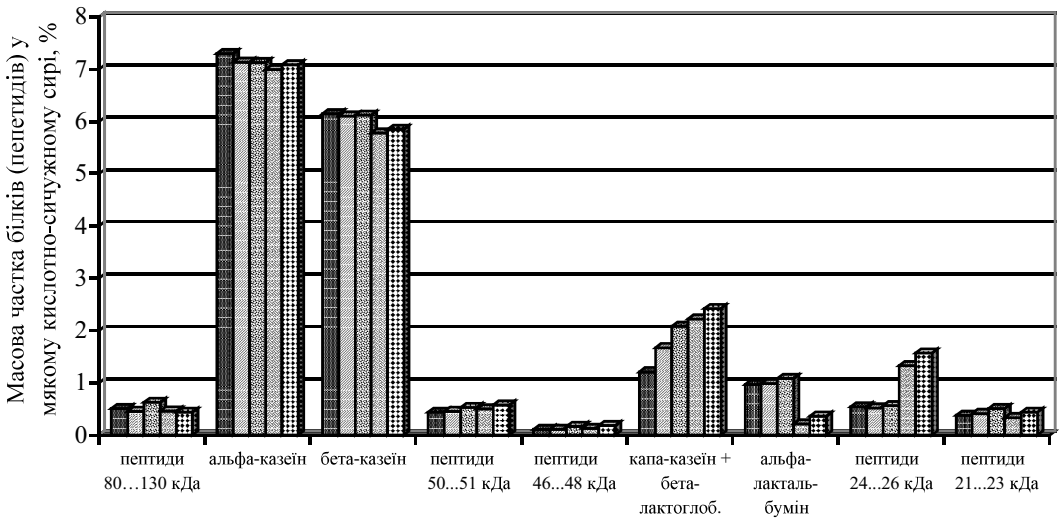
а)



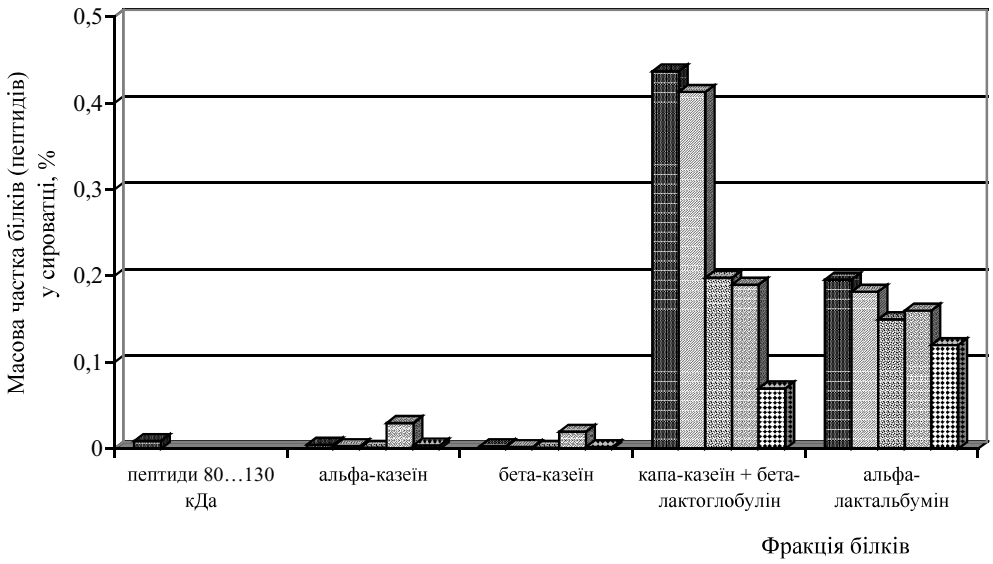
б)

Рис. 1. Електрофореграма дослідних зразків 1…5 м'якого кислотно-сичужного сиру (а) і зразків 1…5 сироватки (б), отриманих при його виробництві

Наявність у зразках м'якого кислотно-сичужного біфідовмісного сиру пептидів з молекулярною масою 21…23 та 24…26 кДа свідчить про те, що лакто- та біфідобактерії, використані у складі заквашувальної композиції для їх виробництва, виробляють досить активні протеази, що сприятиме підвищенню ступеня перетравлюваності білків у цих продуктах.



а)



б)

Рис. 2 – Розподіл білків за фракціями у м'якому кислотно-сичужному сирі (а) і сироватці (б), отриманій при його виробництві: – зразок 1; – зразок 2; – зразок 3; – зразок 4; – зразок 5

Мінімальний вміст казеїнових фракцій у сирах відзначено у зразках 4, при цьому відповідні зразки сироватки містять максимальну кількість казеїну, що підтверджує літературні дані про утворення більшої кількості казеїнового пилу, яка переходить до сироватки, при використанні для теплового оброблення молока у виробництві білкових продуктів 4 режиму пастеризації [3, 4]. У м'яких біфідовмісних сирах, вироблених кислотно-сичужним способом, максимальну кількість казеїнових фракцій містять зразки 1 і 2. Мінімальний вміст білків (0,19..0,20 %) у сироватці, отриманій при виробництві зразка 5 м'якого кислотно-сичужного сиру, що пояснюється максимальною денатурацією сироваткових білків молока при використанні 5-го режиму пастеризації.

Аналіз фракційного складу білків сироватки, отриманої при виробництві досліджених зразків сиру, свідчить про їх повну кореляцію з фракційним складом білкових продуктів. Сумарний вміст казеїнових фракцій у складі сироватки, отриманої при виробництві сирів, не перевищує 0,05 % (рис. 1, б, 2, б), що свідчить про високий ступінь використання α- та β-казеїну при виробництві продукту. Вміст термолабільних сироват-

кових білків (α-лактальбуміну та β-лактоглобуліну) у зразках сироватки 1…5 зменшується зі збільшенням інтенсивності теплового оброблення. Так, вміст комплексу χ-казеїн+β-лактоглобулін зменшується з 0,34 % у зразку 1 до 0,07 % у зразку 5 м'якого біфідовмісного сиру, виробленого кислотно-сичужним способом. Масова частка α-лактальбуміну у зразку сироватки 5 складала 0,12 %, у зразку 1 – 0,20 % (рис. 1, б, 2, б). Менш суттєве зниження кількості α-лактальбуміну у сироватці в порівнянні з вмістом β-лактоглобуліну пояснюється тим, що саме останній у денатурованому вигляді більш здатний до утворення комплексів з χ-казеїном, які переходять до білкового продукту, тоді як частина α-лактальбуміну у денатурованому або денатурованому вигляді переходить до сироватки. При кислотно-сичужній коагуляції на першій її стадії молокозсідальний фермент відщеплює від χ-казеїну глікомакропептид, який переходить до плазми молока, тому при використанні даного способу коагуляції білків молока χ-казеїн здатний залучити до складу білкового продукту значну кількість β-лактоглобуліну.

Висновки

Проведені дослідження свідчать про доцільність використання у технології виробництва м'яких кислотно-сичужних біфідовмісних сирів найбільш жорсткого із досліджених режимів пастеризації – температура (90±1) ºС, витримка 5 хв. Сьогодні при виробництві м'яких кислотно-сичужних сирів використовують пастеризацію молока при температурі 75…77 °С з витримкою 20…25 с, що відповідає експериментальному зразку 1. При введенні у технологію виробництва біфідовмісного м'якого кислотно-сичужного сиру рекомендованого режиму пастеризації біологічна цінність його збільшиться на 12,8 % у порівнянні з контрольним зразком, що обумовлено залученням до складу білкового продукту максимальної кількості сироваткових білків.

Література

1. Шингарева Т. И. Совершенствование технологии мягких сыров [Текст] / Т. И. Шингарева, Е. А. Давыдова // Сыроделие и маслоделие. – 2003. – № 1. – С. 19.
2. Генералова Н. А. Новый мягкий кислотно-сычужный сыр [Текст] / Н. А. Генералова, Б. А. Лобасенко, О. А. Шейфель, О. С. Болотов // Сыроделие. – 2000. – № 4. – С. 14.
3. Николаев А.М. Технология мягких сыров [Текст]. – М.: Агропромиздат, 1980. – 214 с.
4. Николаев А. М. Технология сыра [Текст]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 327 с.
5. Дідух, Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення [Текст] : монографія / Н.А. Дідух, О.П. Чагаровський, Т.А. Лисогор ; Одеська національна академія харчових технологій. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с. – ISBN 978-966-8788-79-6.
6. Дидух Н.А. Зависимость показателей качества и выхода мягких бифидосодержащих сыров от состава синбиотических комплексов и режимов пастеризации молока [Текст] // Продукты & ингредиенты. – № 4(46). – 2008. – С. 40–43.

УДК [637.146 : 633.1 – 021.632] : 613.292

РОЗРОБКА ПАРАМЕТРІВ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНОВИХ ДОБАВОК ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНО-РОСЛИННИХ ПРОДУКТІВ

Ізбаш Є.О., доцент, к.т.н., Моргун В.О., професор, д.т.н., Марінєску Н.Г., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Наведено вибір зернової добавки для виробництва кисломолочних напоїв функціонального харчування та обґрунтовано технологічні режими їх підготовки для внесення у молочно-рослинні суміші.

Given the choice of grain additives for the production of dairy drinks of functional alimentation and motivated technological modes of preparation for making milk-vegetable mixture.

Ключові слова: кисломолочні напої функціонального призначення, зернові добавки, концентрація, вологоутримувальна здатність, в'язкість, середній розмір часток, гідромодуль.

За ствердженням українських і закордонних вчених функціональне харчування є найбільш перспективним напрямком у виробництві продуктів. Функціональні продукти при систематичному вживанні повинні мати регулювальну дію на організм або його органи й системи, які забезпечують безмедикамен-

тозну позитивну корекцію їхньої функції. Згідно із прогнозом вчених, у найближчі 10-20 років позиціювання й сегмент продажів продуктів функціонального харчування буде неухильно збільшуватися.

До категорій функціонального харчування в наш час відносять пробіотики, харчові волокна, олігосахариди, вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, сахароспирти, холіни, амінокислоти, протеїни, пептиди, спирти, органічні кислоти, глюкозиди, ізопреноїди, антиоксиданти й інші фітопрепарати. На синергізмі комбінацій пробіотиків і пребіотиків заснована дія синбіотиків. За рахунок дії синбіотиків не тільки найбільш ефективно імплантуються мікроорганізми, які вводяться в шлунково-кишковий тракт хазяїна, але й стимулюється його власна мікрофлора. Іншим важливим фактором, що підтверджує доцільність спільного використання пробіотиків і пребіотиків, є те, що харчові волокна, носіями яких вважаються зернові продукти, забезпечують більш швидку доставку молочнокислих мікроорганізмів у середній і нижній відділи кишечнику. У присутності пребіотиків бактерії розвиваються в 1,5 – 2 рази швидше, що впливає благотворно на склад мікрофлори кишечнику [1].

Найбільш повно формулі раціонального харчування відповідають молочні продукти, а також продукти рослинного походження, особливо злаки, які служать природними джерелами вітамінів групи В, олігосахаридів, харчових волокон, антиоксидантів, поліненасичених жирних кислот, а також мінеральних речовин [2].

Одним з найбільш відповідних сучасній науковій концепції раціонального й здорового харчування є продукти вироблені з вівса, проса, ячменю, гречки, гороху, пшениці, жита, рису, кукурудзи зернові добавки. Молочно-злакові продукти мають функціональні властивості. В їхніх комбінаціях знаходяться: кальцій і білок, багатий незамінними амінокислотами (у молочному інгредієнті), поліненасичені жирні кислоти (рослинний жир злакового інгредієнта), харчові волокна (висівки), вітаміни (С, B_1, B_2, B_6, Е, каротин), у тому числі антиоксиданти (Е, β-каротин), олігосахариди й мінеральні речовини (в основному зі злакового компонента).

Метою даної роботи є вибір зернових добавок та обґрунтування технологічних парамертрів їх підготовки для виробництва молочно-рослинних продуктів функціонального призначення.

Перспективним для створення молочно-зернових сумішей є ячмінь. При виробництві перловорї крупи її вихід складає 40 %, мучки 40 %; при виробництві ячневої крупи її вихід складає 62 %, мучки 19,3 %. В порівнянні з ячневою крупою ячмінна мучка містить значно більше білку (на 2 %), жиру (на 6 %), клітковини (на 4,8 %). За вмістом вітаміну B_1 ячмінна мучка перевищує зерно ячменю майже в 2 рази, вітаміну B_2 майже в 4 рази, вітаміну РР – в 2 рази, також ячмінна мучка перевищує зерно ячменю за складом мінеральних речовин. На сьогоднішній день ячмінна мучка використовується як корм для сільськогосподарських тварин. Аналіз літературних джерел свідчить, що ячмінна мучка містить достатню кількість білку, жиру, вітамінів, мікроелементів, ненасичених жирних кислот, що дозволяє припустити широкий спектр її раціонального використання при виробництві функціональних харчових продуктів [3].

Вівсяні продукти є особливо цінними функціональними продуктами харчування. З вівса виготовляють безліч харчових продуктів, таких як вівсяне борошно, вівсяні пластівці, толокно та ін. Корисні якості вівса пояснюються в основному вмістом у ньому β-глюкана. Основна частина β-глюкана – це так зване розчинне харчове волокно (клітковина), що сприяє зниженню вмісту холестерину в організмі, уповільнює підвищення рівня цукру в крові після прийому їжі, забезпечуючи баланс цукру й інсуліну.

Гречана крупа – рекордсмен за вмістом вітамінів, мікроелементів, повноцінних білків, необхідних для здоров'я людини. У гречці містяться найважливіші живильні речовини: білки, жири, вуглеводи, а також кальцій, фосфор, йод, вітаміни B_1 і B_2, РР. Вітамін B_1, який нормалізує діяльність нервової і м'язової системи, впливає на функції органів травлення.

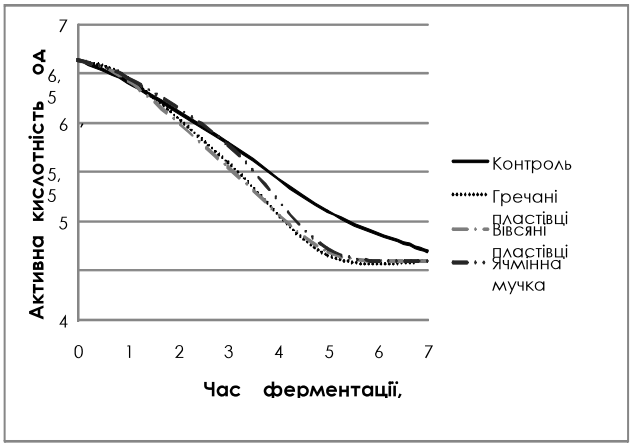
В гречці в 3–5 разів більше мікроелементів, у тому числі заліза, калію, фосфору, міді, цинку, кальцію, магнію, бору, йоду, нікелю і кобальту, ніж в інших крупах. У ній також є вітаміни B_1, B_2, РР і найважливіші живильні речовини: 13–15 % білка, до 70 % крохмалю, 2–2,5 % цукрів, 2,5–3 % жиру, 1,1–1,3 % клітковини.

На ринку зернових продуктів широко представлені злакові пластівці, які виробляються методом екструзії, що має ряд переваг: відсутність будь-яких хімічних препаратів, підвищення засвоюваності його білково-вуглеводного компоненту, отримання продукту стабільної якості. Внаслідок екструзії екструдат зернових продуктів втрачає вільну і частково зв'язану вологу, набуваючи вторинної структури та підвищених гідротаційних властивостей. На нашу думку, схожу здатність до збільшення гідротаційних властивостей мають гречані та вівсяні пластівці, що дозволяє використовувати ці рослинні добавки не тільки з метою підвищення функціональних властивостей, але й як стабілізаційну систему при виробництві кисломолочних напоїв.

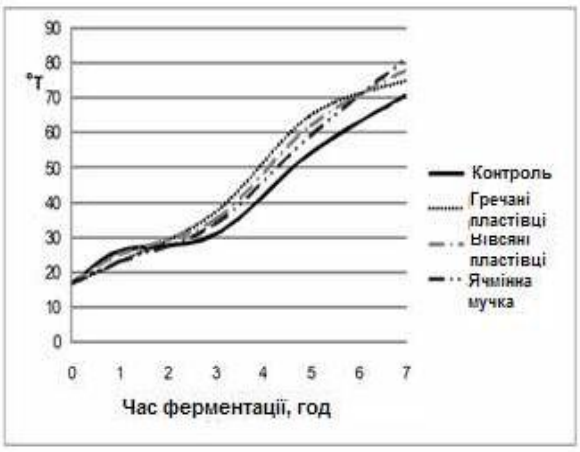
Для дослідження обрані: гречані та вівсяні пластівці і ячмінна мучка. Кисломолочні напої функціонального призначення (КМН ФП) вироблялися за технологією йогурту відповідно до ДСТУ 4343:2004. Закваска DVS Ch.Hansen - FD-DVS YF-L811 – Yo-Flex. Зернову добавку використовували у концентрації

від 0,5 % до 2,5 % до маси суміші. Обрані зернові добавки попередньо подрібнювались до розміру частинок діаметром 132 мкм. До подрібнених добавок додавали молоко у співвідношенні 1:4 та залишали для набухання 45 хв при t = 45 °С. Підготовлену добавку вносили у нормалізовану, пастеризовану, охолоджену до температури заквашування суміш перед заквашуванням. У готовому продукті контролювали фізико-хімічні та органолептичні властивості.

Аналіз результатів досліджень свідчить, що за фізико-хімічними та органолептичними показниками всі експериментальні зразки відповідають вимогам ДСТУ 4343:2004. Зі збільшенням концентрації добавок зростає в'язкість: гречані пластівці на 62,7 %, при збільшенні концентрації з 0,5 до 2,25 % ячмінна мучка на 43,7 %, відповідно концентрація з 0,5 до 2,25 %. При підвищенні концентрації добавок згусток краще утримує вологу, що підтверджується показником вологоутримувальної здатності (ВУЗ). Збільшення ВУЗ та в'язкості в експериментальних зразках свідчить про здатність використовуваних зернових добавок виконувати функцію стабілізаційної системи при утворенні згустків. Більша ВУЗ у зразках з ячмінною мучкою (від 5,1 % до 6,25 %), ніж у зразках з гречаними пластівцями (від 5,15 % до 5,65 %), збільшення концентрації до 2,25 % призводить до появи чуттєвого присмаку добавки (як для гречаних пластівців, так і для ячмінної мучки). Для всіх експериментальних зразків рекомендована концентрація зернової добавки 2 %. Характер кислотоутворення (рис.1) свідчить, що процес підвищення титрованої кислотності та зниження pH схожий для всіх зразків, але швидше (на 1 год) збільшення відбувається у зразках із зерновими добавками, ніж у контрольному зразку, що підтверджує дані літературних джерел про прискорення розвитку молочнокислої мікрофлори у присутності пребіотиків, якими є зернові добавки. Це важливо у виробництві, тому що прискорює можливість обертання обладнання і таким чином покращує використання основних ресурсів [4].



а)



б)

Рис. 1 – Зміна активної (а) та титрованої (б) кислотності в процесі ферментації зразків з зерновими добавками

Безпосередньо, що стосується зернових добавок, які вносяться до молочних продуктів, то ця продукція зернопереробних підприємств не спеціалізується на виробництві сировини для молочної промисловості. Їх виробництво є закінченим технологічним циклом та являє собою кінцевий продукт або вторинний матеріальний ресурс. При подальшому використанні зернових добавок для створення комбінованих молочних продуктів необхідна попередня підготовка рослинної сировини, яку диктують особливості технології та вимоги до готового продукту.

Технологія КМН ФП, при виробництві яких використовуються сухі добавки, передбачає попереднє розчинення або набухання. Відомо, що на процес набухання впливає розмір частинок сухих добавок. Нами досліджено вплив розмірів сухих частинок добавки на ступінь набухання. Добавки подрібнювали до розмірів 132 мкм та 250 мкм.

Аналіз даних на рис. 2 свідчить, що ступінь набухання залежить від розміру частинок добавки. У всіх зразках ступінь набухання збільшується при більшому подрібненні: так, при розмірі часток 250 мкм він становить для ячмінної мучки 270 %, для гречаних пластівців – 340 %, для вівсяних пластівців – 210 %, при подрібненні до розміру часток 132 мкм відповідно – 340 %, 369,5 %, 235 %. Таким чином, для підготовки використаних зернових добавок рекомендовано подрібнення до розміру часток 132 мкм.

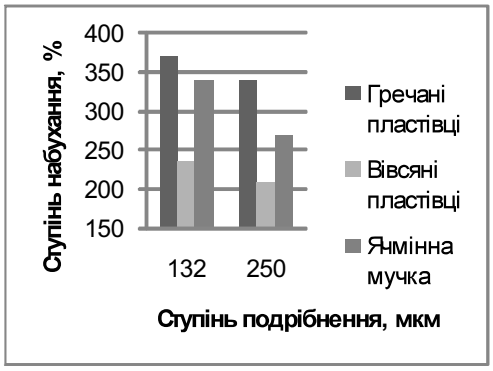


Рис. 2 – Вплив подрібнення на процес набухання

На ступінь набухання впливає також співвідношення рідини та сухої добавки. На рис. 3 показано вплив гідромодуля на ступінь набуханя. Як видно з рис. 3, при збільшенні гідромодуля для всіх добавок динамика однакова: збільшення гідромодуля веде до покращення набухання. Так, при збільшенні гідромодуля з 1:2 до 1:5 ступінь набухання збільшується для вівсяних пластівців з 195 % до 391 %, для гречаних пластівців з 192 % до 302 %. Але зрівняння гідромодуля 1:4 та 1:5 для всіх добавок свідчить про майже однаковий ефект набухання. В той самий час, збільшення гідромодуля потребує більшої ємкості і, відповідно, більших енерговитрат на нагрівання і перемішування, тому збільшення гідромодуля до 1:5 не доцільне.

У проведених дослідженнях доведено доцільність використання ВМР круп'яного виробництва – ячмінної мучки в молочній промисловості, а саме для виробництва КМН ФП, обґрунтовано концентрацію зернових добавок (ячмінна мучка, гречані та вівсяні пластівці) – 2 % від маси продукту; рекомендовано середній розмір частинок для зернових добавок: ячмінна мучка, гречані та вівсяні пластівці 132 мкм та гідромодуль для перелічених добавок 1:4.

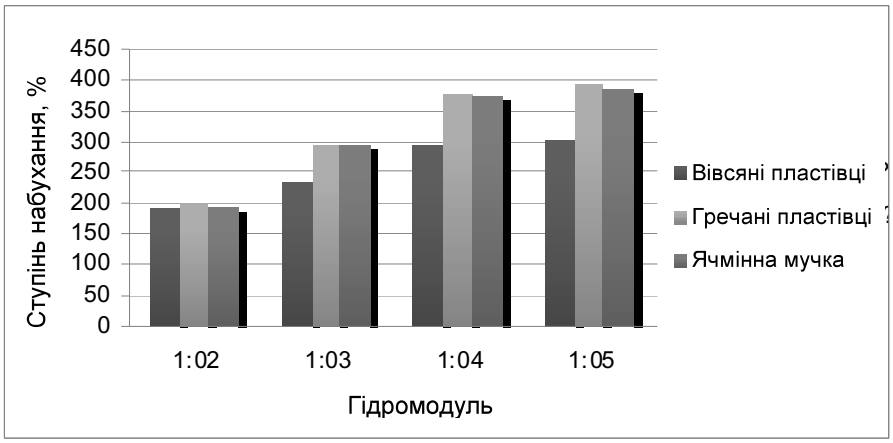


Рис. 3 – Вплив гідромодуля на ступінь набухання

Література

1. Ганина В.И. Пробиотики, назначение, свойства и основы биотехнологии [Текст]. – М.: МГУПБ. Монография. – 2001. – 169 с.
2. Погожева А.В. Пищевые волокна в лечебно-профилактическом питании [Текст]. – М.: Вопросы питания. – 1998. – № 1. – с. 39 - 43.
3. Никифорова Т.А. Физико-химические показатели побочных продуктов переработки ячменя. – Омск: Вестник ОГУ – 2006. – № 10, часть 2. – с. 35 - 47
4. Патент 2149562 Украина МПК - 7 А23 С9/152, 3/08, 23/00. Способ производства молочного продукта с добавкой растительного происхождения [Текст] / Квасенков О.И., Бурмистров Г.П., Васильева Т.А. / - № 99100981/13; Заявл. 22.01.99. Опубл. 27.05.2000.

УДК 637.2.068:[543.2:665.3]

ВИЗНАЧЕННЯ РОСЛИННИХ ЖИРІВ В ВЕРШКОВОМУ МАСЛІ

Могилянська Н.О., канд. техн. наук, ас., Лисогор Т.А., канд. техн. наук, доц., Дідух Н.А., д-р техн. наук, доц.
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В роботі наведені результати дослідження фізико-хімічних показників, за якими доцільно проводити аналіз вершкового масла для визначення немолочних жирів, змін жирнокислотного складу та властивостей молочного жиру при частковій заміні його рослинними жирами та розроблення рекомендацій щодо визначення натуральності вершкового масла.

The article contains data on the investigation of physical-chemical parameters by which to conduct appropriate analysis to determine the butter fat dairy, fat acid composition change research and properties of milk fat replacement for its vegetable fat and development of recommendations for defining natural butter.

Ключові слова: вершкове масло, соняшникова, оливкова та кукурудзяна олії, жирова суміш, фізико-хімічні показники, жирнокислотний склад, натуральність.

Останнім часом в нашій країні і за кордоном активно проводяться технологічні розробки щодо створення різновидів вершкового масла та спредів з жирами немолочного походження, в основному природними і модифікованими рослинними маслами [1, 2]. Асортимент вершкового масла з рослинним жиром останнім часом розширився, що пов'язано з необхідністю вирішення народногосподарчих і соціальних задач, таких як збільшення об'ємів виробництва продукту, розширення асортименту національного виробничого ринку [3].

На сьогоднішній день виробництво натурального вершкового масла в Україні, як правило, стає збитковою справою. Щоб отримати один кілограм вершкового масла, потрібно переробити 20…25 кг високоякісного молока, з дотриманням технологічних процедур, обговорених ДСТУ. На фоні нестачі сировини в Україні та зниженні цін на сухе молоко виробництво вершкового масла втратило свою рентабельність, стало не вигідним для виробника, тому на українському ринку у продажі з'явився новий продукт – комбіноване масло. При виробництві спредів використовуються замінники молочного жиру на рослинній основі, з їх допомогою регулюється жирнокислотний склад вершкового масла. Це підвищує його біологічну та фізіологічну цінність, а також дозволяє підприємцям розширити асортимент, знизити собівартість продукту та зробити продукт більш привабливим для покупця за рахунок зниження калорійності та підвищення його корисності. Взагалі спочатку комбіноване масло створювалося як здоровий продукт нового покоління, який за своїм жирнокислотним складом наближався до ідеального жиру. Немолочні інгредієнти при цьому були призначені, перш за все, не для часткової чи повної заміни молочного жиру, а для спрямованого регулювання складу та властивостей продукту. Проте на даний час виробники з метою отримання прибутку обманюють споживачів, випускаючи вершкове масло із частковою заміною молочного жиру. В результаті замість вершкового масла ми отримуємо спред або маргарин, що не вказується виробником на упаковці. Рослинні олії для надання їм твердої консистенції обробляються воднем або каталізаторами, у процесі можуть утворюватися транс-ізомери, які здатні підвищувати ризик онкологічних та серцево-судинних захворювань. У замінниках жирів та маргаринах часто містяться антиокислювачі – бутилокситолуол (Е321) та бутилоксианізол (Е320), що викликають рак [4].

В наш час практично всі ведучі європейські підприємства для розширення асортименту, покращення якості і отримання недорогих, корисних продуктів харчування використовують рослинні олії і жири.

Високий попит на спреди в усьому світі обумовлений в першу чергу їх відносно низькою ціною. Вартість спредів за кордоном майже в два рази менша вартості натурального вершкового масла.

В Україні інша картина. Ціна спредів, які маскуються під вершкове масло за допомогою таких назв, як масло «легке», «ніжне», «м'яке», лише на 15…20 % дешевше натурального. Споживач, орієнтуючись на ціну, часто не має можливості відрізнити спред від натурального масла. Тому на сьогоднішній день постає питання про ідентифікацію натуральності вершкового масла, що випускається на українському ринку, та визначення рослинних олій і замінників молочного жиру, які були використані для фальсифікації.

До важливих чисел, які характеризують природу жиру, відносять число омилення, йодне число, число Рейхерта-Мейссля, Полєнське та інші, до фізичних – температура плавлення та твердіння, показник заломлення [5].

Метою роботи було дослідження фізико-хімічних властивостей жирових сумішей на основі молочного жиру і рослинних олій та надання рекомендацій щодо визначення натуральності вершкового масла.

Для досягнення вказаної мети були поставлені наступні задачі:

- дослідження чисел Рейхерта-Мейссля і Полєнське, омилення та йодного, показника заломлення, числа рефракції, органолептичних показників молочного жиру, замінників молочного жиру та жирових сумішей на їх основі;
- визначення жирнокислотного складу жирових сумішей;
- надання рекомендацій щодо визначення натуральності вершкового масла.

З метою визначення впливу замінників молочного жиру на склад і фізико-хімічні показники готували жирові суміші, у яких молочний жир заміняли рослинними оліями (соняшниковою, кукурудзяною та оливковою оліями). Масова частка замінника коливалась від 20 % до 80 %.

У молочному жирі, замінниках і у їх сумішах визначали хімічні і фізичні константи (рис. 1 – 6) та розраховували жирнокислотний склад жирових сумішей.

Число Рейхерта-Мейссля характеризує вміст в 5 г жиру летких, розчинних у воді жирних кислот (ма-

сляної і капронової) [8]. Середньорічний показник числа Рейхерта-Мейссля досягає максимального значення на Поліссі, а в Степовій зоні – мінімальне. При цьому у всіх зонах максимальні значення числа Рейхерта-Мейссля відмічено у весняний період, а мінімальні – восени. По Україні число Рейхерта-Мейссля змінювалося від 24 до 31,2 одиниці [7].

Чистий молочний жир має високе число Рейхерта-Мейссля – 27,5 см^3 NaOH (0,1 моль/л)/5г, оскільки відносно інших жирів, молочний має високий вміст розчинних низькомолекулярних кислот, який коливається в межах 7,3…10,3 %. Рослинні жири містять менше цих кислот. Соняшникова олія має число Рейхерта-Мейссля 0,55 см^3 NaOH (0,1 моль/л)/5г, кукурудзяна та оливкова олії – 0,4 см^3 NaOH (0,1 моль/л)/5г.

На рис. 1 показано зміну числа Рейхерта-Мейссля при заміні молочного жиру на соняшникову, кукурудзяну та оливкову олії.

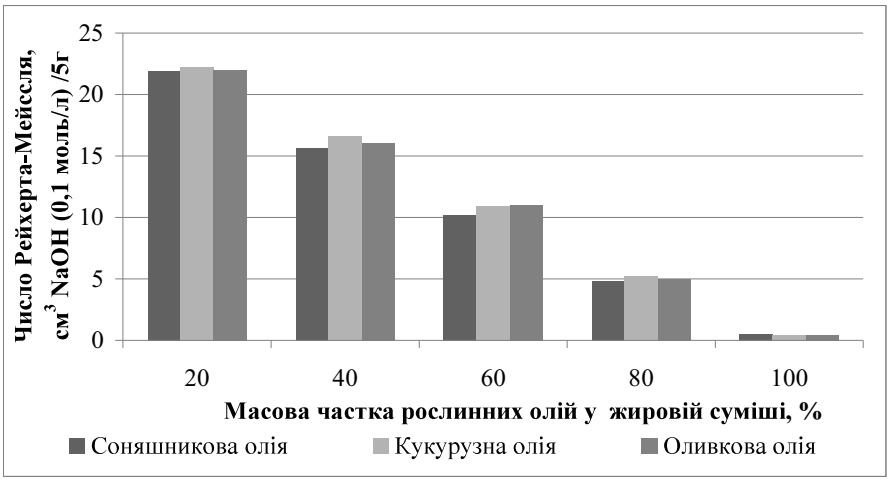


Рис. 1 – Зміна числа Рейхерта-Мейссля при заміні молочного жиру рослинними оліями

При замінні 20% молочного жиру на рослинні олії показник Рейхерта-Мейссля зменшується від 27,5 до 21,9 см^3 NaOH (0,1 моль/л)/5г для соняшникової, до 22,2 см^3 NaOH (0,1 моль/л)/5г – для кукурудзяної та оливкової олій. Зі збільшенням вмісту олії у складі суміші до 80 % показник Рейхерта-Мейссля знижується і складає 4,84…5,0 см^3 NaOH (0,1 моль/л)/5г в залежності від виду олії.

Таким чином, заміна молочного жиру рослинними оліями призводить до суттєвих змін числа Рейхерта-Мейссля.

Число Полєнске характеризує вміст в 5 г жиру низькомолекулярних летких нерозчинних у воді жирних кислот (каприлової, капронової і частково лауринової) [6].

Число Полєнське чистого молочного жиру дорівнює 2 см^3 NaOH (0,1 моль/л)/5г. Соняшникова олія має число Полєнське 0,5 см^3 NaOH (0,1 моль/л)/5г, кукурудзяна – 0,35 см^3 NaOH (0,1 моль/л)/5г, оливкова олія – 0,2 см^3 NaOH (0,1 моль/л)/5г.

На рис. 2 показано зміну числа Полєнське при заміні молочного жиру на рослинні олії.

При заміні молочного жиру число Полєнське зменшується від 1,6 при 20 % заміни до 0,75, 0,4 та 0,55 см^3 NaOH(0,1 моль/л)/5г – при 80 % заміні при використанні соняшникової, оливкової та кукурудзяної олій відповідно.

Таким чином, використання при виробництві спредів або фальсифікації вершкового масла замінниками на основі кукурудзяної, оливкової або соняшникової олій призводить до змін числа Полєнське, які важко визначити хімічними методами аналізу, цей показник не може характеризувати наявність цих олій в жирових сумішах в якості замінника.

Число омилення характеризує молекулярну масу жирних кислот, які входять до складу жиру: чим більше в ньому міститься низькомолекулярних кислот, тим воно більше [6].

Жир коров'ячого молока відрізняється від жирів тваринних і рослинних олій більш високим числом омилення внаслідок високого вмісту низькомолекулярних кислот. Їх концентрація в середньому складає 12,6 %. Чистий молочний жир має число омилення 234 см^3 КОН/1г. Кукурудзяна олія має число омилення 197 см^3 КОН/1г, соняшникова – 196 см^3 КОН/1г, оливкова олія – 192 см^3 КОН/1г.

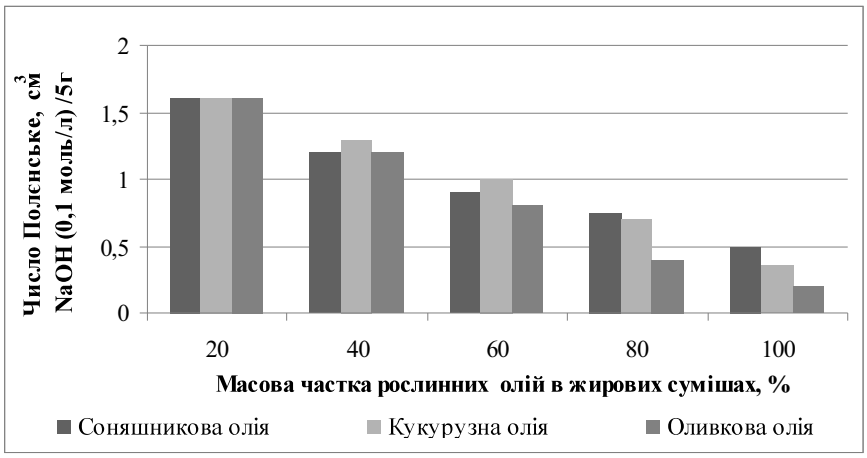


Рис. 2 – Зміна числа Полєнське при заміні молочного жиру рослинними оліями

На рис. 3 показані зміни числа омилення при заміні молочного жиру замінниками молочного жиру.

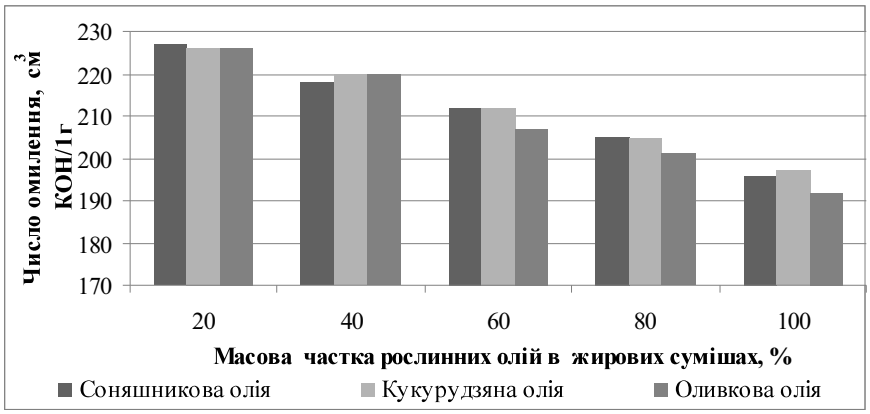


Рис. 3 – Зміна числа омилення при заміні молочного жиру рослинними оліями

При замінні 20% молочного жиру на рослинні олії число омилення зменшується до 227 $см^3$ КОН/1г для соняшникової, до 226 $см^3$ КОН/1г – для оливкової та кукурудзяної олій. Зі збільшенням вмісту рослинних олій у складі суміші до 80 % число омилення знижується і складає 201…206 $см^3$ КОН/1г в залежності від олії.

Спостерігається кореляція між числом омилення і числом Рейхерта-Мейссля (рис.1 та рис. 3). Отже, число омилення в цілому знижується при додаванні олій, але не так суттєво, як число Рейхерта-Мейссля.

Йодне число показує вміст ненасичених жирних кислот в жирі [6]. Встановлено, що в Україні йодне число молочного жиру залежно від сезону і регіону змінюється від 29,1 до 40,1, тобто на 11 одиниць [7].

Вміст ненасичених жирних кислот у молочному жирі України в середньому складає 30, 9 % з коливаннями від 26,08 до 33,73%. Досліджений нами молочний жир має йодне число 35,9 г I_2/100 г. Оливкова олія має йодне число 90,7 г I_2/100 г, кукурудзяна – 112,6 г I_2/100 г, соняшникова олія – 122 г I_2/100 г.

На рис.4 показано зміну йодного числа при заміні молочного жиру на оливкову, соняшникову та кукурудзяні олії.

З рис. 4 видно, що йодне число збільшується при використанні 20 % замінника молочного жиру на основі кукурудзяної олії до 52,0 I_2/100 г, соняшникової олії – до 53,1 I_2/100 г, оливкової олії – до 46,5 I_2/100 г.

Таким чином, вже при заміні молочного жиру більш ніж 20 % замінником на основі оливкової, кукурудзяної або соняшникової олій йодне число перевищує верхню межу цього показника для молочного жиру за літературними даними [7].

Показник заломлення характеризує здатність жиру заломлювати промінь світла, який проходить через нього [6]. Чим більше в складі жиру ненасичених і високомолекулярних жирних кислот, тим більший

його показник заломлення.

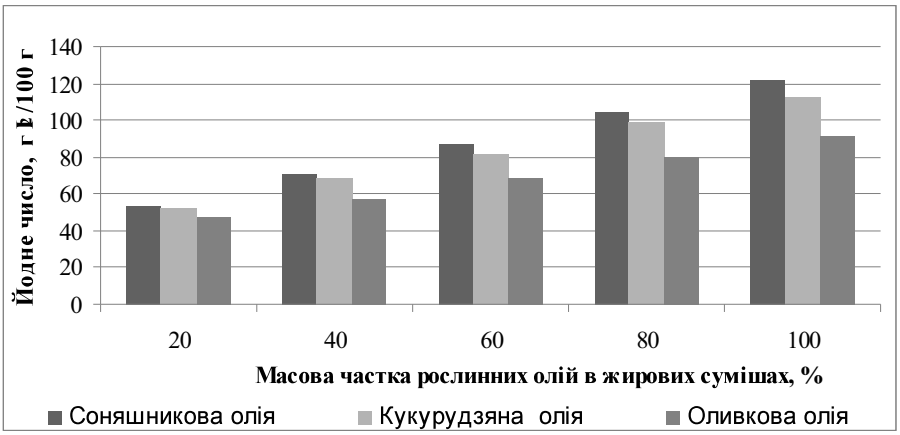


Рис. 4 – Зміна йодного числа при заміні молочного жиру рослинними оліями

За показником заломлення можна ідентифікувати деякі види жирів, розрахувати за існуючими залежностями йодного числа. Зміни показника заломлення жирів та масел у процесі технологічної обробки може дати уявлення про зміни складу внаслідок окислення, гідрогенізації, ізомеризації, полімеризації та ін. Особливої актуальності набуває використання цього показника в виробництві масел із комбінованою жировою фазою для контролю виробництва, складу вихідних жирів та готового продукту [6].

Показник заломлення молочного жиру по Україні коливається в межах від 1,4539 до 1,4559, середньорічний показник складає 1,4549. Досліджений молочний жир має показник заломлення 1,4551. Рослинні олії мають показник заломлення 1,4712, 1,4688 та 1,4645 для соняшникової, кукурудзяної та оливкової олій, відповідно.

На рис. 5 зображена зміна показника заломлення при заміні молочного жиру рослинними оліями.

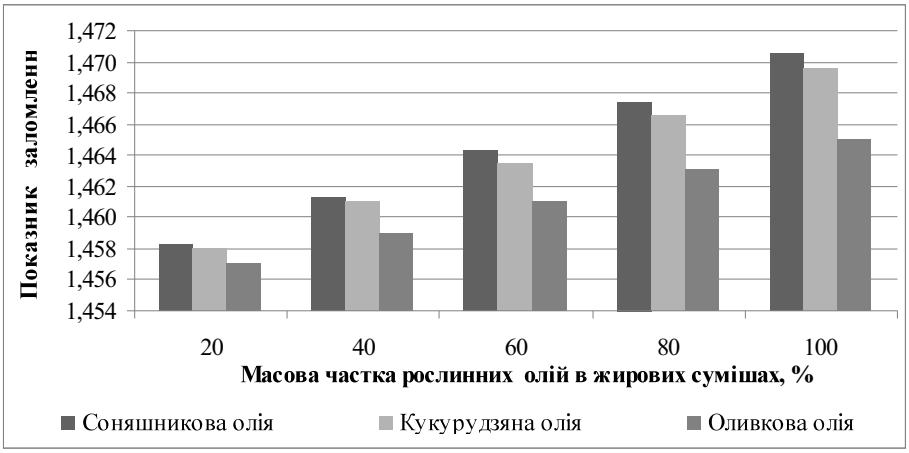


Рис. 5 – Зміна показника заломлення при заміні молочного жиру рослинними оліями

Оскільки замінники на основі рослинних олій мають більш високий вміст ненасичених кислот, то при заміні молочного жиру, вміст ненасичених жирних кислот в суміші зростає і показник заломлення збільшується. Зі збільшенням відсотку заміни від 20 до 80, показник заломлення збільшується від 1,4582 до 1,4674 – для оливкової олії, від 1,4580 до 1,4666 – для кукурудзяної олії, від 1,4580 до 1,4666 – для соняшникової олії.

Таким чином наявність у молочному жирі рідких замінників молочного жиру призводить до суттєвих змін показника заломлення. Заміна молочного жиру понад 20 % призводить до збільшення цього показника до значення, що перевищує верхню межу для молочного жиру України.

Молочний жир має число рефракції 43,7, соняшникова олія – 64,8, кукурудзяна на оливкова олії – 66,2.

На рис. 6 зображена зміна числа рефракції при заміні молочного жиру його рідкими замінниками.

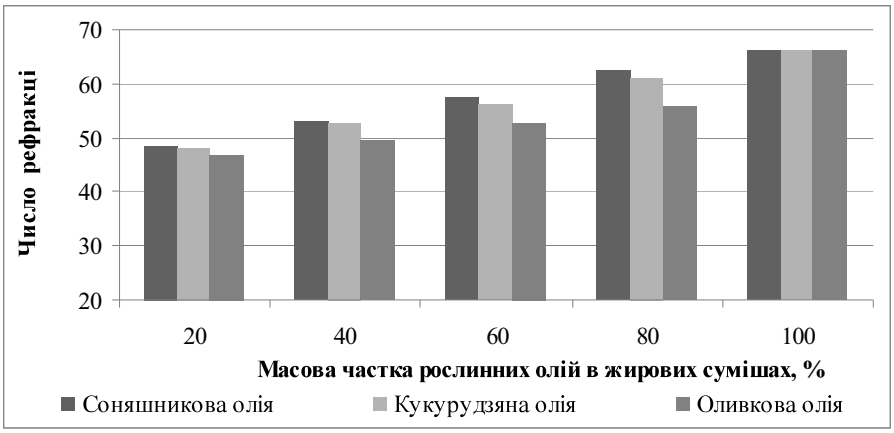


Рис. 6 – Зміна числа рефракції при заміні молочного жиру рослинними оліями

При заміні молочного жиру на соняшникову олію число рефракції збільшується від 48,3 до 62,3, на кукурудзяну олію – до 61,1, на оливкову олію – до 55,6, що свідчить про збільшення вмісту ненасичених жирних кислот у суміші.

Одним із самих точних методів визначення натуральності масел та жирів є визначення їх жирнокислотного складу. За жирнокислотним складом також можна ідентифікувати не тільки натуральність масла, а й рослинні олії, що входять до складу замінників молочного жиру.

Визначення жирнокислотного складу молочного жиру, його замінників та жирових сумішей на їх основі проводиться за допомогою розрахункового методу [4].

В табл. 1 наведено зміни жирнокислотного складу жирових сумішей при заміні молочного жиру соняшниковою, кукурудзяною або оливковою оліями.

Вміст насичених кислот в оливковій олії складає 12,16 %, повністю відсутні в соняшниковій та кукурудзяній оліях, а в молочному жирі їх вміст становить 66,29 %. При замінні молочного жиру оліями вміст цих кислот поступово зменшується до 3,86 % при 80 % заміні кукурудзяною олією, до 22,33 % при 80 % заміні оливкової олією та повністю відсутні при заміні на соняшникову олію.

Таблиця 1 – Зміна жирнокислотного складу жирових сумішей при заміні молочного жиру рослинними оліями

Жирні кислоти	Заміна молочного жиру, %											
	на соняшникову олію				на кукурудзяну олію				на оливкову олію			
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
Насичені	47,25	31,29	15,76	-	48,27	32,78	20,28	3,86	53,40	43,14	32,78	22,33
Ненасичені	43,59	55,36	66,81	78,61	42,84	54,26	63,48	75,59	39,05	46,62	54,26	61,96
Міристинова	5,26	1,46	-	-	5,51	1,82	-	-	6,73	4,28	1,82	-
Пальмітинова	10,50	4,52	-	-	11,47	-	-	-	16,30	6,64	3,11	-
Стеаринова	17,63	24,06	30,32	36,77	17,22	23,46	28,50	35,12	15,15	19,29	23,46	27,67
Олеїнова	29,21	36,93	44,45	52,20	28,71	36,21	42,26	50,21	26,23	31,20	36,21	41,27
Група C_{18}	58,20	66,81	101,57	122,49	59,05	79,30	95,65	117,12	52,34	65,76	79,30	92,97
Група $C_{14:0}$-$C_{18:0}$	33,41	78,61	8,98	-	34,21	22,19	12,49	-	38,19	30,23	22,19	14,08
Лінолева + ліноленова	11,36	90,45	26,79	33,52	13,12	19,63	24,89	31,79	10,96	15,28	19,63	24,03

Ненасичених кислот в рослинних оліях більше ніж в молочному жирі (69,46…90,45 та 31,76 % відповідно). Зі збільшенням відсотку заміни вміст ненасичених кислот в суміші зростає. У сумішах молочного жиру та соняшникової, оливкової та кукурудзяної олій вміст лінолевої та ліноленової кислот підвищується, тому що ці кислоти містяться переважно в рослинних оліях (28,30…40,27 та 6,81 % відповідно). В рослинних оліях відсутні міристинова та пальмітинова кислоти, тому зі збільшенням рослинних олій в

суміші до 80 % ці кислоти в жирових сумішах майже відсутні. Вміст стеаринової та олеїнової кислоти в рослинних оліях значно перевищує їх вміст в чистому молочному жирі. Тому зі збільшенням відсотку цих олій в суміші вміст стеаринової та олеїнової кислот підвищується до 27,67…36,77 та 41,27…56,08 % відповідно.

Висновки:

1. Значні зміни відбуваються з числом Рейхерта-Мейссля, йодним числом, показником заломлення і числом рефракції. Вже при 40 % заміни молочного жиру рослинними оліями ці показники виходять за нижчі граничні межі молочного жиру. Тому ці показники можна використовувати для визначення фальсифікації вершкового масла.
2. Для визначення натуральності вершкового масла або спредів, доцільно провести аналіз продуктів за такими показниками: число Рейхерта-Мейссля, йодне число, показник заломлення (число рефракції), розрахувати вміст міристинової, пальмітинової, стеаринової, олеїнової, суми насичених і ненасичених кислот, кислот групи C_{18}, групи $C_{14} – C_{18,}$ лінолевої та ліноленової кислот і на основі аналізу результатів досліджень зробити висновок про натуральність продукту або про замінники, які використані при виробництві спредів.

Література

1. Вышемирский, Ф. А. Если спреды – то только улучшенного качества [Текст]/ Ф. А. Вышемирский, А. В. Дунаев, Е. Ю. Караваева // Сыроделие и маслоделие. – 2008. - №2 – С. 50 – 51.
2. Стеценко, А. В. О растительно-жировых середах [Текст]/ А. В. Стеценко, Т. Г. Тагиева, Л. И. Тарасова, А. Лисицын // Масложировая промышленность – 2006. – №1 – С. 29 – 31.
3. Павлова, И. В. Получение и применение заменителей молочного жира [Текст]/ И. В. Павлова, Н. В. Долганова // Научно-исследовательский институт жиров РАСХН, Санкт-Петербург: Молочная промышленность. – 2006. - №2 - С. 54 – 55.
4. Тищенко, Л. М. Дослідження складу та властивостей молочного жиру і вдосконалення технології вершкового масла: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.16. - Київ. – 2009.
5. Брайен, Р. О. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение [Текст]/ СПб.: Профессия, 2007.- 752 с. – ISBN 978-5-93913-123-0.
6. Горбатова, К.К. Химия и физика молока: Учебник для вузов [Текст]. – СПб.:ГИОРД, 2003. – 288 с. - ISBN 966-7634-60-4.
7. Гуляев-Зайцев, С. С. Сезонні та регіональні зміни хімічного складу молочного жиру [Текст]/ С. С. Гуляев-Зайцев, Л. Н. Тищенко // Вісник аграрної науки. – 2002. – С. 67-69.
8. Лепилкина, О. В. Методы анализа жировой фазы продуктов, содержащих растительные жиры [Текст] // Сыроделие и маслоделие. – 2009. - №1 – С. 52-53.

УДК [637.147.2:66.047]:001.891

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ХАРЧОВОГО КАЗЕЇНУ

Чабанова О.Б., канд. техн. наук, доц.,
Недобійчук Т.В., канд. техн. наук, доц, Скрипніченко Д.О., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Дослідження включало: отримання казеїну за різними технологічними схемами, які різняться видом коагулянту і впливають на вихід казеїну та його якісні показники; сушіння отриманих зразків у лабораторній вакуум-сушарці, у сушарці нерухомого шару та в сушарці завислого шару; вплив режимів сушіння на тривалість процесу.

Ключові слова: *харчовий казеїн, технологія, способи сушіння*

Research included: casein manufacture behind different technological schemes which differ a kind the substance leading to formation of a clot and which influence an exit of casein and its quality indicators, drying of the received samples in a laboratory vacuum-dryer, in a dryer of a motionless layer and in a dryer of the weighed layer, influence of modes of drying on duration of process.

Keywords: *food casein, technology, ways of drying.*

Проблема повного й раціонального використання молока існує в усьому світі незалежно від системи економічних взаємин і обсягів виробництва. Ця проблема має помітну екологічну складову. Сутність її полягає в існуючій традиційній технології виробництва молочних продуктів.

При сепаруванні молока, виробництві вершкового масла одержують побічний продукт - знежирене молоко. При виробництві 1 т вершкового масла одержують до 20 т знежиреного молока. Основними продуктами, які виробляються із знежиреного молока, є казеїн та сухе знежирене молоко.

Казеїнати натрію та калію, що виробляються з казеїну, завдяки складу й властивостям використовується на молочних, м'ясних і кондитерських підприємствах як білкові наповнювачі, що поліпшують якість готового продукту.

У зв'язку з ростом конкуренції за сировину між молоковиробниками різко знизилося виробництво казеїну в Україні. Кількість казеїну на споживчому ринку залишається досить високою. У Європі, незважаючи на те, що виробництво казеїну сьогодні скорочується, накопичені великі запаси товару. Попит на казеїн низький завдяки високим цінам на товар і здебільшого низьку якість, яка не відповідає вимогам.

У зв'язку з тим, що на ринку переважає казеїн, що не відповідає вимогам НД за якісними показниками, існує гостра необхідність одержання якісного харчового казеїну. Якість казеїну залежить від правильного ведення технологічного процесу. Поліпшити якість харчового казеїну можливо практично на всіх стадіях його отримання (сепарування, коагуляція, відділення сироватки й промивання зерна, пресування, дроблiння (гранулювання) й сушіння).

Тому, пошук нових технологічних прийомів з метою інтенсифікації процесів виробництва харчового казеїну підвищеної якості, а також виключення забруднення стоків при виробництві казеїну - одне з актуальних завдань молочної промисловості.

Одним з основних і важливих факторів, що впливають на якість казеїну є процес сушіння.

Обґрунтування вибору способу й режиму сушіння такого термолабільного продукту, як казеїн з урахуванням одержання готового продукту бажаної якості може бути проведене лише при аналізі його фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей.

Однак у всіх випадках при виборі способу сушіння треба керуватися наступними принципами:

– зниження вартості сушіння, тобто зменшення витрат енергії, витрат на обслуговування й ремонт, повну безпеку процесу, високу продуктивність сушильної установки;

– забезпечення технологічності процесів, облік факторів щодо організації руху матеріалу, який висушується й теплоносія в системі, одержання продукту із заданими властивостями, що визначають умови подальшого застосування й зберігання [1, 2].

Мінімізація витрат на сушіння означає зменшення енерговитрат і ефективне використання енергії. Це пов'язане з досягненням мінімально можливої вологості матеріалу до сушіння із застосуванням максимально можливої температури сушильного агента й максимальних температурних перепадів у сушильних апаратах.

Перша умова може бути досягнута за рахунок максимального видалення вологи механічним шляхом при пресуванні казеїну, що характеризується істотно меншими в порівнянні із сушінням енерговитратами.

Друга умова може бути досягнута при високоінтенсифікованому сушінні казеїну в сушильних установках завислого шару.

Заслуговує на увагу сушіння у вакуум-сушарці.

Інтенсифікації процесу сушіння молочно-білкових продуктів, у тому числі казеїну, приділяється велика увага. Недоліки способів сушіння казеїну, які використовують у виробництві, перераховані в [2]. Найбільш ефективним способом сушіння казеїну є сушіння в розвинутій стадії завислого шару, що відповідає всім основним вимогам, які ставляться до сушильних установок.

При сушінні в завислому шарі частинки матеріалу перебувають у стані безперервного руху й перемішування, досягається турбулізація граничного шару випаровуваної вологи, максимальна поверхня випаровування, рівномірність тепло- і масообміну, можливість застосування підвищених температур сушильного агента. У результаті цього значно скорочується тривалість сушіння. Крім того, сумарний вплив підвищених температур сушильного агента й тривалості процесу сушіння дозволяє одержати продукти високої якості.

Таким чином, оптимальним методом сушіння для такого молочно-білкового продукту, як казеїн, до якості якого ставляться високі вимоги, найкращим є спосіб сушіння в завислому шарі. У літературних джерелах ми не знайшли інформації щодо сушіння казеїну у вакуумній сушарці. Мало інформації щодо сушіння казеїну у нерухомому шарі.

Тому основною метою даної роботи є дослідження впливу способів сушіння харчового казеїну з метою отримання продукту підвищеної якості.

Робота виконувалася в лабораторних умовах кафедри технології молока та сушіння харчових продуктів Одеської національної академії харчових технологій (ОНАХТ).

Для одержання харчового казеїну знежирене молоко перетворюється в згусток з додаванням: кислоти; бактеріальної закваски; сироватки, сквашеної бактеріальною заквaскою; молокозсідальних ферментів для коагуляції молока.

При отриманні білкових концентратів, а саме казеїну, із знежиреного молока в готовий продукт переходять головним чином казеїнові фракції білків молока. Склад і молекулярні характеристики білкових компонентів молока наведені в табл.1 [3] .

Таблиця 1 - Склад і молекулярні характеристики білкових компонентів молока

Компоненти	Вміст		Молекулярна маса, кДа	Ізоелектрична точка
	в % від загальних білків	в г/л		
Казеїн:	78-85	…		
α_{s1}-казеїн	43-54	12-15	23,0	4,4-4,8
α_{s2}-казеїн	43-54	3-4	25,0	-
β-казеїн	25-35	9-11	24,0	4,8-5,1
χ-казеїн	8-15	2-4	19,0	5,4-5,8
Білки сироватки:	15-25	6-8		
β-лактоглобулін	7-12	3,6	18,3	5,1
α-лактальбумін	2-5	1,7	14,2	4,2-4,5
імуноглобуліни	1,5-2,5	0,6	150-1000	5,5-8,3
альбумін сироватки крові	0,7-1,3	0,4	69,0	4,7-4,9

Харчовий казеїн отримували за чотирма технологічними схемами, які різняться видом коагулянту і впливають на вихід казеїну та його якісні показники.

I. Схема отримання харчового казеїну (зразок 1)

1. Сепарування незбираного молока (температура сепарування 40-45 ^{0}C);
2. Отримання знежиреного молока з масовою часткою жиру не більше 0,05%. При жирності знежиреного молока вище 0,05 % одержання експортного казеїну практично неможливо: жирність його в цьому випадку перевищує допустимі норми й ціна на казеїн знижується;
3. Пастеризація знежиреного молока (температура 72±2 ^{0}C протягом 15-20 сек) та охолодження до температури 30-35 ^{0}C;
4. Внесення кислої сироватки з титрованою кислотністю 160 ^{0}T у знежирене молоко температурою 30-35 ^{0}C. Сироватку сквашували заквaскою FD DVS CH-N 22 фірми Хрістіан Хансен (це мезофільна культура з кількома змішаними штамами, яка складається з Lactococcus lactis підвид cremoris, Lactococcus lactis підвид lactis и Leuconostoc mesenteroides підвид cremoris и Lactococcus lactis підвид diacetylactis);
5. Вимішування пластівців казеїну протягом 10-15 хв
6. Видалення 60% сироватки
7. Внесення кислої сироватки до кислотності 62-70 ^{0}T, перемішування до готовності казеїну (pH 4,5-4,8 од.)
8. Видалення сироватки
9. Промивання пластівців казеїну пастеризованою та охолодженою водою 3 рази по 10 хвилин
10. Пресування зерна до вологовмісту 150-170 %
11. Гранулювання казеїну
12. Сушіння (у завислому шарі, у нерухомому шарі, у вакуум-сушарці)

II. Схема отримання харчового казеїну (зразок 2)

1. Сепарування незбираного молока (температура сепарування 40-45 ^{0}C);
2. Отримання знежиреного молока з масовою часткою жиру не більше 0,05%;
3. Пастеризація знежиреного молока (температура 72±2 ^{0}C протягом 15-20 сек) та охолодження до температури 30-35 ^{0}C;
4. Внесення закваски FD DVS CH-N 22 у знежирене молоко температурою 30-35 ^{0}C;
5. Сквашування знежиреного молока протягом 8-12 годин;

6. Розрізання на кубики;
7. Нагрівання до температури 60-65^{0}С при постійному вимішуванні зерна протягом 10-15 хв. Збільшувати температуру не можна, оскільки погіршується розчинність казеїну;
8. Видалення сироватки;
9. Промивання зерна казеїну пастеризованою та охолодженою водою 3 рази по 10 хвилин
10. Пресування зерна до вологовмісту 150-170%
11. Гранулювання казеїну
12. Сушіння (у завислому шарі, у нерухомому шарі)

III. Схема отримання харчового казеїну (зразок 3)

1. Сепарування незбираного молока (температура сепарування 40-45^{0}С);
2. Отримання знежиреного молока з масовою часткою жиру не більше 0,05%;
3. Пастеризація знежиреного молока (температура 72±2^{0}С протягом 15-20 сек) та охолодження до температури 30-32^{0}С;
4. Внесення хлористого кальцію та молокозсідального ферменту у знежирене молоко температурою 30-32^{0}С;
5. Зсідання знежиреного молока протягом 20 хвилин;
6. Розрізання на кубики;
7. Нагрівання до температури 58-60^{0}С при постійному вимішуванні зерна протягом 10-15 хв;
8. Видалення сироватки;
9. Промивання зерна казеїну пастеризованою та охолодженою водою 3 рази по 10 хвилин
10. Пресування зерна до вологовмісту 150-170%
11. Гранулювання казеїну
12. Сушіння (у завислому шарі, у нерухомому шарі)

IV. Схема отримання харчового казеїну (зразок 4)

1. Сепарування незбираного молока (температура сепарування 40-45^{0}С);
2. Отримання знежиреного молока з масової часткою жиру не більше 0,05%;
3. Пастеризація знежиреного молока (температура 72±2^{0}С протягом 15-20 сек) та охолодження до температури 30-35 ^{0}С;
4. Внесення лабораторної закваски «Симбітер концентрований» (4 % від об`єму знежиреного молока) (закваска складається з Bifidobacterium, Lactobacillus, Propionibacterium, Lactococcus, число штамів у пробіотику – 14, концентрація клітин 10^{12}, КОЕ/дозі). Флакон (дозу) вносили у знежирене молоко (250 см^3) температурою 30-35^{0}С, ретельно перемішували. Сквашування відбувалося протягом 4-6 годин при температурі 30-35 ^{0}С.
5. Сквашування знежиреного молока протягом 4-6 годин;
6. Розрізання на кубики;
7. Нагрівання до температури 40-48 ^{0}С при постійному вимішуванні зерна протягом 25-30 хв;
8. Видалення сироватки;
9. Промивання зерна казеїну пастеризованою та охолодженою водою 3 рази по 10 хвилин
10. Пресування зерна до вологовмісту 150-170%
11. Гранулювання казеїну
12. Сушіння (у завислому шарі, у нерухомому шарі)

Отримані згустки за наведеними вище схемами мають таку структуру (табл. 2).

Таблиця 2 - Характеристика отриманих згустків

Зразок (вид коагулянту)	Консистенція згустку
Зразок 1 (кисла сироватка)	пластівці у сироватці
Зразок 2 (закваска)	рихла та зерниста
Зразок 3 (молокозсідальний фермент)	гумоподібна, щільна
Зразок 4 (закваска „Симбітер”)	рихла та зерниста

Отримана консистенція згустків обґрунтовується наступним чином.

В 1, 2 та 4 зразках відбувається кислотна коагуляція. В 1 зразку має місце істинна коагуляція в результаті швидкого зниження pH знежиреного молока з 6,6...6,8 до 4,7...4,6. Утворився осад казеїну. Механізм істинної коагуляції полягає в зниженні негативного заряду, обумовленого карбоксильними група-

ми моноамінодикарбонових кислот (аспарагінової й глютамінової) і залишками фосфорної кислоти іонами водню сироватки (утворюється молочна кислота). Молочна кислота, як більш сильна, відщеплює кальцій від фосфату кальцію, що зв'язує субміцели казеїну в міцели, у результаті чого міцели розпадаються до субміцел, тобто осад тонкодиспергований.

При виділенні казеїну 2 і 4 способом механізм утворення згустку той же. Тільки відбувається не утворення осаду (як в 1 зразку), а утворюється гель, структура якого субміцелярна.

В 4 зразку відбувається сичужна коагуляція, механізм якої полягає в наступному.

Під дією молокозсідального ферменту χ-казеїн, що займає 50% поверхні міцели казеїну, розщеплюється між 105 і 106 амінокислотами на пара-капа-казеїн і глікомакропептид. Останній має високий заряд і володіє гідрофільністю. При його відщипленні дзета-потенціал (заряд) на поверхні знижується майже вдвічі. У результаті зниження заряду міцели поєднуються, тому що сили притяжіння починають переважати над силами відштовхування. Утворюється гель, що складається з міцел, тобто виділений казеїн має різний ступінь дисперсності.

В 1, 2, 4 зразках - гель тонкодиспергований, частки мають розмір 10...15 нм. В 3 зразку - розмір частинок до 400 нм.

Порівняльна характеристика способів сушіння казеїну, отриманого за схемами 1...4, наведена в табл.3.

З таблиці 3 можна зробити висновок, що тривалість сушіння казеїну у завислому шарі знижується у 1,5 рази в порівнянні з сушінням у нерухомому шарі та у 8 разів в умовах вакууму і становить 30 хвилин при температурі сушіння 100^0С до кінцевого вологовмісту 10%.

Це пояснюється тим, що сушіння в завислому шарі характеризується безперервним хаотичним рухом та перемішуванням частинок у певному об'ємі по висоті, високорозвинутою поверхнею дотику матеріалу з нагрітим повітрям, оскільки при цьому способі сушіння кожна частинка рівномірно омивається потоком нагрітого повітря з усіх сторін. Це призводить до рівномірного нагрівання матеріалу, що дозволяє використовувати підвищені температури сушильного агенту (вище 100^0С) та збільшене навантаження матеріалу. Що значно скорочує тривалість сушіння, зменшує вплив теплоти на продукт, дозволяє краще зберігати властивості продукту в порівняні із сушінням у нерухомому шарі.

Таблиця 3 - Тривалість процесу сушіння казеїну у завислому та нерухомому шарі (питоме навантаження матеріалу 60 кг/м^2, швидкість сушіння 5 м/с, $w_{поч}$=170%, $w_{кін}$=4%)

Зразок (вид коагулянту)	Температура сушильного агенту, ^{0}С, при сушінні у:											
	завислому шарі						нерухомому шарі					
	70	80	90	100	110	120	70	80	90	100	110	120
Зразок 1 (кисла сироватка)	147	102	64	50	42	34	152	117	72	59	48	41
Зразок 2 (закваска)	140	90	55	44	35	28	146	98	66	52	43	34
Зразок 3 (молокозсідальний фермент)	149	111	68	53	44	36	154	120	74	62	51	45
Зразок 4 (закваска „Симбітер”)	145	96	61	47	39	32	150	114	70	57	46	39

Казеїн, отриманий за схемами 2 та 4 висушується швидше в порівнянні з казеїном, отриманим за іншими схемами як в завислому, так і в нерухомому шарі. Це пояснюється тим, що зразки 2 та 4 мають рихлу та зернисту структуру (тонко дисперсний склад – частинки мають розмір 10...12 нм).

Використання закваски «Симбітер концентрований» дозволяє скоротити тривалість сквашування знежиреного молока у порівнянні з закваскою FD DVS CH-N 22 з 8-12 годин до 4-6 годин. Також скорочується тривалість процесів пресування та сушіння казеїнового зерна через достатньо високий ступінь його зневоднення за рахунок витримування при температурі 40-48°С до 30 хвилин.

Казеїн, отриманий за схемою 3 (сичужний) має гумоподібну структуру (розмір частинок до 400 нм), тому важче віддає вологу при сушінні.

Тривалість сушіння казеїну (зразок 1, вид коагулянту – кисла сироватка) у вакуум-сушарці наведена на рис. 1.

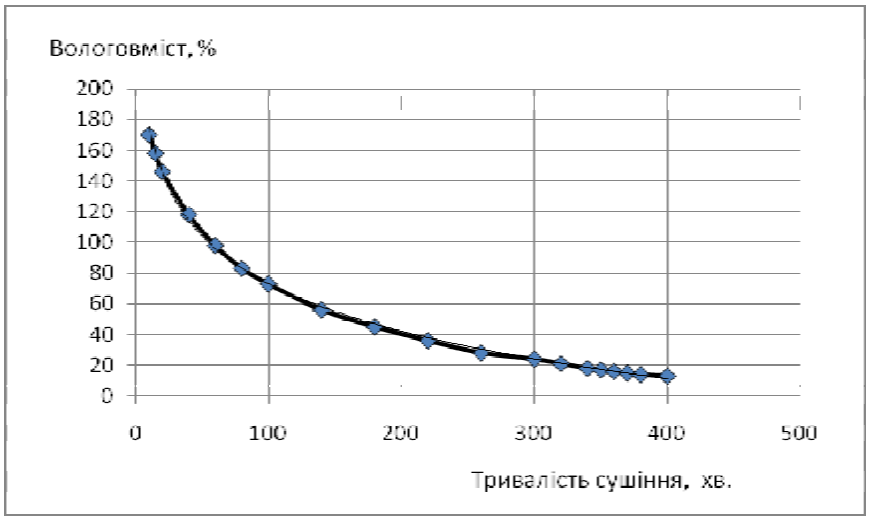


Рис. 1 - Крива сушіння казеїну у вакуум-сушарці з кондуктивним теплопідведенням (t = 75 ^{0}C, залишковий тиск 0,05 атм.)

Процес сушіння казеїну, отриманого за схемою 1, у вакуум-сушарці триває 400 хв до кінцевого вологовмісту 4%. Але якість отриманого сухого казеїну досить висока і відповідає вимогам стандарту.

В процесі сушіння у завислому шарі досліджували вплив температури сушильного агенту, питомого навантаження, початкового вологовмісту казеїну на тривалість сушіння:

– температуру сушильного агенту змінювали в діапазоні температур від 70 до 120 ^{0}C;
– вплив питомого навантаження на тривалість сушіння проводили при 40, 80, 100, 120 кг/м^2;
– вплив початкового вологовмісту казеїну проводили при 100, 170 та 250 %.

Для вивчення впливу температури сушильного агента й потенціалу на тривалість сушіння була проведена серія дослідів із зразком 1. Питоме навантаження для казеїну становило 60 кг/м^2, швидкість повітря - 5 м/с, температура сушильного агента на вході в робочу камеру: 70, 80, 90, 100, 110 і 120 °С (рис. 2).



2 – 70 °С; 3 – 80 °С; 4 – 90 °С; 5 – 100 °С; 6 – 110 °С; 7 – 120 °С; 8 – 140 °С

Рис. 2 – Вплив температури сушильного агенту на процес сушіння казеїну

Аналізуючи представлені криві сушіння можна відзначити, що з підвищенням температури тривалість процесу значно скорочується. Підвищення температури нагрітого повітря до 100 °С скорочує процес в 3 рази в порівнянні із сушінням при 70 °С ; до 120 °С – в 5,5 раз.

При високотемпературному сушінні відбувається значна інтенсифікація видалення залишкової вологи. Це пояснюється переміщенням вологи усередині частинок матеріалу переважно у вигляді пари та випаровуванням вологи в повному обсязі частинок, що призводить до виникнення градієнта тиску всередині матеріалу, що сприяє прискореному видаленню вологи.

При температурі повітря вище 120 °С спостерігається потемніння кольору. Потемніння досліджуваних матеріалів можна пояснити реакцією меланоїдиноутворення, при якій реагують амінокислоти і редукуючі цукри, що мають альдегідну групу, до яких відноситься лактоза.

Тому такі термолабільні продукти, як казеїн, сушити при температурі сушильного агента вище 120°С небажано. Оптимальними температурами, при яких відбувається інтенсифікація видалення залишкової вологи, є 100°С.

Вміст вологи в казеїні є важливим чинником, від якого залежить процес сушіння. Для підвищення ефективності процесу сушіння доцільно досліджувати можливість використання для сушіння сировини із проміжною вологістю, тобто робити попередній відбір вільної вологи із сировини (часткове зневоднювання) відомими методами. Зниження масової частки вологи в сировині дає можливість знизити енерговитрати при сушінні.

Вільну частину структурнозв'язаної вологи видаляли шляхом пресування до вологовмісту 150 - 170%. Під час пресування зерна казеїну внаслідок своєї пластичності змінюють форму злипаються одне з одним. Тому після пресування казеїн подрібнювали протиранням через дрібні отвори, одержуючи гранули розміром 5 мм, що сприяло збільшенню поверхні випаровування. Крім того, гранульований казеїн більш стійкий до високих температур, ніж негранульований, і його можна висушити значно швидше, не побоючись побуріння зерна казеїну, що спостерігалося при сушінні непресованого й негранульованого казеїну.

При однакових розмірах зерен вся маса рівномірно знезводнюється і є однорідною за вмістом вологи й за кольором.

На рис. 3 наведені криві сушіння зразків казеїну з різним початковим вологовмістом. Дослідження проведені при наступних параметрах: температура й швидкість сушильного агента – 90 °С та 5 м/с, відповідно, питоме навантаження – 60 кг/м^2 , початковий вологовміст - 250 %, 150 % і 100 %. Зниження початкового вологовмісту призводить до значного прискорення процесу сушіння казеїну до кінцевого вологовмісту 4 % і нижче.

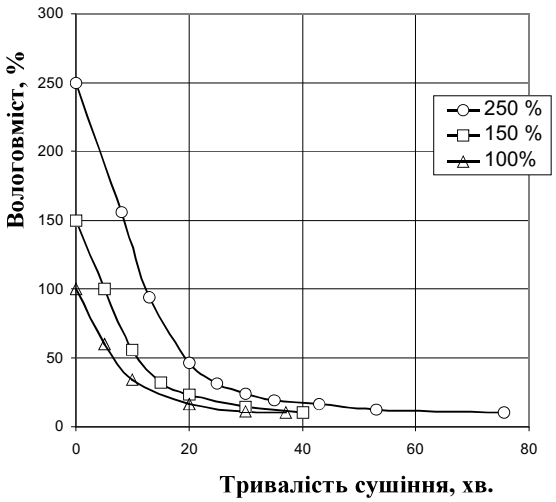


Рис. 3 - Вплив початкового вологовмісту казеїну на тривалість сушіння

Так, при початковому вологовмісті 250 % тривалість сушіння становить 76 хв, при 150 % – 40 хв, при 100 % – 36 хв. Тобто, при видаленні вільної вологи до початкового вологовмісту 150 % вологовміст зменшується в 1,7 рази, тривалість сушіння в 1,9 разів, внаслідок чого знижуються енергетичні витрати на процес зневоднення казеїну. До того ж, подача в сушильну установку казеїну з високим вмістом вологи несприятливо позначається на ході процесу сушіння і якості сухого казеїну. Казеїн прилипає до несучих поверхонь, забиває отвори основи робочої камери, ускладнюючи циркуляцію через них повітря. При температурі сушильного агента 110 °С колір сухого казеїну з початковим вологовмістом 250 % світло коричневий, тоді як з вологовмістом 150 % – жовтий. Таким чином, пресування казеїну до вологовмісту 150-170 % і гранулювання його перед сушінням є доцільним.

Видалення вільної вологи пресуванням до вологовмісту 100 % незначно впливає на прискорення процесу сушіння – тривалість сушіння скоротилася на 4 хв, отже, є нераціональним.

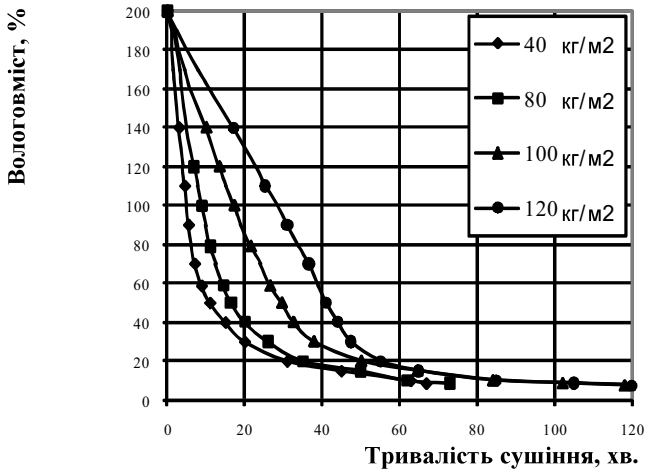


Рис. 4 – Вплив питомого навантаження казеїну на тривалість сушіння

Однією з переваг сушіння в завислому шарі в порівнянні із сушінням у нерухомому шарі є те, що питоме навантаження матеріалу може бути значним. При сушінні в киплячому шарі питоме навантаження матеріалу може досягати 100...120 кг/м^2.

Вплив первісного питомого навантаження на одиницю робочої поверхні камери вивчали при температурі сушильного агента на вході 80 °С. Швидкість повітря становила 5 м/с, тому що згідно даним професора М.А. Грішина, це мінімальна швидкість повітря, що забезпечує рівномірний турбулентний рух і перемішування частинок, тобто зважений стан шару. Питомі навантаження в окремих дослідах становили 40, 80, 100, 120 кг/м^2 (рис.4).

У розвинутій стадії завислого шару вихідне питоме навантаження матеріалу впливає на період постійної швидкості сушіння: спостерігається зменшення швидкості сушіння із збільшенням питомого навантаження. На загальну ж тривалість процесу питоме навантаження матеріалу впливає незначно. Застосування підвищених питомих навантажень інтенсифікує процес – у цьому полягає одна з переваг сушіння казеїну в завислому шарі.

За результатами роботи зроблені наступні висновки:

1. Тривалість сушіння казеїну у завислому шарі знижується у 1,5 рази в порівнянні з сушінням у нерухомому шарі та у 8 разів в умовах вакууму і становить 30 хвилин при температурі сушіння 100^{0}С до кінцевого вологовмісту 10 %.
2. Найменша тривалість сушіння спостерігається у зразках, отриманих кислотною коагуляцією (зразки 1, 2, 4) як у завислому, так і у нерухомому шарі, у порівнянні із зразком, отриманим сичужною коагуляцією (зразок 3).
3. Питомі навантаження казеїну в межах 40...120 кг/м^2 практично не впливають на тривалість сушіння. Із збільшенням питомого навантаження підвищується продуктивність сушильної установки.
4. Пресування скорочує тривалість сушіння в 1,7...2 рази, що призводить до підвищення якості сухого продукту й економії енергоресурсів.
5. На прискорення процесу сушіння значний вплив має температура сушіння нагрітого повітря. Із збільшенням температури тривалість процесу значно скорочується. Підвищення температури нагрітого повітря із 70 до 100 °С скорочує процес у 3 рази, до 120 °С - у 5,5 рази.

Науково обґрунтована можливість одержання сухого казеїну з добрими якісними показниками способом сушіння у завислому шарі, у нерухомому шарі й під вакуумом.

Визначено режими сушіння харчового казеїну з метою забезпечення високої інтенсивності процесу, мінімізації питомих енерговитрат при максимальному збереженні якісних показників. Режим сушіння харчового казеїну у завислому шарі: температура сушильного агенту 100-110 ^{0}С, швидкість сушіння – 5 м/с, питоме навантаження матеріалу – 100-120 кг/м^2, початковий вологовміст казеїну – 150-170 %.

Література

1. Гришин, М.А. Тепловая сушка творога /М.А.Гришин, Н.И.Погожих, В.А.Потапов //Прогрессивные технологии и формирование рыночных отношений в общественном питании: сб. науч. тр. ХИОП. – Харьков, 1992. – С. 57-60.
2. Недобийчук, Т.В. Разработка технологии сушки творога во взвешенном слое. Дис…канд. техн. наук: 05.18.04. - Одесса, 2003.
3. Пищевая химия /Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Под ред. А.П.Нечаева. Изд. 4-е, испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.

РОЗДІЛ 4

НОВІ ТЕХНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ У ВИНОРОБСТВІ

УДК 663.257.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНОГРАДА ТЕХНИЧЕСКИХ СОРТОВ КЛОНОВОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮГА УКРАИНЫ

Ткаченко О.Б., канд. техн. наук, доцент,
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса
Шелехов Ю.Н., зам. генерального директора ООО «ПТК ШАБО», г. Одесса
Гержикова В.Г., д-р техн. наук, профессор, Погорелов Д.Ю., младший научный сотрудник,
Владимирова Л.Г., старший химик, Щербина В.А., аспирант,
НИВиВ "Магарач", г. Ялта

Показано влияние основных характеристик винограда технических сортов клоновой селекции на качество шампанских и белых столовых виноматериалов в условиях юга Украины.

Ключевые слова: клон, виноград, Шардоне, Мускат оттонель, виноматерал, фенольные вещества.

На современном этапе развития виноградо-винодельческой отрасли клоновая селекция винограда является одним из основных факторов повышения и поддержания качественной и количественной продуктивности винограда. Метод базируется на способности виноградного растения к образованию мутаций – изменений наследственной основы (генотипа) растительного организма, передаваемых потомству при вегетативном размножении. Изменения могут затрагивать самые разнообразные признаки – морфологические, физиологические, биохимические.

В европейских странах ведущая роль в области клоновой селекции принадлежит Германии, Италии, Франции, где в результате длительных исследований выявлено и закреплено в вегетативном потомстве большое число клонов, обладающих более ценными биологическими и хозяйственными признаками и свойствами, чем базовые сорта.

Ведущие винопроизводящие страны и страны, претендующие сегодня на звание винодельческой державы ориентированы на получение и внедрение в производство перспективных клонов классических европейских сортов винограда, таких как Каберне, Мерло, Сира, Совиньон, Шардоне, группа Пино, Рислинг, группа мускатных сортов и др., которые отличаются высокой продуктивностью и качеством урожая и позволяют выпускать конкурентоспособную винодельческую продукцию.

В Украине после 1985 года наблюдается устойчивый спад в развитии отрасли виноградного питомниководства – среднегодовое производство посадочного материала сократилось за этот период в 3,8 раза. В настоящее время для реализации Программы развития виноградарства и питомниководства Украины на 2005 – 2010 годы, которая предусматривает ежегодные посадки виноградников в объеме до 7,4 тыс. га необходимо увеличить производство посадочного материала практически вдвое, таким образом, в настоящее время наблюдается реальный дефицит качественного посадочного материала [1]. В результате внедрения новых клонов технических сортов винограда в нашей стране открываются возможности повышения урожайности, а следовательно, рентабельности виноградников и получения высококачественного сырья для виноделия. Сегодня в новых посадках виноградников можно встретить клоновый посадочный материал ведущих европейских производителей перечисленных стран, например, только кооператива "VCR" (Италия) 1642 га основных европейских сортов винограда, в т.ч. Шардоне – 306 га, Мускат оттонель – 63 га. Однако, по мнению отечественных ученых, закладка виноградников импортным посадочным материалом не дает возможности создавать полноценные насаждения, не обеспечивает хорошей адаптации растений к местным условиям, приводит к распространению новых опасных заболеваний (бактериальный рак и некроз, вирусы и др.)[2]. Поэтому, организация исследований по изучению поведения посадочного материала в агроклиматических условиях Украины, безусловно, является сегодня актуальной задачей.

Такого рода работы регулярно проводятся ведущими научно-исследовательскими центрами, в т.ч. в России, в 2003-2005 гг. проводились исследования клонов сорта Шардоне селекции "VCR" (Италия). В сопоставимых агроклиматических условиях было проведено их сравнение по агробиологическим и хозяйственно-технологическим свойствам на виноградниках селекционной опытной станции Перна (Чехия), и в ОАО «Раевское» Краснодарского края (Россия).

По результатам фенологических наблюдений было установлено, что существенных различий в сроках наступления фенофаз между клонами в пределах сорта не наблюдается. Клоны итальянского происхождения характеризуются более ранним (на 2–3 дня) наступлением фазы распускания почек и роста

побегов, обладают средней и большой силой роста побегов и пасынков. Большой силой роста побегов отличаются клоны VCR10 и Cl.95. Средняя нагрузка кустов по клонам относительно стабильная – в пределах 8,3–12,0 глазков. Очень важным составным показателем оценки продуктивности являются коэффициенты плодоношения и плодоносности побегов, величина которых носит генотипический характер. У изучаемых клонов эти показатели довольно высокие и составляют 0,74–1,83 и 0,91–2,23 соответственно. Все изучаемые клоны обладают высоким уровнем сахаронакопления – 22 г/100 $см^3$ и выше. [3].

В 2004 – 2009 году в условиях Причерноморской виноградарской зоны (Агрофирма «Шабо») были осуществлены посадки клонов основных европейских сортов – Шардоне (R-8, R-10, Cl.95), Траминер розовый (R-6, R-1), Мускат оттонель (1211,26/31,11/10,D90), Рислинг рейнский (R-3,R-1), Каберне-Совиньон (R-11), Каберне-фран (R-10), Пино нуар (R-4) и Мерло (R-3) общей площадью более 500 га.

В связи этим перед нами стояла задача оценить влияние качества винограда клоновой селекции белых сортов Шардоне и Мускат оттонель на физико-химические и органолептические характеристики виноматериалов в реальных производственных условиях.

В 2007 – 2008 году были получены следующие результаты по основным качественным характеристикам винограда клонов сорта Шардоне, регламентированным нормативной документацией:

Таблица 1 – Показатели качества урожая винограда клонов сорта Шардоне

Клон	Год	Фаза сбора урожая	Кондиции сусла, массовая концентрация, г/$дм^3$		
			сахаров	титруемых кислот	pH
R10	2007	21.08	199	9,2	3,34
	2008	02.09	195	9,3	3,29
R8	2007	25.08	202	8,2	3,48
	2008	06.09	223	8,2	3,39
Cl.95	2007	26.08	226	7,4	3,65
	2008	07.08	218	9,1	3,26

Как видно, характеристики соответствуют декларированным направлениям использования клонов и позволяют получать кондиционный виноград в достаточно ранние сроки сбора. Виноград сорта Мускат оттонель вступил в плодоношение в 2008 году и первый год имел урожайность 47 ц/га, кондиции сусла составили: массовая концентрация сахаров – 223 г/$дм^3$, титруемых кислот – 5,4 г/$дм^3$, pH – 3,59.

Виноград также был проанализирован по методике, разработанной в НИВиВ "Магарач" (табл. 2)

Методика моделирует возможные варианты поведения винограда в ходе переработки на виноматериалы и дает возможность выявить его особенности и соответственно определить индивидуальные режимы и параметры технологических процессов. Как видно из результатов исследований, поведение сорта сопоставимо как в случае его клонового исполнения, так и в контроле – винограде, отобранном из существующих на Украине посадок. Выход сусла, скорость фильтрации – показатели, характеризующие степень зрелости винограда, активность окислительных ферментов – его фитосанитарное состояние – находятся в диапазоне значений, позволяющем подтвердить общепринятое мнение о пластичности данных сортов, хорошо адаптирующихся в различных агроклиматических условиях.

Существенную разницу можно наблюдать у винограда сорта Мускат оттонель в значениях массовой концентрации терпеновых спиртов – в образце клонового винограда этих соединений на 40 % больше, чем в контрольном. В отличие от ароматичных сортов, в винограде Шардоне было выявлено очень небольшое содержание терпенов, т.к. в неароматичных сортах винограда, к которым также относятся Совиньон, Семильон, в сложении аромата участвуют нетерпеновые гликозиды C_{13}-норизопреноиды, включая теаспираны, витиспираны и β-дамасценон [4,5]. Все изучаемые клоны обладают высоким потенциалом сахаронакопления и достаточно высокими значениями массовой концентрации титруемых кислот, что позволяет производить вина, способные к выдержке в барриках, а также шампанские виноматериалы высокого качества. Достаточно высокие значения показателя pH предполагают необходимость организации тщательной защиты винограда от окисления в процессе его транспортировки и переработки.

Виноград был переработан на виноматериалы в соответствии с действующей нормативной документацией по производству шампанских и белых столовых виноматериалов. Для Муската оттонель и клонов Шардоне R-8 и Cl.95 был использован прием пеликулярной мацерации для эффективного извлечения ароматических компонентов, локализованных в кожице виноградной ягоды. Результаты исследования виноматериалов представлены в (табл.3)

Таблица 2 – Результаты сравнительных исследований винограда сортов Шардоне и Мускат оттонель

Наименование показателя	Шардоне				Мускат оттонель	
	R-10	R-8	Cl.95	контроль	1211	контроль
Выход сусла из 200 г ягод, мл	135	130	125	135	130	143
5 мин, мл	4	4	6	5	8	2
10 мин, мл	5,5	5	6,5	6	9,5	2,8
15 мин, мл	6	6	7	6,5	10	3
pH	3,20	3,39	3,26	3,33	3,59	3,08
Сахаров, г/дм3	195	223	218	190	223	195
ТК, г/дм3	9,3	8,2	9,1	7,8	5,1	6,3
Исх.∑ ФВ, мг/дм3	224	351	243	229	253	310
∑ ФВ (окисление 1 час), мг/дм3	239	364	263	254	280	323
∑ ФВ (Т.З., при 70°С 30 мин.), мг/дм3	569	694	614	518	553	463
Терпенов	2,85	3,06	3,06	2,88	15,05	10,75
Пероксидаза	–	–	–	–	–	–
О-дифенолоксидаза	0,0413	0,0586	0,0446	0,0604	0,0417	0,0509
Выход сусла из 200 г ягод, мл	134	130	125	135	130	145
5 мин, мл	6	6	4,5	6	7	2,5
10 мин, мл	6,5	7	5	6,5	8	3
15 мин, мл	7,5	7,5	5,5	7	8,5	3,25
Исх.∑ ФВ, мг/дм3	265	352	322	276	328	346

Таблица 3 – Физико-химические показатели виноматериалов клонов Шардоне и Мускат оттонель

Образец	Объемная доля этилового спирта, %	D 420	pH	Массовая концентрация					
				титруемых кислот, г/дм^3	общего экстракта, г/дм^3	Фенольных веществ, мг/дм^3		Терпеновых спиртов, мг/дм^3	
						общих	полимеров	общих	свободных
Шардоне Шампанский R10	12,0	0,071	3,18	9,0	18,8	242	14	0,38	0,35
Шардоне Cl.95	13,7	0,110	3,20	8,2	22,7	293	23	0,43	0,3
Шардоне Марочный R8	12,7	0,102	3,38	7,6	21,4	265	0	0,92	0,87
Мускат оттонель	13,2	0,105	3,63	5,0	22,4	305	56	5,07	4,66

Виноматериалы характеризуются оптимальной спиртуозностью и экстрактивностью для каждого клона в соответствии с декларированным направлением использования: R10 – на шампанские виноматериалы, R-8 и Cl.95 – на тихие вина, ординарные и выдержанные в барриках. Обращает на себя внимание достаточно высокие значения показателей фенольных веществ, представленные в основном мономерными их формами и соответственно более высокими, чем у виноматериалов, произведенных из отечественного посадочного материала значениями показателя D 420. Действительно, в ходе органолептической оценки образцов был отмечен более интенсивный, ярко-соломенный до золотистого цвет. Диапазон зна-

чений pH позволяет производить малолактическую ферментацию при необходимости во всех клонах Шардоне.

Виноматериал Муската оттонель имеет в своем составе большее количество полимерных форм фенольных веществ, поскольку для него характерны низкие значения титруемых кислот и высокие значения показателя pH, что оказывает существенное влияние на скорость ОВ-процессов, протекающих в виноматериалах при хранении. Данную особенность необходимо учитывать при определении алгоритма хранения и дозах антиоксидантов.

Таким образом, первые результаты исследований показывают, что клоны сортов винограда Шардоне и Мускат оттонель итальянской и французской (Cl.95) селекции показывают хорошие результаты как на винограднике, так в процессе переработки на виноматериалы, качество которых не уступает, а по ряду показателей – превышает качество сортовых виноматериалов, произведенных из отечественного посадочного материала. Безусловно, данные выводы можно считать предварительными, продолжая исследования по предложенной схеме в течение нескольких лет, расширяя перечень сортов по мере вступления их в фазу плодоношения.

Литература

1. Шевченко С.А. Состояние и перспективы питомниководства Украины/ ВиноГрад №4(4 2008). С 28-32
2. Власов В.В., Шевченко І.В., Ляшенко Г.В. Екологічний паспорт районованих в Україні сортів винограду./ВиноГрад №7(7)2008 С.22-26
3. Афиногенова В.А. Агробиологическая и хозяйственно-технологическая характеристика клонов сортов винограда Шардоне и группы Пино: Автореф. дис… кан-та сельхоз. наук: 06.01.07/ МСХА им. К.А. Тимирязева РФ. – М., 2007. – 22 с.
4. Спиртные напитки. Под ред. Э.Ли и Дж.Пигготта. – Санкт-Петербург: Профессия, 2006. – 534 с.
5. Ribèreau-Gayon P. Traitè d'oenologie. T. 2: Cyimie du vin – Stabilisation et traitements / P. Ribèreau-Gayon, D. Dubourdieu, D. Doneche // 5 édition. – 2004. – P. 584-591.

УДК 663.3

ХАРАКТЕРИСТИКА ЯКОСТІ ВИНОМАТЕРІАЛІВ ІЗ ЯГІД СУНИЦІ

Орел О.В., викладач
Уманський національний університет садівництва, м. Умань

Наведено дані про вміст основних і додаткових компонентів хімічного складу спиртованих та зброджено-спиртованих соків із ягід суниці, спиртів, кислот, альдегідів, складних ефірів, терпенів, залежно від сорту і способів обробки мезги.

Data on the content of basic and additional components of bleach and bleach-fermented juice of grapes strawberries, alcohols, acids, aldehydes, esters, suffered, depending on variety and processing methods septum.

Ключові слова: суниця, спиртовані, зброджено-спиртовані соки, ароматичні сполуки.

Характерною ознакою сучасного ринку алкогольних напоїв у нашій країні є збільшення обсягу виготовлення фальсифікованої продукції. Тому виготовлення натуральних плодово-ягідних вин та напоїв з використанням місцевої сировини, багатої на біологічно активні речовини, є досить актуальним у наш час. Харчова цінність плодово-ягідних вин обумовлена вмістом різноманітних сполук: ароматичних, барвних і дубильних речовин, органічних кислот, вітамінів, мікро-, макроелементів та інших. При правильному приготуванні плодово-ягідних вин вітаміни та інші поживні речовини, що містилися в натуральному соці плодів та ягід, значною мірою зберігаються у винах та напоях [1].

Ягоди суниці мають багатий, складний аромат, їх застосовують для покращення органолептичної якості купажних плодово-ягідних вин. Проте, хімічний склад ароматоутворювального комплексу суничних соків досліджено недостатньо [2].

Для виготовлення якісних плодово-ягідних вин з використанням суниці основними компонентами є спиртовані та зброджено-спиртовані соки.

Метою досліджень було вивчення збереженості біологічно активних речовин та формування ароматоутворювального комплексу спиртованих та зброджено-спиртованих суничних соків.

Дослідження виконувалися в лабораторіях Інституту садівництва УААН, кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва та Національного інституту винограду і вина (НІВіВ) „Магарач" (Ялта) протягом 2006-2009 років.

Для дослідження брали сорти суниці Розана Київська, Присвята та Презент. З ягід суниці готували спиртовані та зброджено-спиртовані соки за традиційною технологією, а також застосовували різні способи первинної обробки мезги при виготовленні зброджено-спиртованих соків з ягід сорту Присвята. Перший варіант (контроль) – ягоди очищали від чашолистиків, дробили, мезгу пресували, сік підсолоджували, зброджували, спиртували; 2 варіант – ягоди очищали від чашолистиків, дробили, мезгу настоювали 2 год, пресували, сік підсолоджували, зброджували, спиртували; 3 варіант – ягоди очищали від чашолистиків, дробили, мезгу настоювали 4 год, пресували, сік підсолоджували, зброджували, спиртували; 4 варіант – ягоди очищали від чашолистиків, дробили, мезгу настоювали 4 год зі спиртуванням до 4 % об. спирту, пресували, сік підсолоджували, зброджували, спиртували. Досліди закладали у триразовій повторності, одиницею обліку була тара 1,5 дм^3. У спиртованих та зброджено-спиртованих соках визначили фізико-хімічні та органолептичні показники якості, користувались стандартними методиками [3, 4]. В отриманих зразках соків визначили основні і додаткові компоненти бродіння прямим хроматографічним методом.

Незалежно від сорту у спиртованих соках об'ємна частка етилового спирту була 16 % (табл. 1.).

Органолептична оцінка показала, що спиртований сік з ягід суниці сорту Присвята, хоч і має найнижчі показники за вмістом цукрів, проте, відрізняється найбільш гармонійним та злагодженим смаком.

Отже, на вміст основних фізико-хімічних і органолептичних показників спиртованих соків впливали особливості сорту.

Приємний аромат суничного соку визначається леткими сполуками, що, як правило, починають формуватися лише в період достигання ягід. Леткі речовини являють собою складні суміші майже всіх органічних сполук [5], що підтверджується нашими даними (табл. 2).

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники якості спиртованих соків з ягід суниці залежно від сорту

Сорти	Об'ємна частка етилового спирту, %	Масова концентрація				Органолептична оцінка, бали
		г/дм^3		мг/дм^3		
		цукрів	титрованих кислот	фенольних речовин	барвних речовин	
Розана Київська	16,0	49,0	5,1	710,0	17,96	7,70
Присвята	16,0	40,0	5,3	735,0	26,85	7,95
Презент	16,0	43,0	5,5	700,0	25,59	7,75
$НІР_{05}$	0,55	1,7	0,1	16,0	0,05	0,17

До складу ароматоутворювального комплексу всіх спиртованих суничних соків входять спирти, кислоти, складні ефіри. Знайдені у порівняно невеликих кількостях терпенові речовини, леткі феноли і їх похідні та інші речовини.

В суничних спиртованих соках ідентифіковано (51-64) ароматичних сполук. Їх кількісний вміст залежно від сорту ягід наведений у таблиці 3.

Ароматичні сполуки найчастіше відрізняються одна від одної в мільйони разів і більше. Якщо дві сполуки відносяться як 1:1000, то це значить, що 1 мкг інтенсивної ароматотвірної сполуки діє так само, як 1 мг менш інтенсивної сполуки. Звідси виходить, що фактично аромат формують тільки леткі речовини, причому в найбільш низькій концентрації [4]. З даних табл. 3 видно, що, спиртований сік із суниці сорту Присвята має найбільшу кількість ароматотвірних сполук – 64 за найменшого сумарного вмісту 278,85 мг/дм^3. У спиртованому суничному сокові з ягід сорту Присвята вміст спиртів, летких фенолів та терпенів майже в 2 рази більший, ніж у суничних соках з плодів сорту Розана Київська та Презент (рис. 1).

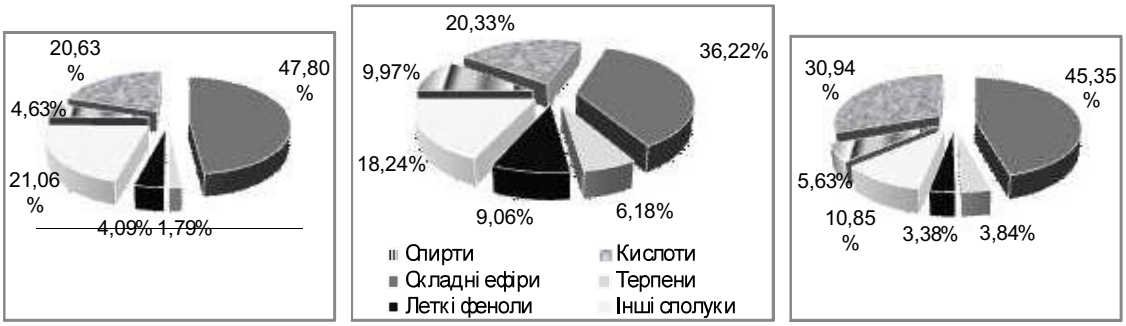
Суничні виноматеріали мають характерний суничний аромат, що визначається вмістом терпенів та нортерпеноїдів, концентрації яких значно менші порівняно з іншими групами сполук, що підтверджується органолептичною оцінкою спиртованих суничних соків – найкращі результати були отримані щодо суничного спиртованого соку з ягід сорту Присвята 7,95 бала (див. табл. 1).

Таблиця 2 – Леткі ароматичні сполуки, ідентифіковані у спиртованих суничних соках

Спирти	Кислоти	Складні ефіри	Терпени і нортерпеноїди	Леткі феноли і їх похідні ароматичні альдегіди	Інші компоненти
β-фенілетиловий	Оцтова	Етиллактат	Цис-ліналоолоксид	Бензальдегід	2,4-діметилпентанон-3
Гексанол	Ізоолеїнова	Етилбутират	Ліналоол	Глютаконовий ангідрид	Мезіфуран
Октанол	Олеїнова	Етилізовалеріат	Фуранеол	Етил 2-оксифенілпропіонат	Кротонофенон
Гептанол-2	Ізовалеріанова	Моноетилсукцинат	α-терпінеол	Коричний альдегід	4-етокси-2-пентанон
Бензиловий	Капронова	Етилкапронат	Неролідол	2,6-діетиніл-1,4-діоксифенол	γ-декалактон
α-метилбензиловий спирт	Каприлова	Етилкаприлат		Гексаналь	Ацетофенон
Цис-3-гексен-1-ол	Пропіонова	Метил 3-оксибутират		2-гексеналь	γ-капролактон
Транс-2-гексен-1-ол	Нонанова	Етилбензоат		Фенілацетальдегід	3-пентен-2-он
3-пентен-2-ол	Бензойна	Метилкапронат		Фурфурол	Гептанон-2
		Етилціннамат		4-вінілфенол	3-гептен-2-он
		Етилбутират			Октанон-2
		Етилваннілат			Ацетоїн
		Етил-3-метилбутират			
		Бутилацетат			
		Етилпіруват			
		Ацетат			
		Метилнікотинат			
		Діетилмалат			
		2,3-бутандіол			

Таблиця 3 – Вміст летких ароматичних сполук у спиртованих суничних соках залежно від сорту

Сорти	Кількість найменувань сполук	Вміст, мг/дм^3
Розана Київська	51	382,25
Присвята	64	278,85
Презент	57	141,55
$НІР_{05}$	3,2	2,3



а) Розана Київська б) Присвята в) Презент

Рис. 1 – Якісний склад ароматоутворювального комплексу суничних спиртованих соків залежно від сорту, %

Проведені досліди показали, що різні технологічні прийоми неоднаково впливають на фізико-хімічний склад зброджено-спиртованих соків. Зокрема, В-3 (настоювання мезги 4 год) та В-4 (спиртування мезги до об'ємної частки спирту 4 % та витримування 4 год), сприяють найкращому переходу фенольних речовин з мезги у зброджено-спиртовані соки, порівняно з контролем та варіантом 2. При обробці мезги за варіантом 4, фенольних і барвних речовин перейшло на 51 % більше, ніж у контролі. Зброджено-спиртовані соки за варіантами 3 та 4 отримали найвищу дегустаційну оцінку 8,0 балів (табл. 4).

Таблиця 4 – Вміст деяких компонентів фізико-хімічного складу зброджено-спиртованих соків з ягід суниці сорту Присвята

Варіант досліду	Об'ємна частка етилового спирту, %	Масова концентрація			Органолептична оцінка, бали
		г/дм^3	мг/дм^3		
		титрованих кислот	фенольних речовин	барвних речовин	
В-1 (контроль)	16,0	4,9	430,0	5,28	7,80
В-2	16,0	4,9	525,0	5,87	7,70
В-3	16,0	4,9	545,0	8,56	8,0
В-4	16,0	5,0	650,0	9,11	8,0
$НІР_{05}$	0,5	0,2	13,0	0,09	0,1

Порівнюючи дані табл. 4 з даними табл. 1, можна відмітити зменшення у зброджено-спиртованих соках вмісту фенольних та барвних речовин.

Поряд з речовинами вказаними у табл. 2, у зброджено-спиртованих соках були ідентифіковані такі речовини (яких не було у суничних спиртованих соках): спирти (метанол, ізобутанол, ізоаміловий, 3,4,5-триметоксибензиловий); кислоти (оксотетрагідрофуран-2-карбонова, гомованілінова, фенілоцтова, 5-оксо-2-піролідинкарбонова, транс-корична, стеаринова, 9-деценова, фуранкарбонова, пентадеканова, гексадеценова); складні ефіри (етилацетат, ізоамілацетат, 1,3-пропандіол діацетат, метилсаліцилат, етил 4-оксибутират, 5-етил-2-оксидігідроцинамат, етил пара-оксицинамат); терпени і нортерпеноїди (3-оксі-β-дамаскон); леткі феноли і їх похідні альдегіди (оцтовий альдегід, евгенол, триптофол ацетат, 4-оксі-2-метоксикоричний альдегід); інші сполуки (γ-бутиролактон, γ-етоксибутиролактон, ацетованілон, тирозол, триптофон, етил гліколят, β-фенілетилацетамід), які ймовірно утворювалися під час спиртового бродіння.

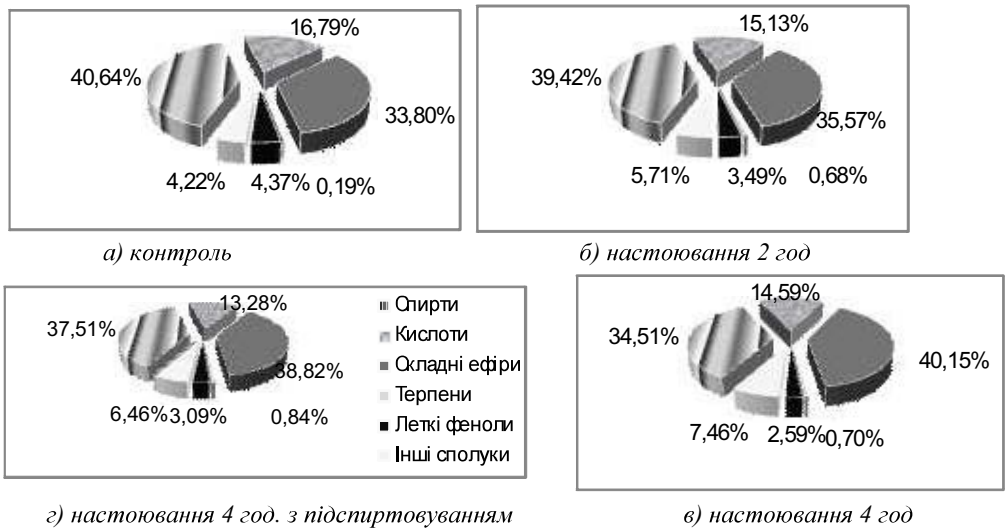
Загалом у суничних зброджено-спиртованих соках ідентифіковано (77-81) ароматичних сполук, їх кількісний вміст залежав від способу обробки мезги (табл. 5).

Таблиця 5 – Вміст летких ароматичних сполук у зброджено-спиртованих соках із ягід суниці сорту Присвята

Сорти	Кількість найменувань сполук	Вміст, мг/дм^3
В-1 (контроль)	77	532,56
В-2	78	468,52
В-3	79	399,75
В-4	81	398,42
$НІР_{05}$	*1,1*	*5,8*

Основні та додаткові компоненти, що формують аромат зброджено-спиртованих соків за класами органічних сполук, наведено на рис. 2.

У зброджено-спиртованих соках збільшується вміст таких ароматичних сполук, як спирти, в порівнянні зі спиртованими соками в 3-4 рази, вміст кислот зменшується на 20-30 %, спостерігається зменшення летких фенолів та терпенів (див. рис. 2 і рис. 1б). Також, у результаті бродіння утворюється ряд нових летких ароматичних сполук.



а) контроль *б) настоювання 2 год*

г) настоювання 4 год. з підспиртовуванням *в) настоювання 4 год*

Рис. 2 – Якісний склад ароматоутворювального комплексу суничних зброджено-спиртованих соків, %

Висновки

Результати досліджень показали, що якість спиртованих та зброджено-спиртованих суничних соків визначається особливістю сорту ягід, серед досліджених кращими є ягоди сорту Присвята. Кращим способом первинної обробки мезги при виготовленні зброджено-спиртованих соків з ягід сорту Присвята є настоювання мезги 4 год. та спиртування мезги перед бродінням до 4 % об. спирту, з настоюванням 4 год Спиртовані та зброджено-спиртовані соки з ягід суниці характеризуються складним ароматом, мають високу органолептичну оцінку (7,7-8,0 балів), та можуть бути використані при купажуванні з виноматеріалами, що мають слабкий аромат.

Література

1. Мехузла Н.Л. Плодово-ягодные вина / Н.Л. Мехузла, А.Л. Панасюк. – М.: Легкая и пищевая промсть, 1984. – 238 с. – С. 72.
2. Войцехівський В.І. Біохімічні основи вдосконалення технології виробництва столових плодово-ягідних вин: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с. – г. наук: спец.: 05.18.03 «Первинна обробка та зберігання продукції рослинництва» / В.І. Войцехівський. – К., 2003. – 20 с.
3. Методи технохимического контроля у виноделии / [под ред. В.Г. Гержиковой]. – Симферополь: Таврида, 2002. – 259 с.
4. Зінченко В.І. Сприйняття аромату вин і напоїв / В.І.Зінченко // Виноград. Вино. – 2003. – № 2. – С. 16.
5. Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технология / У. Шобингер [пер. с нем.; под общей науч. ред. А.Ю.Колеснова, Н.Ф.Берестеня и А.В.Орещенко]. – СПб.: Профессия, 2004. – 640 с., С. 51–73.

УДК 663.543

ВПЛИВ ГЕНЕРАЦІЇ ДРІЖДЖІВ НА ПРОЦЕС БРОДІННЯ ПИВНОГО СУСЛА

Кошова В.М., канд. техн. наук, Пилипенко С.А., магістр, Мацулевич Н.Є., студентка
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Головною метою цієї роботи було встановити, як впливає генерація пивних дріжджів на процес бродіння пивного сусла. Для дослідження були взяті дріжджі чистої культури та дріжджі з першої по п'яту генерації іноземної раси.

Досліджені генерації дріжджів мали максимальну кількість мертвих клітин 4,7 % при нормі 5 %, що говорить про їх нормальний фізіологічний стан; зараженість сторонніми мікроорганізмами стано-

вила 1,5 % при нормі 1 %. Ступінь інфікованості дріжджів 5 генерації виявився дещо підвищеним. Але треба зазначити, що цей показник, як і вміст мертвих клітин, залежить не лише від особливостей дріжджів, але й від умов зберігання, складу сусла, ступеня аерації, що також необхідно враховувати.

Дріжджі мали високий запас поживних речовин. Глікоген, який при встановлених генераціях коливався від 78 до 90 %, свідчить про їх гарний фізіологічний стан.

pH дріжджів лише п'ятої генерації становив 6,18, що перевищує встановлену норму 6 на 0,18 одиниць. На цей показник впливає ряд факторів, зокрема: вміст мертвих клітин більше 3 % та пізнє знімання дріжджів з ЦКБА. Враховуючи підвищений pH такі дріжджі краще не застосовувати повторно.

Отже, було встановлено, що така кількість генерацій є оптимальною для ведення технологічного процесу зброджування пивного сусла, а самі дріжджі при цьому відповідають вимогам до засівних дріжджів.

The main purpose of this research work was to set the influence of brewer's yeasts on the process of fermentation of beer susla. For research there were taken yeasts of clean culture and yeasts from first to fifth generations foreign race.

The generation of yeasts that were researched had a maximal quantity of dead cells 4,7% at a norm 5%, which means that their physiology condition is normal; presence of a strange microorganisms 1,5% at a norm 1%. The degree of yeasts of a 5 generation that have been infected turned out a little bit higher. But it is needed to mark that this index, as well as content of dead cells, depends not only on the features of yeasts but also on the conditions of keeping, on susla's composition, degree of airing, it is also necessary to take into account.

Yeasts kept a high reserve of nutritives. Glycogen which at the set generations hesitated from 78 to 90 %.It testify about their beautiful physiology state.

pH yeasts only of fifth generation was 6,18, that exceeds the set norm 6 on 0,18 units. A number of factors influences on this index, in particular: maintenance of dead cells is more than 3% and late raising of yeasts from the CKBA. Taking into account higher pH, it is better not to apply such yeasts repeatedly.

In consequence was set that such quantity of generations is optimum for the conduct of technological process of fermentation of susla's beer, and yeasts correspond to requirements to yeasts of seminal.

Ключові слова: раса дріжджів, генерація дріжджів, бродіння, мертві клітини, сторонні мікроорганізми, pH.

Бродінням називають складний процес біохімічного перетворення речовин живильного середовища на нові продукти під дією ферментів деяких мікроорганізмів. Продукти, що утворюються при цьому, як правило, набувають зовсім інших якостей, часто стають ароматнішими і смачнішими, а мікроорганізми набирають все необхідне для свого розвитку, у тому числі й енергію, і за рахунок цього створюють свою біомасу, яка іноді сама є продуктом споживання або застосування в інших галузях.

Спиртове бродіння – глибокий, але не кінцевий розпад цукру й вуглевмісних з'єднань під дією живих клітин або видалених з них ферментів. Воно являє собою ланцюг ферментативних процесів, кінцевим продуктом яких є етанол і діоксид вуглецю.

Важливим є питання кількості генерацій. Оскільки дія дріжджів після кількох генерацій послаблюється, що не завжди залежить від дріжджів, а й від складу сусла та інфекції, рекомендується обмежувати кількість генерацій. При бродінні під тиском у закритих апаратах потрібно не більше 3–5 генерацій.

Гарні насіннєві дріжджі повинні відповідати таким вимогам:

— вони повинні містити сторонніх мікроорганізмів не більше ніж 1 %;

— частка мертвих клітин повинна бути не більше ніж 5 %;

— повинні забезпечувати швидке зброджування екстракту;

— максимально глибоко зброджувати пиво;

— мати густу консистенцію;

— бути чистими і не містити сторонніх частинок;

— за смаком і запахом відповідати випущеному сорту пива;

— мати високу флокуляційну здатність.

Дріжджі можна використовувати до тих пір, поки вони зберігають біологічну чистоту й фізіологічно нормальний стан. При зміні властивостей виробничої культури спостерігається повільне й неповне зброджування екстракту, погіршення освітлення пива, а також його смаку та аромату. В таких випадках говорять про виродження дріжджів або їх дегенерацію.

Відомо, що одними з основних причин дегенерації дріжджів вважають бродіння при підвищеній температурі, високі норми внесення дріжджів.

Були проведені дослідження зміни властивостей дріжджів іноземної раси в залежності від номера генерації. На виробництві використовують дріжджі до п'ятої генерації, тому досліджувалися дріжджі з першої по п’яту генерації включно.

Дріжджі досліджували на збільшення вмісту мертвих клітин з віком. Високий вміст мертвих клітин викликає затримку бродіння, сприяє розвитку сторонньої мікрофлори й автолізу дріжджів. Наочніше залежність кількості мертвих клітин від генерації дріжджів зображено на рис. 1

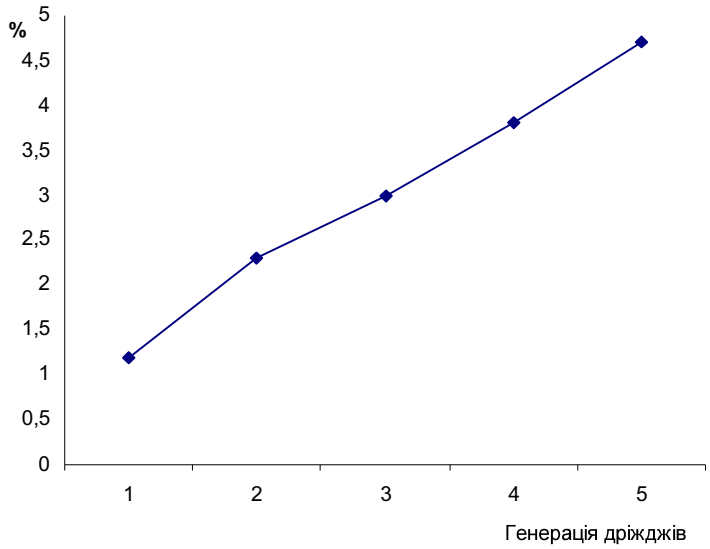


Рис. 1 – Залежність кількості мертвих клітин від генерації дріжджів

У результаті досліджень було виявлено, що із збільшенням генерації дріжджів кількість нежиттєздатних клітин збільшується (рис. 1). Дріжджі першої генерації містять 1,2 % мертвих клітин, другої – 2,3 % , третьої – 3 %, четвертої – 3,8 %, дріжджі п'ятої генерації мають 4,7 % мертвих клітин, що відповідає вимогам засівних дріжджів, тобто їх можна використовувати і далі.

Загалом, умовою ведення нормального процесу бродіння, отримання якісного продукту є відсутність у засівних дріжджах сторонніх мікроорганізмів. Дослідження виявили, що із збільшенням генерації зараженість дріжджів сторонніми мікроорганізмами зростає. Детально цей процес зображений на рис. 2.

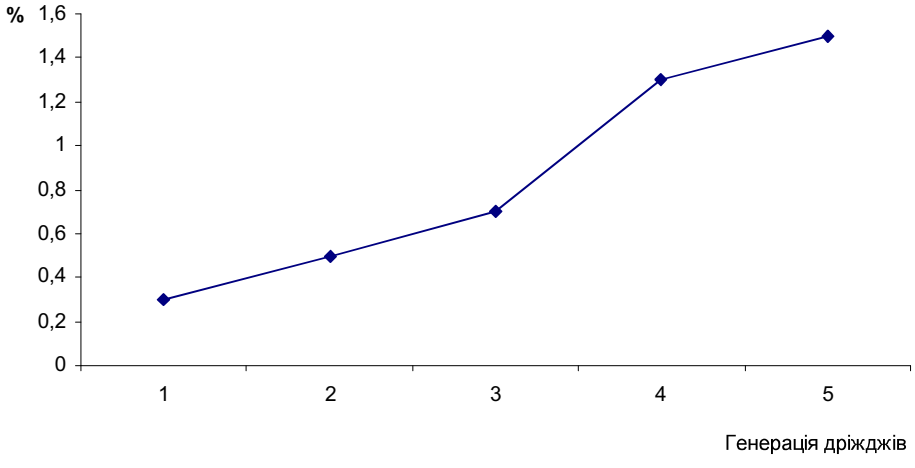


Рис. 2 – Залежність інфікованості дріжджів від генерації

Як показано на рис. 2, зі збільшенням використаних генерацій зараженість дріжджів сторонніми мікроорганізмами зростає. Так, вміст бактеріальних клітин у дріжджах 1-ї генерації становив лише 0,3 % , а в дріжджах 5-ї генерації цей показник склав уже 1,5 %. Відповідно до вимог засівні дріжджі повинні містити не більше 1 % бактерій і 0,5 % диких дріжджів.

Отже, ступінь інфікованості дріжджів 5-ї генерації виявився підвищеним. Але треба зазначити, що цей показник, як і вміст мертвих клітин, залежить не лише від особливостей самих дріжджів, але й від умов зберігання, складу сусла, ступеня аерації, що також необхідно враховувати.

Але в цілому дріжджі виявилися стійкими до сторонніх інфекцій й містили незначну кількість мертвих клітин навіть у 5-й генерації, що говорить про їх стабільність.

Важливим показником дріжджів, що характеризує їх фізіологічний стан, є глікоген. Глікоген – запасна поживна речовина дріжджів, яка накопичується в процесі зброджування пивного сусла. Стан дріжджів вважається гарним, коли 70 – 75 % дріжджових клітин містять глікоген.

Результати дослідження впливу генерації дріжджів на вміст глікогену наведені на рис. 3

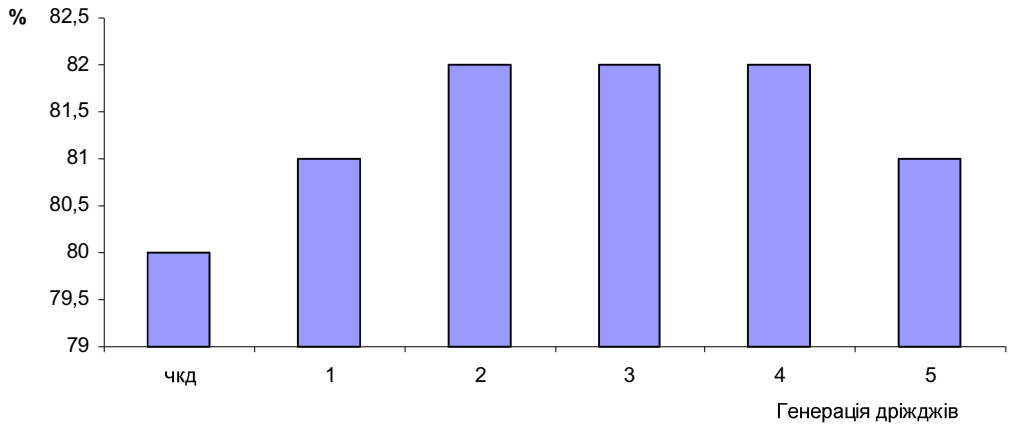


Рис. 3 – Залежність генерації дріжджів від вмісту глікогену

З рис. 3 видно, що вміст глікогену в дріжджах знаходиться в допустимих межах, незалежно від генерації дріжджів 80-82 %. В ході дослідження виявилось, що на цей показник не впливає використана генерація, а загалом, результатом високого вмісту глікогену в дріжджах є саме протікання нормального процесу головного бродіння.

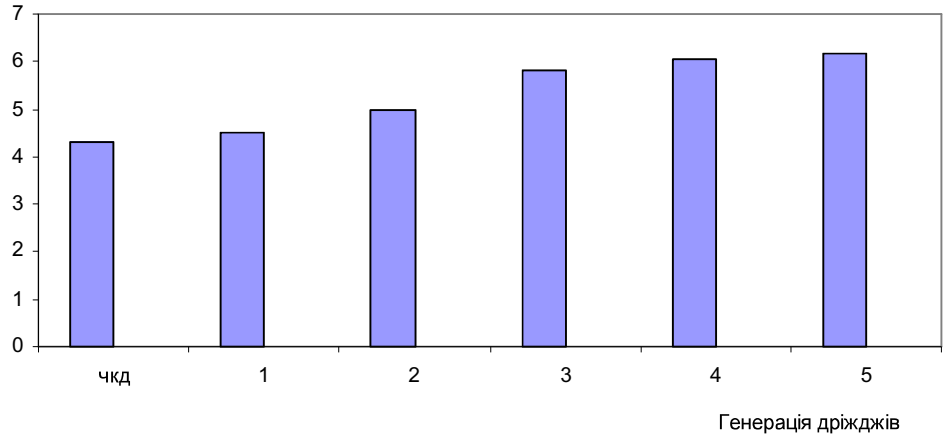


Рис. 4 – Залежність впливу генерації дріжджів на величину pH

Запасні вуглеводи, особливо глікоген, мають для дріжджів велике значення. Дріжджова клітина споживає цей запас, коли зовні не залишається поживних речовин, тим самим вона може отримати і підтримати обмін речовин на мінімальному рівні.

Також проводили дослідження на вміст глікогену в залежності від генерації дріжджів.

Важливим показником, який впливає на життєдіяльність дріжджів, є величина pH. У дріжджах pH не повинен перевищувати 6. Основними факторами, які впливають на величину pH, є кількість в дріжджах мертвих клітин на момент знімання дріжджів з ЦКБА. Дріжджі, які знаходяться в конусній частині ЦКБА довгий час починають ослаблюватися, оскільки в товщині шару недостатньо поживних речовин. А дріжджі, які при введенні в ЦКБА мали вищу кількість мертвих клітин, ослаблюються ще швидше. Старі дріжджі раніше від усіх витрачають свої резервні речовини, в результаті чого починається споживання ними своїх складових частин. Цей стан дріжджів називається автолізом.

Внутрішньоклітинні ферменти розчиняють мембрани всередині і навколо клітини; амінокислоти, жирні кислоти і ферменти починають виділятися зовні. Весь метаболізм виходить з-під контролю, клітина гине. Виділені речовини дуже негативно впливають на якість бажаного продукту, а особливо:

— через амінокислоти і протеолітичні ферменти погіршується смак і піностійкість;

— жирні кислоти негативно впливають на смакові якості і біологічну стійкість пива;

— виділені речовини є поживним середовищем для контамінантів;

— pH підвищується, що свідчить про початок автолізу (кількість мертвих клітин досягає 3 %).

Вплив генерації дріжджів на величину pH зображений на рис. 4.

Висновки

Головною метою цієї дослідницької роботи було встановити, як впливає генерація пивних дріжджів на процес бродіння пивного сусла. Для дослідження були взяті дріжджі чистої культури та дріжджі з першої по п’яту генерації іноземної раси.

Досліджені генерації дріжджів мали максимальну кількість мертвих клітин 4,7 % при нормі 5 %, що говорить про їх нормальний фізіологічний стан; зараженість сторонніми мікроорганізмами становила 1,5 % при нормі 1 %. Ступінь інфікованості дріжджів 5-ї генерації виявився дещо підвищеним. Але треба зазначити, що цей показник, як і вміст мертвих клітин, залежить не лише від особливостей дріжджів, але й від умов зберігання, складу сусла, ступеня аерації, що також необхідно враховувати.

Дріжджі мали високий запас поживних речовин. Глікоген, який при встановлених генераціях коливався від 78 до 90 %, що говорить про їх гарний фізіологічний стан.

pH дріжджів лише п’ятої генерації становив 6,18, що перевищує встановлену норму 6 на 0,18 одиниць. На цей показник впливає ряд факторів зокрема: вміст мертвих клітин більше 3 % та пізнє знімання дріжджів з ЦКБА. Враховуючи підвищений pH, такі дріжджі краще не застосовувати повторно.

Отже, було встановлено, що така кількість генерацій є оптимальною для ведення технологічного процесу зброджування пивного сусла, а самі дріжджі при цьому відповідають вимогам до засівних дріжджів.

Література

1. Технологія виробництва пива: Навч. посібник/ П.В. Колотуша. – К.: ІСДО, – 1995. – 228 с.
2. Кунцэ В., Мит Г. Технология солода и пива: пер. с нем. – СПб.: Изд-во „Профессия’’, – 2001. –912 с.
3. Микробиология пива/ Прист Ф., Кэмибели (ред. пер. с англ. под общ. ред. Т.В. Мелединой и Тыну Сайда.), – СПб: „Профессия”, 2005. – 368 с, табл., ил., табл., сх.

УДК 663.241: 674.4/8

ВПЛИВ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ЯБЛУНІ У КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ НА ХІМІЧНИЙ СКЛАД ПЛОДІВ ПРИ ЇХ ВИКОРИСТАННІ У ВИРОБНИЦТВІ СИДРУ

Луканін О.С., д-р техн. наук, професор, академік НААНУ, Байлук С.І., канд. техн. наук, Петреченко С.В., Плаксюк Л.Б., Комашенко М.М., Точона О.А.
Інститут агроекології НААНУ, м. Київ

Досліджено вплив агроекологічних умов вирощування яблуні в різних регіонах Київської області на хімічний склад плодів, що використовують для виробництва сидру. Визначено, що вищим вмістом цукрів яблука характеризувались у зонах з вищими термічними показниками року – зона 3 та зона 4 (суми активних температур відповідно 3007 ºС і 2607 ºС); нижчою кислотністю – у зоні з найвищою середньорічною кількістю опадів 635 мм, найвищою концентрацією фенольних речовин – у зоні з нижчою сумою активних температур (1949 ºС) та помірною кількістю опадів (635,0 мм). За комплексом факторів найкращим регіоном для вирощування плодів виробництва сидру у 2009 р. визнано північ Київської області. При порівнянні частки впливу на хімічний склад плодів сорту яблук або зони вирощування встановлено, що на вміст цукрів у плодах більше впливає сорт яблук (частка впливу 70 %), на кислотність – спільно зона і сорт (46 %), а на вміст фенольних речовин – зона, сорт та комплекс інших факторів (по 29–38 % на кожний).

Influence of agroecological conditions of growing the apple-trees in the different zones of Kiev region on chemical composition of fruits which are used for the cidermaking was investigated. It was found out, that apples from zones with the higher thermal indexes of year such as sums of active temperatures (zones 3 and 4) are characterized with higher cof sugars, apples from with the greatest average annual amount of fallouts are characterized by lower acidity, apples from area with the lower sums of active temperatures (1949 ºC) and moderate amount of fallouts (635,0 mm) are characterized with greatest concentration of tannins. According to the complex of factors the best region for growing the apples for cidermaking is to the North-East of the Kiev. Comparing the influence on chemical composition of apple fruits the apple features and of growing, it is also derived that there is a high influence of apples' type on sugars (up to 70 %), up to 46 % of the and the type features influence jointly on acidity and up to 29–33 % of the and other factors influence on concentration of tannins.

Ключові слова: яблука, сидр, кальвадос, агроекологічні умови

Якість сільськогосподарської продукції та продуктів переробки залежить від багатьох факторів: ґрунтово-кліматичних умов, сорту, ступеня стиглості, віку рослини, агротехнічних прийомів вирощування, технології приготування. Поряд із швидкоплідністю, високою урожайністю, стійкістю до хвороб, для споживання у свіжому вигляді та виготовлення харчових продуктів важливо відбирати сорти плодів, які мають високу поживну, дієтичну, лікувальну цінність та характеризуються придатністю до переробки. Для садівництва та переробної галузі, зокрема для виробництва сидрів, становлять інтерес сорти і форми з високими та стабільними показниками біохімічного складу [6, 7].

З метою дослідження впливу агроекологічних умов вирощування яблуні в Київській обл. на хімічний склад сортів яблук для їх використання у виробництві сидрів і кальвадосів та визначення найпридатніших з них було проведено розподіл області на зони з різними ґрунтово-кліматичними умовами. Для цього вивчали ґрунтові і кліматичні умови регіону в цілому.

Київська область знаходиться в північній частині України, у середній течії Дніпра. Вона характеризується різними ґрунтовими умовами. На півночі області переважають ґрунти дерново-підзолисті. У центральній частині – опідзолені чорноземи, темно-сірі і світло-сірі лісові ґрунти. У південних районах чорноземи малогумусні. У долинах річок здебільшого ґрунти дерново-оглеєні, лучні та болотні [1, 4, 5].

Клімат Київської області помірно-континентальний, м'який, з достатнім зволоженням. Зими помірно-холодні, літа – тривалі, теплі. Середньорічна температура повітря в Києві становить 7,7 °С, найбільш висока в липні (19,5–20,5 °С), найбільш низька – в січні (мінус 5,6–8,0 °С). Сума активних температур поступово збільшується з Півночі на Південь від 2480 до 2700 °С. Річна кількість опадів становить 570–610 мм до 650-690 мм, найменше їх у березні та жовтні, найбільше – в липні.

На підставі інформації щодо ґрунтово-кліматичних умов області було визначено чотири точки (зони) відбору сортів яблук для експерименту: зона 1 – Вишгородський р-н, зона 2 – Згурівський р-н, зона 3 – Києво-Святошинський р-н, с. Хотів, зона 4 – Миронівський р-н.

Для досліджень використовували сорти яблук, які вирощують у всіх чотирьох досліджуваних зонах

Київської області. Це сорти: Джонатан, Кальвіль сніговий, Антонівка звичайна, Слава переможцям.

Дослідження впливу агроекологічних умов вирощування яблуні в Київській обл. на якість плодів при їх використанні у виробництві сидру і кальвадосу проводили на основі даних кліматичних умов області (табл. 1), ґрунтових умов вирощування яблук у цих чотирьох зонах (табл. 2) та результатів аналізів хімічного складу соків яблук із досліджених зон (табл. 3).

Таблиця 1 – Характеристика клімату зон досліджень сортів яблук у 2009 р.

Показники кліматичних умов	Зона 1	Зона 2	Зона 3	Зона 4
Назва зони (адміністративний район)	Вишгород-ський	Згурівський	Києво-Свя-тошинський	Миронів-ський
Середньорічна температура повітря, ºС	+5,84	+6,60	+7,53	+6,77
Середня температура повітря: — найхолоднішого місяця року – січня, ºС — найтеплішого місяця року – липня, ºС	 –4,66 +15,7	 –4,71 +17,0	 –3,89 +18,4	 –4,34 +17,2
Тривалість безморозного періоду, днів	192	203	185	197
Сума активних температур, ºС	1949	2411	3007	2607
Найнижча температура (абсолютний мінімум) ºС	–24,6	–24,6	–17,0	–23,3
Найвища температура (абсолютний максимум), ºС	+20,6	+24,6	+23,9	+23,8
Середньорічна кількість опадів, мм	635	862,9	628,6	678,9
Співвідношення середньорічної суми опадів до суми активних температур за рік	3,26	3,58	2,09	2,60

Таблиця 2 – Характеристика ґрунтів зон досліджень сортів яблук

Показники	Зона 1	Зона 2	Зона 3	Зона 4
Назва зони (район)	Вишгородський	Згурівський	Києво-Свято-шинський	Миронівський
Тип ґрунтів	дерново-середньопідзо-листий глеєвий супіщаний на воднольодови-кових супісках	лучно-чорноземний на лісовидних суглинках	сірі лісові середньосуглин-кові на лесі	чорноземи типові помірно високогумусоа-кумулятивні
Щільність ґрунту, г/см³	1,47	1,03	1,41	1,13
Кислотність: гідролітична, мг. екв/100 г обмінна (pH сольове)	 2,9 7,5	 0,57 6,2	 3,9 5,2	 1,19 6,8
Сума увібраних основ, мг.екв/100 г	13,27	26,6	20,9	48,12
Вміст в орному шарі ґрунту: – гумусу, % – азоту, що легко гідроліз-ується, мг/кг – рухомого фосфору, мг/кг – обмінного калію, мг/кг	 3,62 87,0 160,0 37,0	 4,9 153,58 84,7 77,4	 2,22 120,8 61,1 104,6	 5,61 217,07 107,4 16,65

Результати досліджень сортів яблук чотирьох регіонів вирощування (табл. 3) свідчать про те, що вищими концентраціями цукрів, фенольних речовин та низькими – кислот характеризувалися яблука із зони 1 (Вишгородський район). З іншого боку, вищими концентраціями кислот та помірними концентраціями цукрів і фенольних речовин характеризувалися яблука із зон 3 (Києво-Святошинський район) і 4 (Миронівський район). Яблука із зони 2 (Згурівський район), на відміну від інших зон, накопичили найменшу кількість фенольних речовин.

Таблиця 3 – Біохімічний склад сортів яблук, що вирощують у різних агроекологічних зонах Київської області

Зона відбору	Сорт яблук	Масова концентрація сухих речовин, %	цукрів, г/100 см³	титрованих кислот, г/дм³	фенольних речовин, мг/дм³	амінного азоту, мг/дм³	екстракту, г/дм³	pH	Цукрово кислотний показник (4 / 5)	Кислотно фенольний показник (6 / 7)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Зона 1 (Вишгород-ський р-н)	Антонівка	11,6	9,2	9,7	926,7	595,0	19,7	3,15	9,74	10,41
	Джонатан	14,6	11,9	4,3	564,7	211,4	18,1	3,38	26,98	7,61
	Кальвіль сніговий	14,6	12,4	4,7	645,2	275,8	17,6	3,53	26,38	7,28
	Слава переможцям	14	11,6	6,4	600,6	395,5	19,2	3,33	18,13	10,66
	Середнє значення	13,7	11,3	6,2	684,3	369,4	18,7	3,30	18,22	9,04
Зона 2 (Згурівський р-н)	Антонівка	10,4	8	10,0	362,6	438,4	18,6	3,02	8,12	23,81
	Джонатан	15,4	13,5	4,2	381	151,2	17,5	3,48	31,90	11,02
	Кальвіль сніговий	13,1	10,8	5,9	338,7	164,5	17,4	3,21	18,14	17,42
	Слава переможцям	11,6	9,2	6,6	409,3	448,0	18,2	3,34	14,00	16,05
	Середнє значення	12,7	10,4	6,7	422,9	298,0	17,9	3,20	15,53	17,01
Зона 3 (Києво-Святошин-ський р-н)	Антонівка	10,6	8	11,2	437,6	425,6	17,9	2,98	7,13	19,94
	Джонатан	15,7	13,8	6,7	548,4	182,0	17,3	3,15	20,75	10,28
	Кальвіль сніговий	13,4	12,2	7,3	530	149,8	17,2	3,13	16,85	13,77
	Слава переможцям	13,6	11,6	8,1	658,2	479,5	17,4	3,07	14,44	12,31
	Середнє значення	13,3	11,4	8,3	543,6	309,2	17,5	3,10	13,78	13,87
Зона 4 (Миронів-ський р-н)	Антонівка	12,4	9,5	10,2	649,5	440,3	18,9	3,00	9,23	13,58
	Джонатан	14	11,1	7,5	651,7	160,3	17,6	3,24	14,93	13,68
	Кальвіль сніговий	14,2	11,9	7,9	474,5	148,4	17,2	3,27	14,94	16,65
	Слава переможцям	13,5	11,1	8,2	809,3	500,5	17,9	3,16	13,78	10,13
	Середнє значення	13,5	10,9	8,4	646,3	146,8	17,9	3,08	12,94	10,84

При порівнянні даних кліматичних умов зон досліджень (табл. 1) та хімічного складу сортів яблук з них (табл. 3) виявлено, що високі концентрації цукрів та кислот (зони 3 і 4) спричинено високими сумами активних температур (відповідно 3007 та 2607 ºС) та помірними кількостями опадів (відповідно 628,6 та 678,9 мм), що було достатнім для ефективного росту та плодоношення яблуні (співвідношення кількості опадів до сум активних температур за рік становлять 2,09 для зони 3 та 2,60 для зони 4). Збільшення кількості опадів у зоні 2 (862,9 мм), порівняно із зонами 4 і 3 (678,9 мм та 628,6 мм), спричинює зменшення концентрацій цукрів (відповідно з 10,9 та 11,4 г/100 $см^3$ до 10,4 г/100 $см^3$) навіть при помірній сумі активних температур (2411 °С). Однак, зменшення замість підвищення масової концентрації кислот у плодах (відповідно з 8,4 та 8,3 г/$дм^3$ у зонах 4 і 3 до 6,7) разом зі зменшенням концентрацій фенольних речовин (найнижче значення – 0,423 г/$дм^3$), що повинно було б відбутися при зазначеній високій кількості опадів у цій зоні, було викликане, вірогідно, впливом вже не кліматичних, а ґрунтових умов.

Нагромадження найвищих концентрацій фенольних речовин спостерігали в яблуках, що вирощують у зоні 1, яка характеризується найнижчою сумою активних температур (1949 ºС) та помірною кількістю опадів (635,0 мм), та у зоні 4, яка хоча й характеризується схожою кількістю опадів (678,9 мм), але має значно вищу суму активних температур (2607 ºС).

Аналіз результатів досліджень ґрунтів (табл. 2) та хімічного складу сортів яблук (табл. 3) показав, що такі фактори, як збільшення щільності ґрунту і зменшення продуктивної його вологи, разом зі збільшенням у ньому гідролітичної кислотності сприяють росту яблуні, покращенню засвоєння яблунею поживних елементів та, як наслідок, зумовлюють забезпечення у плодах вищих концентрацій біохімічного складу. Також встановлено, що наявність в орному шарі ґрунту значної кількості гумусу і гідролізованого азоту також сприяє накопиченню в яблуках цукрів і фенольних речовин.

Оскільки для вирощування сортів яблук для виробництва сидру пріоритетним є забезпечення підвищеного вмісту цукрів, фенольних речовин та помірний вміст кислот [2, 3], то найоптимальнішими зонами отримання такого хімічного складу яблук є зони 1 і 4. Математична обробка результатів досліджень показала, що на накопичення цукрів у соку зі 100 % всіх факторів вплив сорту сягає 70 %, вплив агроекологічних умов зони вирощування – 26 %, спільно сорт-зона – 0 %, інші фактори – 4 %; на накопичення фенольних речовин сорт впливає на 38 %, зона – на 29 %, спільно сорт-зона – 0 %, інші фактори – 33 %; на кислотність яблук сорт впливає на 30 %, зона – на 8 %, спільно сорт-зона – 46 %, інші фактори – 15 % .

Таким чином, у результаті досліджень впливу агроекологічних умов вирощування яблуні на хімічний склад плодів у Київській області встановлено, що всі чотири досліджувані агроекологічні зони придатні для вирощування яблук для використання у виробництві сидру. Проте, переважаючим фактором впливу на хімічний склад сортів яблук у різних регіонах області характеризуються кліматичні умови в порівнянні з ґрунтовими, зокрема коливання температурного та водного режимів. Визначено, що для виробництва сидру найкращі агрокліматичні умови у Вишгородському районі Київської області, а для виробництва кальвадосу – у Києво-Святошинському та Миронівському районах.

Література

1. Атлас почв Украинской ССР. /Под ред. Н.К. Крупского и Н.И. Полупана. – К.: Урожай, 1979 – 160 с.
2. Луканин А.С., Байлук С.И. Сидр: история, состояние и перспективы // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ИВиВ “Магарач”. – Том XXXIII. – Ялта, 2003. – С. 99–104.
3. Луканин О.С., Байлук С.І., Кондратенко Т.Є. Класифікація сортів яблук України для виробництва сидру // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 9. – С. 74–79.
4. Кондратенко П. В., Бублик М.О. Науково обґрунтовані ґрунтово-кліматичні зони промислового вирощування плодових культур // Садівництво: Міжвід. тематич. наук. зб. – К.: Нора-друк, 2004. – Вип. 5. – С. 5–19.
5. Кондратенко Т.Є. Яблуня в Україні. Сорти. – К.: Світ, 2001. – 298 с.
6. Омельченко І.К. Культура яблуні в Україні. – К.: Урожай, 1993. – 264 с.
7. Парагульгов О.Д., Толстикова И.К., Полева С. Химико-технологическая оценка сортов яблок // Виноделие и виноградарство СССР. – 1979. – № 8. – С. 14–16.

УДК 663.2.013:663.26:628.3.034.2:662.767.2-027.3

ПОЛУЧЕНИЕ БИОГАЗА ИЗ ОТХОДОВ И СТОЧНЫХ ВОД ВИНОДЕЛЬЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Домарецкий В.А., д-р техн. наук, профессор,
Куц А.М., канд. техн. наук, доцент, Билько М.В., канд. техн. наук, доцент
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев
Мельник И.В., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Предложен новый подход к организации ресурсосберегающих технологий на винодельческих предприятиях. Сточные воды заводов первичного виноделия относятся к наиболее загрязненным в пищевой промышленности. Рассматривается возможность производства биогаза, который является продуктом анаэробного сбраживания органических отходов пищевых предприятий, в том числе и сточных вод.

A new approach to organization of resource-saving technologies at wine-making enterprises has been suggested. The sewage of primary wine-making plants can be related to the most contaminated ones in the food industry. Possibility of production of biogas which is the product of anaerobic fermentation of organic wastes of the food enterprises, as well as sewage, is being considered.

Ключевые слова: технические отходы, безотходные энерго- и ресурсосберегающие технологии, расход воды, сточные воды, степень загрязненности, анаэробные и аэробные способы очистки, иммобилизованные микроорганизмы, биогаз.

На всех этапах своего развития человек тесно связан с окружающим миром. Но с тех пор как появилось высокоиндустриальное общество, опасное вмешательство человека в природу резко усилилось, расширился объём этого вмешательства, оно стало многообразнее и сейчас грозит стать глобальной опасностью для человечества. Интенсивное развитие сельского хозяйства и промышленности привело к увеличению вредных для человека выбросов во внешнюю среду жидких и газообразных технических отходов.

В настоящее время в значительной мере пересматриваются ранее сформированные подходы к производству и качеству выпускаемой пищевой продукции. При этом важно, что от этапа увеличения выпуска продукции для удовлетворения растущих потребностей человечества одновременно осуществлялся переход к этапу увеличения качества выпускаемой продукции при все возрастающих требованиях к экологической чистоте производственных процессов. С этой целью внедряются эффективные технологические процессы, разрабатываются принципиально новые подходы к организации безотходных или малоотходных энерго- и ресурсосберегающих технологий.

По расходу воды на единицу выпускаемой продукции пищевая промышленность, в том числе и винодельческая, занимает одно из первых мест среди отраслей народного хозяйства. А высокий уровень её потребления обуславливает большой объём образования сточных вод, которые имеют высокую степень загрязненности и поэтому представляют большую опасность для окружающей среды. Усредненный состав сточных вод винодельческих предприятий приведен в табл. 1 [3].

Сточные воды заводов первичного виноделия относятся к наиболее загрязненным в пищевой промышленности. Особенно это касается производств по переработке вторичных продуктов виноделия. Они представляют собой гетерогенные многокомпонентные системы с резким колебанием качественного и количественного составов в течение всего периода работы завода. Во время переработки винограда в них содержатся остатки мякоти и кожицы виноградной ягоды, сусло и гущевые осадки. Такие воды имеют кислую реакцию, а в их химическом составе преобладают белки, редуцирующие сахара, органические кислоты, аминокислоты, биополимеры и фенольные вещества. Во внесезонный период при мойке ёмкостей в сточные воды могут попасть остатки вина, гущевых, дрожжевых и клеевых осадков, содержащих желатин, бентонит, желтую кровяную соль, фенольные вещества.

Сточные воды вторичного виноделия менее загрязнены, чем первичного. Они образуются в основном во время уборки помещений, мойки посуды и оборудования. На степень их загрязнения влияют прессованные клеевые осадки, остатки вина, остатки бумаги и другие загрязнения из стоков бутылкомоечных машин. Они имеют слабощелочную реакцию, содержат соду, щелочь, этиловый спирт, фенольные вещества и продукты их поликонденсации.

Таблица 1 – Характеристика сточных вод винодельческих предприятий

Наименование показателя	Завод первичного виноделия		Завод вторичного виноделия	Коньячный завод
	Основное производство	Цех утилизации		
pH	4,7…7,5	4,4…6,0	7,2…9,6	4,0…4,5
Химическое потребление кислорода (ХПК бихромат), мг O_2/дм^3	380-6400	4000-30000	80-1000	3000-23000
Биологическое потребление (БПК$_5$), мг O_2/дм^3	300-4300	2800-23000	40-900	2000-13800
Массовая концентрация взвешенных веществ, мг/дм^3	800-10000	2400-17000	60-2500	1000-1000
Остатка сухого	600-10000	10000-25000	260-2000	4500-8000
Остатка прокаленного	150-1500	800-3000	90-200	1500-3400
Винной кислоты	40-420	–	–	–
Летучих кислот	6-110	–	–	–
Фенольных веществ	5-70	–	–	–
Сахаров	20-1300	–	–	–
Белков	5-22	–	–	–
Сульфатов	40-250	30-400	39-98	20-100
Хлоридов	10-250	100-240	82-120	120-260
Азота общего	3,5-26	3-22	1,0-2,1	70-270
Азота аммонийного	1-23	1-50	1,2-5,2	0-2,8
Фосфора общего	0,7-3,5	2-90	0-1,0	0-15

Сточные воды коньячного производства относятся к высококонцентрированным и токсичным, содержат большое количество органических кислот, сахаров, полифенолов и других веществ, образующихся во время получения коньячного спирта.

Во многих странах ведется наиболее экономичных и высокоэффективных способов очистки сточных вод. В принципе это сочетание классических методов очистки с новыми, которые предусматривают анаэробные и аэробные способы очистки с использованием иммобилизованных микроорганизмов.

Анаэробные процессы разложения органических соединений с получением биогаза и его использования для бытовых целей известны достаточно давно. При этом, метановое брожение должно рассматриваться не только как средство защиты окружающей среды, но и как метод получения газообразного топлива, ценных органических удобрений и кормовых добавок. В своем составе биогаз содержит (60…70) % метана, (15…45) % диоксида углерода, (2…3) % азота, (1…2) % водорода, около 1 % кислорода, встречаются следы сероводорода и других газов. Теплота сгорания биогаза составляет (20…27) МДж/м^3. Он, как и природный газ, относится к наиболее экологическим чистым видам топлива. Один кубический метр биогаза эквивалентный 0,6 м^3 природного газа, 0,7 дм^3 мазута, 0,4 дм^3 бензина, (3…4) кг дров или 12 брикетов торфа. При сжигании 1 м^3 биогаза можно получить (2,5…3) кВт/час электроэнергии или (3…5) кВт тепловой энергии.

Производство биогаза, который является продуктом анаэробного сбраживания органических отходов предприятий пищевой промышленности, в том числе и сточных вод дает возможность не только получить дополнительную энергию (тепловую и электрическую), но и решить экологическую проблему засорения окружающей среды (воды, воздуха) вредными веществами.

Следует отметить, что в развитых странах мира органические отходы животноводства, агропромышленного комплекса, предприятий общественного питания и пищевой промышленности перерабатывают на газ не только в индивидуальных условиях, но и создаются специализированные крупные предприятия по переработке отходов, оснащенных современным оборудованием, что дает возможность перерабатывать как твердые, и с жидкие отходы.

На предприятиях винодельческой промышленности биогаз можно использовать: в системах отопления любых помещений, для сушки отходов производства, в бытовых газовых плитах, в специальных генераторах для производства электроэнергии, для подогрева воды, отопления теплиц и других целей.

Метановое брожение является строго анаэробным процессом и осуществляется сложными микробными ассоциациями в особых аппаратах — метантанках. Современные метантанки изготовлены из стали или железобетона, оснащены системами автоматического управления, имеют вид цилиндрических резервуаров с коническим днищем и колпаком для аккумуляции биогаза.

Исследования метанового брожения начались в конце XIX столетия. Еще в 1902 г. Омелянский В.Л., исследуя метановое брожение, приписывал этот процесс одному виду микроорганизмов. Однако, дальнейшие исследования показали, что анаэробные целлюлолитические бактерии образуют только лишь предшественники — органические кислоты, спирты, водород и диоксид углерода, из которых далее синтезируется метан [5].

Биодеградация органических веществ во время метанового брожения в метантанках протекает в три последовательные фазы (табл. 2) [2].

Таблица 2 – Фазы метанового брожения

Группы бактерий, участвующие в процессе	Исходные вещества	Образовавшиеся продукты
Биогидролиз полимеров и ацидогенез		
Гидролитические ацетогенные	Комплекс органических веществ	Высшие жирные кислоты
Ацетогенез и дегидрогенезация		
Водородпродуцирующие бактерии	Высшие жирные кислоты	Водород, диоксид углерода, уксусная кислота
Метаногенез		
Метанобразующие бактерии	Водород, диоксид углерода, уксусная кислота	Метан, диоксид углерода

В первой, гидролитической фазе около 76 % органических веществ переходят в высшие жирные кислоты, до 20 % — в ацетат и 4 % — в водород. Она может быть разбита на фазы гидролиза и ацидогенеза (образования кислот). Во второй фазе основными процессами являются образования из высших кислот ацетата (52 %) и водорода (24 %). В третьей фазе (брожение) метаногенные бактерии образуют из ацетат 72 % метана, а из водорода и диоксида углерода — 28 % метана. Соотношение промежуточных и конечных продуктов метанового брожения зависит от состава среды, условий ферментации и присутствующей микрофлоры.

В первой фазе брожения принимают участие микроорганизмы, обладающие целлюлолитической, протеолитической, липолитической, сульфатвосстанавливающей, динитрофицирующей и другими видами активности. Состав доминирующей микрофлоры во время этой фазы зависит, в первую очередь, от состава поступающего в метантенки субстрата и химической природы дегидрируемых органических веществ.

Существенная роль в процессах метанового брожения принадлежит ацетогенным и водородпродуцирующим бактериям. Эти бактерии превращают пропионат в ацетат, диоксид углерода и водород, если в среде одновременно присутствуют водородпотребляющие бактерии. Водород образуется при окислении $NADH_2$ с образованием NAD.

Содержание водорода в среде зависит не только от ацетогенных бактерий, но и от водородпотребляющих метаногенатов. Метаногенная система будет работать эффективно при условии, что парциальное давление водорода будет низким. Тогда углеродсодержащие соединения конвертируются в ацетат, диоксид углерода и водород, а различные жирные кислоты будут накапливаться плохо. В условиях загрузки биореактора легкодеградируемым субстратом концентрация водорода может увеличиваться, а в среде будут накапливаться пропионовая, масляная и другие органические кислоты.

Третья, метаногенная фаза протекает при участии метанобразующих анаэробных бактерий, которые относятся древнейшему царству живых существ архибактериям. Строение и метаболизм метан образующих бактерий сильно отличаются от прокариот. Так, у метаногенов маленький геном — около одной трети геном а кишечной палочки. Отличаются также и по последовательности нуклеотидов в РНК. Энергию для роста эти бактерии получают в результате восстановления наиболее окисленного соединения CO_2 в наиболее восстановленное CH_4.

В качестве субстрата многие метаногены потребляют формиат, который трансформируют в метан:

$$4HCOOH = CH_4 + 3CO_2 + 2H_2O$$

Однако, при переработке различных промышленных и коммунальных сточных вод основным субстратом для метаногенов является ацетат, корой превращается в метан по уравнению:

$$CH_3COOH = CH_4 + CO_2.$$

Некоторые метаногены конвертирую в метан также метанол и метиламин. Метан при метановом брожении образуется также из диоксида углерода и водорода, которые являются нормальными продуктами метаболизма ацетогенных бактерий.

Количество газа, получаемого из 1 моля органической кислоты в процессе брожения, можно определить по уравнению Басвелла:

$$C_nH_aO_b + (n - a/4 - b/4)\ H_2O = (n/2 - a/8 - b/8)\ CO_2 + (n/2 + a/8 - b/4)\ CH_4$$

где: n, a, b — число атомов углерода, водорода и кислорода в соответствующей кислоте при 30 °С и нормальном давлении.

С увеличением длины углеродной цепи кислоты увеличивается количество получаемого газа. Так, из 1 г муравьиной кислоты получается 540 см^3, из 1 г уксусной — 823 см^3, из 1 г масляной — 1055 см^3, из 1 г капроновой — 1224 см^3. Экспериментально установлено [2], что скорости потребления органические кислоты распределяются в такой нарастающей последовательности: пропионовая, капроновая, валериановая, муравьиная, масляная, уксусная. Наиболее интенсивно сбраживается уксусная кислота.

Метан образуется также из других компонентов питательной среды. Так, при потреблении 1 г углеводов образуется 886 см^3 метана, жира — 1, 355 см^3, а белков — 587 см^3.

Метаногенез зависит в большой степени от химического состава среды и физических факторов. Метаногены строгие анаэробы и кислород для них является ядом. Значение окислительно-восстановительного потенциала при котором лимитируется их рост равно 330 мВ, а оптимум — около 400 мВ. Однако кратковременная аэрация метантенка не приводит к гибели метаногенов, так как сопутствующая им факультативно анаэробная микрофлора утилизирует кислород и уже через 2-е дней метагенез возобновляется [2].

Метанобразующие бактерии хорошо развиваются и метабилизуруют субстрат в метан при pH 6-8. По температурному оптимуму метаногены сильно различаются. В природе встречаются как психрофилы, так и термофилы, выживающие даже при температуре 97 °С. Так, при температуре (47…55) °С образуется около 2,5 м^3 биогаза/м^3 метантенка в сутки, при (35…38) °С — (1,5…2,0) м^3, а при 15 °С — около 0,1 м^3 [5]. Таким образом, больше биогаза с единицы объёма аппаратуры получают при осуществлении термофильного процесса. Однако большинство метантенков работает в мезофильном режиме при 35…45 °С, в котором процесс протекает более стабильно по сравнению с термофильным.

Чтобы обеспечить формирование клеточной биомассы, в среде должны содержаться в достаточном количестве необходимые питательные вещества. Так, соотношение ХПК : N : P должно быть 700 : 5 : 1, нельзя допускать избытка азота (C : N не менее 20 : 1). Уровень токсичности ионов аммиака для метанобразующих бактерий (1500…2000) мг/дм^3, цианида (CN) — (0,5…1) мг/дм^3, калия, натрия и кальция — (3000…6000) мг/дм^3.

Метаногенез ингибируется при концентрации сульфатов (100…150) мг/дм^3, которые при метановом брожении сульфатвосстановливающие бактерии восстанавливают до H_2S. Процесс метаногенеза замедляется при концентрации детергентов около 15 мг/дм^3, антибиотиков и некоторых других веществ.

Если метановое брожение не ингибировано, при температуре 35 ºС выход метана составляет (0,34…0,36) м^3 из 1 кг потребленного ХПК или (0,91…0,93) м^3 из 1 кг использованного органического углерода. Когда эти показатели ниже, можно предполагать, что метаногенез ингибируется каким-либо фактором. Об этом, в частности, свидетельствует изменение реакции среды в сторону ее подкисления, накопления пропионата и т.п. Сумма летучих жирных кислот в среде не должна превышать 250 мг/дм^3.

Для восстановления интенсивности метанового брожения можно снижать скорость подачи субстрата, подщелачивать среду химическими веществами, разбавлять стоки водой, удалять токсические соединения предварительной обработкой сточных вод. Интенсифицировать метановое брожение можно также, разделяя процесс на две стадии: первую предварительную, в которой в отдельном аппарате или секции реализуется гидролиз субстратов, и вторую — собственно метаногенез. Это позволяет локализировать специфическую для каждой стадии микрофлору и обеспечить наиболее благоприятные условия для развития каждой группы микроорганизмов: в первой — преимущественно гидролитическую и ацетогенную, во второй — главным образом метаногены.

В процессе биологической метангенерующей обработки органических отходов предприятий, а также отходов агропромышленного комплекса (виноградарства), образуется не только биогаз, но и экологически чистые жидкие и твердые органические удобрения.

Жидкие удобрения (активный ил) — это обеззараженная, дезодорованная жидкость, которая имеет в своем составе целый комплекс компонентов и является прекрасным органическим удобрением для различных сельскохозяйственных культур, особенно винограда.

Твердое удобрение (обезвоженный активный мул) не имеет запаха первоначального сырья, не содержит в своем составе патогенной микрофлоры, а всхожесть дикорастущих семян, которые попали в первоначальные органические отходы, сведены к нулю. В целом обезвоженный активный ил является высококонцентрированным, обеззараженным органическим удобрением, готовым для непосредственного внесения в почву. Он также может быть использован как основное сырье для получения биоудобрения

с соответствующими добавками. Также удобрения содержат минерализованный азот в виде солей аммония, минерализованный фосфор, калий и другие, необходимые для растений макро- и микроэлементы, биологически активные вещества и др. Одна тонна таких удобрений по своей эффективности для растения эквивалентна (80…100) т навоза.

Как и жидкие, так и твердые удобрения, полученные в виде активного ила после метанового брожения с соответствующими добавками, не имеют патогенной микрофлоры, семян сорняков, нитратов и нитритов, специфических запахов, радиоактивных и канцерогенных соединений. Применение таких удобрений в Московской, Тульской и Кемеровской областях показало увеличение урожая различных сельскохозяйственных культур (от клубники до картофеля) в 1,5-3 раза. Норма применения удобрений составляет (2…3) т на 1 га в год.

Особенностью метанового брожения есть то, что около 95 % органических веществ трансформируется в биогаз и только 5 % направлено на энергетическое потребление самими микроорганизмами, иммобилизованными на специальных носителях, смонтированных в метантенках.

Для полной очистки сточных вод на предприятиях необходимо применять анаэробный (в метантенках) и аэробный (в аэротенках) методы их обработки.

Биологическое аэробное очищение осуществляют в биофильтрах, аеротенках, на оросительных полях и в биологических прудах. Биофильтры строят в виде железобетонных резервуаров диаметром до 30 м и высотой: низкие — (1,5…2) м, высокие — (2…4) м и башенные — (10…20) м. На дырчатое днище резервуара накладывают щебни, гальку, керамзит или решетчатые блоки из пластмассы. На поверхности заключенных материалов поселяют микроорганизмы, которые питаются органическими примесями сточных вод. Микроорганизмы превращают органические вещества на низкомолекулярные органические и неорганические соединения (преимущественно на диоксид углерода, метан, аммиак и воду или и др.).

УкрНИИспиртбиопрод и ООО "Интермаш" разработали технологию двухступенчатой очистки сточных вод спиртовых заводов [6], которая включает в себя анаэробную передочистку их в метантенках с образованием биогаза и заключительную аэробную очистку. Принципиальная схема материальных потоков разработанной технологии показана на рис. 1.

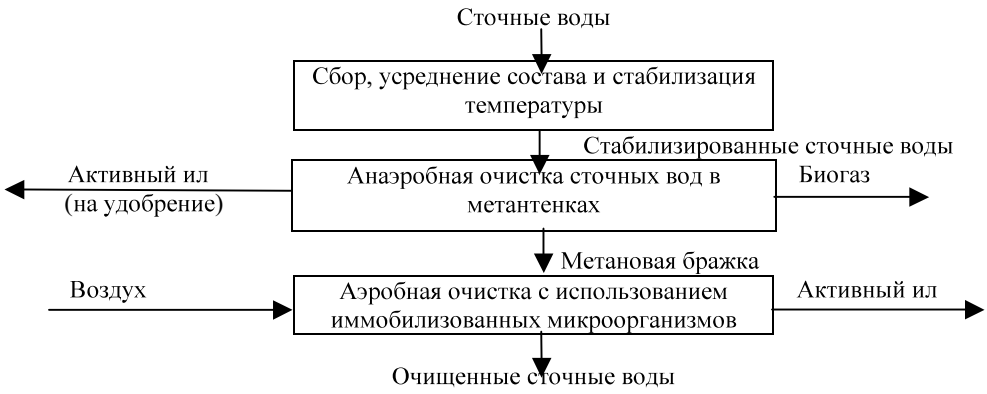


Рис. 1 – Принципиальная технологическая схема двухступенчатой очистки сточных вод

Анаэробная стадия очистки концентрированных сточных вод нуждается в обеспечении оптимальной температуры процесса (35…37) °С. Во время метаногенеза образовывается биогаз, который можно утилизировать и тем самым экономить затрату основного топлива для обеспечения производственных целей.

После анаэробной очистки сточные воды будут относиться к классу концентрированных, так как их показатель ХСК будет находиться в пределах (1200…1300) мг O_2/дм^3.

Вторая заключительная стадия очистки сточных вод — аэробная проводится с помощью воздуха и микроорганизмов, иммобилизованных на стационарных волокнистых носителях.

Перед классическими методами очистки сточных вод такая система биологической очистки с помощью микроорганизмов, иммобилизованных на недвижимых волокнистых носителях, имеет следующие преимущества:

- ускоренный запуск системы и возможность продолжительных остановок;
- уменьшение затрат воздуха до 30 0/0;
- высокая стабильность очистки независимо от концентрации загрязнений в сточных водах;
- минимум оборудования и простота его обслуживания;

— отсутствие жидких отходов;
— стабильность в работе при пиковых нагрузках.

Биологическая очистка сточных вод проводится в беспрерывном потоке, который повышает производительность оборудования, облегчает условия работы обслуживающего персонала, разрешает автоматизировать все процессы.

Использование современных метантенков дает возможность поддерживать высокую концентрацию биомассы в зоне брожения (60…80 г/дм^3), повысить нагрузку до (17…18) кг ХПК O_2/м^3 метантенка и сократить длительность очистки до 1,5-2 сут. Интенсификация скорости потребления органических и минеральных веществ повышает эффективность очистки за счет уменьшения капитальных затрат на сооружение метантенков.

После анаэробной очистки сточные воды дочищают аэробным способом с использованием микроорганизмов, иммобилизованных на биологически инертном полиамидном волокнистом носителе, который имеет хорошую адгезийную способность к микрофлоре аэротенка. Иммобилизация аэробных микроорганизмов на носителе позволяет уменьшить их вынос с очищенными сточными водами, создать пространственную сукцессию, в которой каждое образование занимает свою удобную ячейку, что способствует повышению эффективности очистки.

Таким образом, по основным показателям ХПК и БПЖ анаэробно-аэробная очистка позволяет уменьшить загрязненность сточных вод на 98,2 % и 99,8 % соответственно. Дальнейшая их доочистка производится цианобактериями у фотобиореакторах или в биопрудах, после чего очищенные сточные воды можно сбрасывать в открытые водоёмы.

Разработанная технология имеет большие преимущества перед существующими потому, что позволяет очищать сточные воды с любой концентрацией загрязняющих веществ, сократить длительность очистки с 500 до 90 час, уменьшить капитальные затраты на строительство очистных сооружений, получить дополнительное топливо — биогаз и активный ил, как удобрение для сельского хозяйства.

Литература

1. Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М. Биогаз (теория и практика). – М.: Колос, 1982. – 148 с.
2. Беккер М.Е., Лиепиньш Г.К., Райпулис Е.П. Биотехнология. – М.: Агропромиздат, 1990. – 334 с.
3. Валуйко Г.Г., Домарецкий В.А., Загоруйко В.А. Технология вина. – К.: Центр учебной литературы, 2003. – 604 с.
4. Справочник по виноделию/ Под ред. Г.Г. Валуйко и В.Т. Косюры.- Изд. 3-е, перераб. и доп. – Симферополь: "Таврида", 2005. – 587 с.
5. Трансформация продуктов биосинтеза /М.Е. Беккер, Ю.Э. Швинка, Т.В. Лука и др. / Под ред. М.Е. Беккера. – Рига: Зинатне, 1984. – 252 с.
6. Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійнічук С.Т. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика. – К.: Видавничий дім "Асканія", 2009. – 424 с.

УДК 634.8 : 663.2

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ВИН С НАИМЕНОВАНИЕМ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ В МОЛДОВЕ

Кисиль М.Ф., д-р с.-х. наук, доцент, Кисиль С.М., канд. экон. наук, Братко Д.Н., канд. с.-х. наук
Научно-практический институт садоводства, виноградарства и пищевых технологий
Республика Молдова

Производство вин с наименованием по происхождению является одним из важных направлений улучшения качества винодельческой продукции, повышения персональной ответственности за состояние производства, гарантия продовольственной безопасности. Экологическое обоснование территории для производства вин с наименованием по происхождению – это ещё и забота о состоянии окружающей среды, сохранении экологического равновесия в природе и улучшение экологической чистоты. Установление наиболее основных экологических факторов, влияющих на качество и продуктивность виноградного растения, является важной составляющей в повышении долговечности насаждений, их стабильно воспроизводимого урожая. Определение количественного влияния каждого элементарного экологического фактора на формирование качественных показателей позволит прогнозировать продуктивность винограда и знать заранее его качественный потенциал. В Республике Молдова эксперименталь-

ным путём выявлены 19 виноградовинодельческих центров производства вин с наименованием по происхождению, обоснована их экономическая характеристика, приведены качественные показатели наиболее распространённых вин с наименованием по происхождению.

A production of wines with the name originally is one of important directions of improvement of quality of vine-making products, increase of the personal responsibility for the state of production, food safe conduct. Ecological ground of territory for the production of wines with the name originally is yet and an anxiety about the state of environment, maintenance of ecological equilibrium in nature and improvement of ecological cleanness. Establishment of the most basic ecological factors, influencing on quality and productivity of vine plant, is an important constituent in the increase of longevity of planting, them the stably reproduced harvest. Determination of quantitative influence of every elementary ecological factor on forming of high-quality indexes will allow to forecast the productivity of vine and know his high-quality potential beforehand. In the Republic of Moldova experimental a way exposed 19 vine-wine-making centers of production of wines with the name originally, their economic description is grounded, the high-quality indexes of the most widespread wines are resulted with the name originally.

Ключевые слова: виноград, экология, виноградарство, качество вина, почва, рельеф, климат, экспозиция.

Согласно Закону о Винограде и вине РМ (№57 от 10.03.2006) вина с НП – это вино качественное, полученное из винограда разрешенных сортов, выращенного в разграниченных регионах или центрах отечественного виноградно-винодельческого ареала, обладающее исключительными вкусовыми качествами, свойственными месту происхождения, с натуральной объемной долей этилового спирта не менее 10,0 % для вин натуральных белых и розовых, и не менее 10,5 % – для вин натуральных красных. Вино с контролируемым наименованием по месту происхождения – вино качественное, полученное из винограда разрешенных сортов, выращенного в разграниченных краях отечественного виноградно-винодельческого ареала, обладающее исключительными вкусовыми качествами, свойственными месту происхождения, с натуральной объемной долей этилового спирта не менее 11,0 % для вин натуральных белых и розовых и не менее 11,5 % для вин натуральных красных.

Перед виноградовинодельческой отраслью поставлены следующие задачи:

1. Кардинальное обновление виноградных плантаций на площади 100 тыс. га.
2. Доведение производства вин с НП до 40 %.
3. Повышение качества производимых вин.
4. Повышение стабильности воспроизводимого урожая.

Для реализации поставленных задач нами проводились исследования по выявлению определяющих экологических факторов на качество виноградовинодельческой продукции. Было установлено, что на формирование качественных показателей оказывают следующие экологические показатели:

— климат – это сумма активных температур, характеризующая теплообеспеченность, значение минимальных температур или морозоопасноть территории, солнечное сияние и осадки;

— орографические факторы – высота над уровнем моря, местное превышение над тальвегом, экспозиция и крутизна склона;

— почвенные особенности – запасы гумуса, характеризующие плодородие почвы, гранулометрический состав или соотношение между глинистыми и песчаными частицами, содержание карбонатов (активных и общих), которые обуславливают выбор сортов подвоя, значение pH и глубина залегания грунтовых вод.

В Молдове производство вин с НП осуществляется двумя путями:

1. Экологическое обоснование территории производится на существующих виноградных насаждениях.
2. Экологическое обоснование территории для вновь создаваемых насаждений.

В последние годы процесс восстановления отрасли большее распространение получил второй путь. За последние годы в Республике Молдова разработано свыше 20 марок вин с наименованием по месту происхождения, которые расположены в основных виноградовинодельческих регионах Молдовы – Центральном (Кодру) и Южном (Кагул) (таблица 1).

Основная проблема при размещении новых плантаций виноградников заключается в определении экологического потенциала территории. Нами разработана методика установления микроклиматических особенностей территории (Синявский П.В. с кол., 1981, Кисиль М.Ф., 1999). Так как виноградарство республики находится на границе северного виноградарства, пренебрежение этими вопросами приводит к преждевременному вымерзанию виноградников и снижению качества производимой продукции. Наши исследования показали, что ошибка при определении суммы активных температур в (300-400) °С приводит к недополучению (20-25) г/дм³ сахара.

Таблица 1– Список вин с наименованием по происхождению в Республике Молдова

Название вина	Сорта винограда, площадь, га	Территориально-административное размещение	Предприятие, производящее вино
Рошу де Тараклия – красное сухое	Каберне-Совиньон – 30 Пино фран – 10	Кагул, Тараклия	АО "Combinatul de vinuri din Taraclia"
Каберне «Чумай» – красное сухое	Каберне-Совиньон – 50	Кагул, Тараклия	Агрофирма "Чумай"
Чумай – красное десертное	Каберне-Совиньон – 50	Кагул, Тараклия	Агрофирма "Чумай"
Романешть – красное сухое	Каберне-Совиньон – 20 Мерло – 10, Мальбек – 5	Кодру, Стрэшень	Агрофирма "Романешть"
Рошу де Пуркарь – красное сухое	Каберне-Совиньон – 15 Мерло – 10, Мальбек – 5	Кагул-Буджак, Штефан-Водэ	АО "Пуркарь"
Негру де Пуркарь – красное сухое	Каберне-Совиньон – 15 Саперави – 5 Рара нягрэ – 5	Кагул-Буджак, Штефан-Водэ	АО "Пуркарь"
Рошу де Кахул – красное сухое	Каберне-Совиньон – 20 Мерло – 10	Кагул	Fabrica de vinuri din Cahul
Мерло де Кэрпинень – красное сухое	Мерло – 30	Кагул, Хынчешть	Агрофирма "Кэрпинень"
Алиготе де Тараклия – белое сухое	Алиготе – 30	Кагул, Тараклия	АО "Combinatul de vinuri din Taraclia"
Трандафирул Молдовей – белое десертное	Траминер розовый – 10 Траминер белый – 5	Кодру, Стрэшень	Агрофирма "Романешть"
Алиготе де Шишкань – белое сухое	Алиготе – 20	Кодру, Ниспорень	Агрофирма "Шишкань"
Алиготе де Стэучень – белое сухое	Алиготе – 20	Кодру, Криулень	Национальный Колледж Виноградарства и Виноделия
Шардоне де Хынчешть – белое сухое	Шардоне – 30	Кагул-Буджак, Хынчешть	АО "Хынчешть"
Шардоне де Хынчешть – белое полусухое	Шардоне – 30	Кагул-Буджак, Хынчешть	АО "Хынчешть"
Совиньон де Хынчешть – белое сухое	Совиньон – 40	Кагул-Буджак, Хынчешть	АО "Хынчешть"
Шардоне де Казаяк – белое сухое	Шардоне – 40	Кагул-Буджак, Чадыр-Лунга	АО "Казаяк"
Шардоне де Крикова – белое сухое	Шардоне – 115	Кодру, Криулень	АО "Крикова"
Алиготе де Корнешть – белое сухое	Алиготе – 20	Кодру, Унгень	АО "Унгень-вин"
Алиготе де Бардар – белое сухое	Алиготе – 20	Кодру, Яловень	АО "Винэрия Бардар"
Траминер де Пухой – белое сухое	Траминер розовый – 20	Кодру, Яловень	АО "Пухой"
Шардоне де Пухой – белое сухое	Шардоне – 20	Кодру, Яловень	АО "Пухой"

Разница в урожае между северной экспозицией и южной при определении продуктивности составляет 4,5 ц/га на каждый градус. При этом на северной экспозиции значение со знаком плюс, а на южной – наоборот. Что касается других экологических факторов, то они также оказывают огромное влияние на формирование продуктивности, но их в отличие от указанных, можно с помощью техногенных средств регулировать (использование минеральных и органических удобрений, средств мелиорации, гормональных препаратов и т.д.).

На основании проведенных исследований были выявлены виноградовинодельческие центры и дана их экологическая характеристика (таблица 2)

Таблица 2 – Экологическая характеристика основных виноградовинодельческих центров Молдовы

Наименование центров	Климат			Продолжит. вегетации, дни	Рельеф			Осадки за вегет. период, мм	в т.ч.	Основные типы почв
	солнечное сияние, час/год	сумма акт.темп. за вегет.	мин. темп.		абс. высота, м	отн. превыш., м	преобл. экспоз.		за период созрев., мм	
Трифешть	2327	3400-3500	-18,5 -20,5	193	60-110	40-50	В, З	200-300	55	Чо, Чк
Чумай	2280	3300-3400	-20,5 -22,5	185-190	120-180	50-60	З, ЮЗ	220-250	50	Чо, Чв, Чк
Тигеч	2128	3100-3200	-18,5 -21,5	180	240-280	50-60	З	270	65-70	Чв, Чо
Комрат	2247	3200-3400	-20,5 -22,5	186	180-240	40-50	З, ЮЗ	200	40	Чо, Чю
Чимишлия	2197	3100-3200	-20,5 -22,5	185	180-240	40-50	З	200-250	50	Чо, Чв
Пуркарь	2270	3200-3300	-20,0 -22,0	185	120-160	40-50	СВ, В	200-250	65	Чо, Чю
Хынчешть	2180	3050-3150	-21,5 -22,5	167-170	180-240	40-50	ЮЗ, З	250-350	80	Чо, Чк, Сл
Рэзень	2180	3200-3300	-20,5 -22,5	185	100-120	40-50	ЮЗ	220-260	70	Чо
Булбоака	2160	3100-3200	-20,0 -22,5	180	100-140	40-50	ЮЗ, З	250-270	70	Чо, Чв, Пл
Яловень	2175	3000-3100	-21,5 -22,5	175	100-200	30-50	СЗ, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ	250-300	65-70	Чв, Чо
Крикова	2120	2900-3100	-20,5 -22,5	170-175	120-200	40-60	СВ	250	70	Чв, Сл
Ромэнешть	2148	3000-3150	-21,0 -22,5	175	250-280	40-50	Ю,ЮЗ, З, ЮВ	250-310	65-70	Чв, Чо
Ниспорень	2098	3100-3150	-20,5 -22,5	175	100-180	50-70	З	250-350	75-80	Чв, Чо, Чт
Кэлэрашь	2070	2900-3100	-21,5 -23,0	170	220-250	50-70	ЮЗ,СВ	300-320	90	Бл, Сл
Орхей	2101	2900-3050	-21,5 -23,5	172	140-180	40-60	В, ЮВ	270-300	80	Сл, Чв
Сынжерей	2128	2900-3000	-22,5 -23,5	170	160-200	30-50	ЮЗ,СВ	270-300	70	Чв, Чо
Тираспол	2196	3100-3300	-18,0 -19,0	185-187	110-140	30-40	Ю, ЮВ	250-300	70	Чо
Дубэсарь	2186	3000-3100	-20,5 -22,5	180-185	140-160	30-40	Ю, ЮЗ	250-280	60	Чо
Рашков	2163	2900-3050	-20,5 -22,5	175-180	180-220	40-50	В, З	290-310	80	Чв, Чт

Выводы

Результаты исследований показали:

1. Большое разнообразие и изменчивость экологических ресурсов территории Молдовы.

2. Для каждого конкретного виноградовинодельского региона необходимо обязательное количественное определение основных экологических параметров, особенно лимитирующих показателей – значение активных и минимальных температур.

3. Для каждого сорта при создании новых плантаций необходимо точное знание его требований по отношению к теплообеспеченности и морозоопасности и учитывать при определении направления использования урожая и специализации производства.

Литература

1. Закон РМ «О винограде и вине», №57 от 10.03.2006.
2. Синявский П.В.. Расчётные методы определения микроклиматических параметров для размещения виноградников в Молдове. – Кишинёв, 1981. – С. 90-100.
3. Кисиль М.Ф. Экологизация виноградовинодельческого комплекса. – Кишинёв, 2005. – 136 с.

УДК [663.251: 001.82] : 339.5

ЕВРОПЕЙСКИЙ ВИННЫЙ РЫНОК

Загоруйко В.А., д-р техн. наук, профессор, член-корр. УААН
заместитель директора по научной работе (виноделие),
Национального института винограда и вина «Магарач»

Приведена структура вин стран ЕС и классификация отечественных вин. Кратко изложены отдельные особенности требований европейского законодательства и нормативных документов Украины. Обосновывается необходимость их гармонизации.

The structure of wines of the EU countries and classification of domestic wines is resulted. Separate features of requirements of the European legislation and standard documents of Ukraine are is short stated. Necessity of their harmonisation is proved.

Ключевые слова: вино, структура, классификация, законодательство, нормативные документы

Европейский рынок вина строго регламентирован. Законодательные документы ЕС в области виноделия поражают своей сложностью, кажущейся излишней детализацией. В то же время чрезвычайно детальная регламентация способствует повышению качества готовой продукции и уменьшает возможность ее фальсификации.

Защита рынка вина ЕС обеспечивается сформировавшимся спросом потребителя на вина привычного типа известных производителей, применяющих традиционные, часто консервативные технологии; законодательным регулированием торговли вином и таможенными барьерами на торговлю винами из стран, не входящих в Сообщество, и тщательным контролем качества.

Вина в странах Европейского сообщества вырабатываются в соответствии с Постановлениями ЕС № 479/2008 (табл. 1, 2) взамен 1493/99 от 17 мая 1999 г. «Организация общего рынка вина» и 1601/91 от 10 июня 1991 г. «Общие правила определения, обозначения и оформления ароматизированных вин, ароматизированных напитков на основе вин и ароматизированных коктейлей на основе виноградных виноматериалов», подробно изложенных в книге «Нормы и правила рынка вина Европейского Союза (Директивы и постановления)».

Законодательство ЕС устанавливает основные правила организации рынка и рыночных механизмов, выдачи лицензий на импорт и экспорт, по методам анализа, определения, обозначения и оформления продуктов из винограда и другие многочисленные требования для применения в странах-членах ЕС. Одна из его особенностей касается исключительного использования этилового спирта виноградного происхождения ректификованного, не менее 96% об. и неректификованного, крепостью от 52 до 86% для производства спиртованного свежего виноградного сусла и ликерных вин. Только для ароматизированных вин, содержащих не менее 75 % виноградного вина, разрешается добавление этилового спирта не виноградного происхождения (Постановление ЕС № 1601/91, ст. 2 и ст. 3 – п. «d»). Сама технология производства ликерных (крепленых) вин позволяет изготовителям иметь множество различных основных материалов, в особенности этилового спирта.

При общем высоком качестве производимой винодельческой продукции ЕС имеет место проникновение на рынок низкокачественной, в том числе и фальсифицированной продукции. Основной объём такой продукции реализуется за пределами рынка ЕС. Особенно благоприятные условия проникновения второсортной и фальсифицированной продукции сложились на рынках России и Украины. Этому способствует несовершенство законодательных актов, регулирующих производство и оборот вина, защиту прав потребителя, низкий уровень информированности населения, существенная разница в оформлении отечественных и импортных вин и ряд других факторов. Существующее положение приводит к тому, что, закупив за рубежом низкокачественную дешевую продукцию, ее можно продать на внутреннем рынке по конкурентоспособным ценам по

отношению к отечественной продукции, а иногда и по гораздо более высоким. Поэтому необходимо постепенно гармонизировать отечественные законодательные и нормативные документы с требованиями, установленными для стран ЕС. Это касается и пересмотра нормативной документации, регламентирующей производство вин Украины, в целях сближения её основных положений с требованиями европейского законодательства.

Таблица 1

<table>
<tr><td colspan="5">Постановление ЕС № 479/2008
(взамен 1493/99)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Вина тихие</td><td colspan="2">Вина, содержащие CO_2</td></tr>
<tr><td colspan="5">Код ТН ВЭД - 2204 – вина виноградные</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Молодые</td><td>Столовые
(спирт факт. – не менее 8,5-9,0 % об.
спирт общий – не более 15% об.
Т.К. – не менее 3,5 г/л</td><td>Ликерные
(спирт факт. – не менее 15,0 и не более 22,0 % об
спирт общий – не менее 17,5% об.</td><td rowspan="3">Игристые
Р не менее 3 атм.,
t = 20 °С

Код ТН ВЭД – 2204 10</td><td rowspan="3">Полуигристые
1,0 < Р < 2,5 атм., t = 20 °С

Код ТН ВЭД – 2204 21</td></tr>
<tr><td>Столовые качественные</td><td>Ликерные качественные</td></tr>
<tr><td>КНП</td><td>КНП</td></tr>
</table>

Таблица 2

Постановление ЕС № 1601/91		
Ароматизированные вина (не менее 75% вина) Код ТН ВЭД – 2205 - вермут и другие вина виноградные с добавлением растительных или ароматизирующих экстрактов	**Ароматизированные напитки на основе вин** (не менее 50% вина)	**Ароматизированные коктейли** (не менее 10% вина)

Ранее действовавшие нормативные документы были предельно просты по структуре, понятны даже не специалисту в области виноделия, максимально сохраняли традиции (табл. 3, рис. 1). Однако они имеют существенный недостаток – разделяя вина по качеству на ординарные и марочные. Отсюда следует, что, якобы, более 95 % выпускаемых в Украине вин являются винами низкого качества. Между тем как в ряде случаев отдельные наименования ординарных вин по качеству не уступают марочным и их не называют марочными или по причине короткого срока выдержки, или по другим несущественным признакам.

Кроме того, в стандартах заложена жесткая классификация вин, которая не учитывает возможность появления новых типов вин, а привязывает их к существующим.

Исторически сложилось применение в технологии виноделия Украины спирта этилового ректифицированного не виноградного происхождения. Именно это позволило создать знаменитые марки десертных вин, завоевавших высшие награды международных конкурсов вин. Применение нейтральных спиртов в этом случае оправдано необходимостью сохранения сортовых оттенков в букете. Это является особенностью национального виноделия.

Как показали наши исследования применение спирта виноградного происхождения как ректификованного так и с объемной долей этилового спирта не менее 70 % после специальной обработки, снижающей содержание посторонних летучих примесей, может быть оправдано в производстве тех типов вин, органолептические и физико-химические свойства которых формируются в результате применения специальных технологий (портвейнизация, мадеризация, хересование и др.).

Таблица 3 – Отечественная нормативная документация

НАИМЕНОВАНИЕ	СОПУТСТВУЮЩАЯ НД	РАЗРАБОТЧИК
Государственные и межгосударственные стандарты		
ГОСТ 7208-54	Основные правила, утв. 1939 г.	«МАГАРАЧ»
ГОСТ 7208-70	Основные правила, утв. 1964 г.	То же
ГОСТ 7208-84	То же	— // —
МГС 7208-93	— // —	«МАГАРАЧ», органы стандартизации СНГ
ДСТУ 2163-94	Основные правила, одобренные ТК-23 в 1993 г.	«МАГАРАЧ»
Отраслевые стандарты		
ГСТУ 202.002-96 Вина тихие. Общие технические условия ГСТУ 202.003-96 Вермуты. Технические условия	Основные правила, утв. 1964 г.	ГОССАДВИНПРОМ

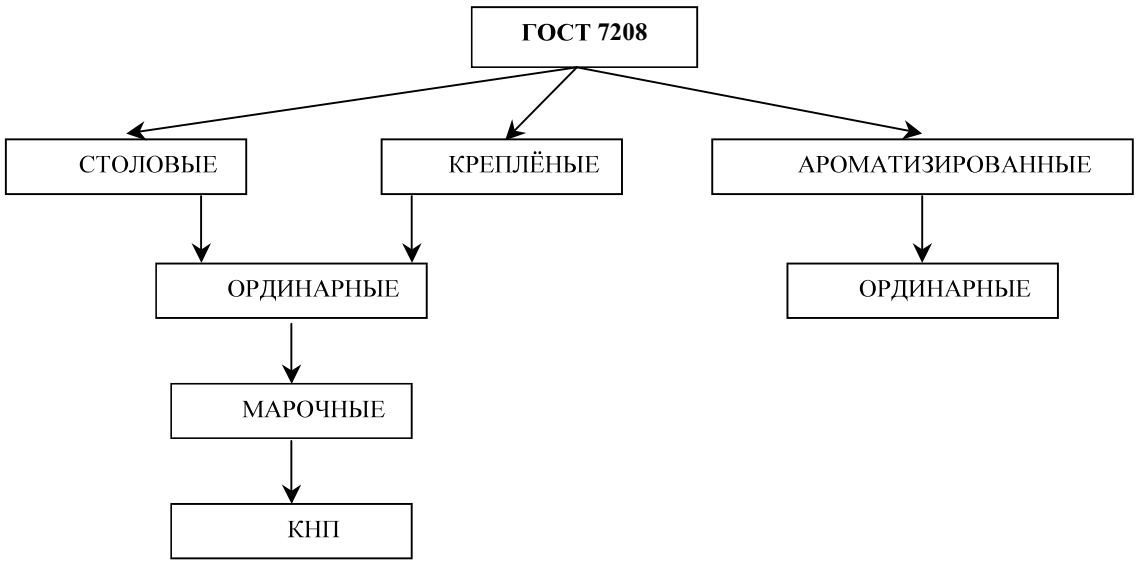


Рис. 1

Вина, приготовленные с использованием натурального виноградного спирта, должны быть обозначены в классификации. Это могут быть натуральные креплёные вина. А вина, приготовленные по традиционной для украинского виноделия технологии с применением этилового спирта ректификованного невиноградного происхождения, могут быть отнесены к крепленым винам специального типа. Такое деление не должно принижать достоинство того или иного способа приготовления вин или противопоставлять их друг другу.

Национальным институтом винограда и вина «Магарач» предложена классификация, сочетающая в себе все лучшее, что есть в существующей товарно-промышленной классификации, международной классификации вин, предложенной Международной организацией винограда и вина для проведения международных конкурсов и дегустаций, и в классификациях предложенных в своё время классиками винодельческой науки М.А.Ховренко, А.А.Егоровым, М.А.Герасимовым, Н.Н.Простосердовым, Г.Г.Агабальянцем (табл. 4).

Такая классификация позволит разрабатывать новые типы, наименования и марки вин как с использованием виноградного спирта, так и с использованием традиционного этилового спирта ректификованного другого происхождения.

Таблица 4 – Классификация виноградных вин

<table>
<tr><td>КРИТЕРИИ</td><td colspan="4">В И Н А</td></tr>
<tr><td>CO_2 избыточное</td><td colspan="2">Тихие</td><td colspan="2">Пенящиеся</td></tr>
<tr><td>Состав</td><td>натуральные</td><td>специальные</td><td>натуральные</td><td>особые</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Спирт виноградный</td><td>столовые</td><td>столовые</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">сухие
полусухие
полусладкие</td><td rowspan="2">сухие
полусухие
полусладкие</td><td colspan="2">ИГРИСТЫЕ
P > 350 кПа</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">ПОЛУИГРИСТЫЕ
100<P<250 кПа</td></tr>
<tr><td>крепленые</td><td>крепленые</td></tr>
<tr><td rowspan="2">крепкие
полудесертные
десертные
ликерные</td><td rowspan="2">крепкие
полудесертные
десертные
ликерные</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>ароматизированные</td><td>ароматизированные</td><td>CO_2 виноградный</td><td></td></tr>
<tr><td>Возраст</td><td>молодые до 01.01.сл.г.</td><td>без выдержки</td><td>выдержанные</td><td>коллекционные</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Качество</td><td colspan="4">О Р Д И Н А Р Н Ы Е</td></tr>
<tr><td colspan="4">М А Р О Ч Н Ы Е</td></tr>
<tr><td colspan="4">К Н П</td></tr>
<tr><td>Цвет</td><td colspan="2">БЕЛЫЕ</td><td colspan="2">РОЗОВЫЕ</td><td>КРАСНЫЕ</td></tr>
</table>

Развитие национального виноделия и виноградарства невозможно без чёткой законодательной базы. В связи с этим нами был подготовлен и направлен в Верховный Совет проект Закона Украины о вине. Он предусматривает закладку новых и реконструкцию существующих виноградных насаждений, государственное сортоиспытание, выдачу специальных лицензий на право производства технического винограда и вина, деклараций о площадях виноградных насаждений и количестве вырабатываемого вина; организацию агроэкологических заповедников виноградных насаждений для производства уникальных вин; производство и выпуск вин определенных категорий и ассортимента; порядок экспорта и импорта, защиту винодельческого рынка путем квотирования и регулирования налогообложения; повышенные требования к качеству вин с точки зрения органолептической оценки и безопасности здоровья человека и окружающей среды; контроль за качеством вина и порядок разрешения споров, возникающих между производителем и потребителем; защиту прав потребителя; применение санкций к нарушителям закона.

Следуем заметить, что первый закон о вине в царской России был подписан еще 24 апреля 1914 года в Ливадии в Крыму (Законъ о виноградномъ винъ и его примъненіе), как пособие для виноделов, виноторговцев, комитетов виноградарства и виноделия и их агентов, чинов акцизного надзора и мировых судей.

16 июня 2005 года Президент Украины В.Ющенко подписал Закон Украины № 2662-IV «О винограде и виноградном вине». Приказом Госпотребстандарта Украины от 05 июля 2007 г. №144 введен в действие ДСТУ 4806:2007 «Вина. Общие технические условия». Однако вышеуказанные документы, даже с учетом ряда претерпевших изменений в первом, требуют уточнений и доработки, поскольку в них все еще сохранены вина ординарные и не прописан механизм создания вин контролируемых наименований по происхождению (КНП).

Таким образом, только создав законодательную и современную нормативную базу винодельческой отрасли, можно надеяться на то, что фальсификация, которая приводит к снижению качества вина и наносит значительный вред интересам потребителей будет остановлена. Только тогда появятся возможности стабилизации экономики с последующим восстановлением разрушающегося хозяйства виноградно-винодельческой отрасли Украины и станет возможным выход вин Украины на европейский рынок.

Литература

1. К вопросу гармонизации европейского и отечественного рынков вина / В.А.Загоруйко, И.В.Кречетов, В.Т. Косюра. – Симферополь: Таврия. – Вопросы развития Крыма. Научно-практический дискуссионно-аналитический сборник. Вып. 8. – 1997. – с. 19-24.

2. Загоруйко В.А., Кречетов И.В., Косюра В.Т., Луканин А.С. Що потрібно Україні для виходу на Європейський ринок вина // Виноград Вино. – 1998. – № 1. – с. 2-4.
3. Загоруйко В.А., Кречетов И.В., Косюра В.Т., Луканин А.С. Теоретические и практические основы развития научно обоснованной классификации виноградных вин // Виноградарство и виноделие. – 1995. – № 1. – с. 47-54.
4. Загоруйко В.А., Кречетов И.В., Косюра В.Т., Луканин А.С. Новая классификация виноградных вин // Вісник виноградної науки. – 1996. – № 10. – с. 65-68.
5. Тимофеев Р.Г. Разработка технологи крепких вин с использованием этилового спирта виноградного происхождения: Автореф. диссертации к-та техн. наук: 05.18.07 / Институт винограда и вина «Магарач».. – Ялта, 1999. – 18 с.
6. Нормы и правила рынка вина Европейского Союза (Директивы и постановления) Сост. В.И.Иванченко, В.А.Загоруйко, Е.В.Дерновая, В.Т.Косюра, Э.Л.Зинькевич - Киев: СМП «АВЕРС», 2003. – 560 с.
7. Закон Украины № 2662-IV «О винограде и виноградном вине» // Ведомости Верховной Рады, 2005. - №31.- 419 с.
8. Вина. Загальні технічні умови : ДСТУ 4806:2007. – К. : Держспоживстандарт України, 2007.

УДК 621.315.61: 22.317 : 22.313

АСИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КОМПОНЕНТЫ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СРЕД

Гулиев Ш.Р., к.т.н., генеральный директор ЗАО «Одессавинпром»
Демьянчук Б.А., к.т.н., ведущий научный сотрудник проблемной лаборатории
Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова
Загоруйко В.А., д.т.н., заместитель директора ВНИВиВ «Магарач»

Обсуждаются особенности механизма и результаты самоорганизованного комплексного воздействия электромагнитного поля, равномерно распределенного в новой микроволновой камере нерезонансного типа, на обрабатываемую среду, на оболочку клеток микрофлоры и на их цитоплазму. Показано, что при этом в щадящем температурном режиме обеспечивается решение противоречивой проблемы гарантированной инактивации микрофлоры и сохранения полезных компонентов продукции. Теоретические результаты подтверждены экспериментально.

Discussed are mechanism features and results of self-organized complex impact of electromagnetic field, uniformly distributed in new microwave non-resonant chamber, on the processed medium, on microflora cell walls and cytoplasm. It is proved, that then the contradictory problem of guaranteed microflora and preservation of healthy components of the product in spare temperature condition is solved. Theoretical results are confirmed experimentally.

Ключевые слова: комплексное воздействие электромагнитного поля на диэлектрическую среду; микроволновая камера нерезонансного типа; инактивация микрофлоры продукции; сохранение полезных компонентов виноматериалов.

Фильтрация продукции различного назначения, напитков, виноматериалов, пива, т.е. различных диэлектрических сред, перед розливом повышает их биологическую стойкость, однако не защищает их от дальнейших биологических превращений, которые проявляются в дрожжевых или биологических помутнениях и изменении вкуса. Здесь могут развиваться дрожжевые грибы, вызывающие помутнение, молочнокислые и уксуснокислые бактерии, также являющиеся причиной помутнения, все это ухудшает вкус и запах продукции.

Тонкая фильтрация продукции, интенсивно применяемая в настоящее время, во-первых, не всегда гарантирует задержку в ячейках фильтра малоразмерной микрофлоры и микрофлоры удлиненной формы, во-вторых, требует частой смены применяемых фильтров.

Для повышения биологической стойкости продукции (на время до 12 и более месяцев) продукцию подвергают тепловой обработке в непрерывном потоке или в бутылках при температуре 65…70 °С и более. При этом погибают культурные дрожжи, Lactobacillus pastorianus, Lactobacillus lindneril.

Однако, традиционное нагревание, например, виноматериалов до 65…70 °С сопровождается изменением их химического состава, происходит потемнение их окраски, изменение запаха и вкуса, появляется «хлебный привкус». Интенсивность изменений зависит от состава экстракта продукции, от температуры и продолжительности ее воздействия.

Указанное значительное нагревание продукта ускоряет коагуляцию белков и других коллоидов (часть экстрактивных веществ переходит после тепловой обработки в нерастворимое состояние. Следовательно, проблема достижения требуемого эффекта инактивации микрофлоры сред при сохраненном качественном их составе является наиболее актуальной в современной технологии, несмотря на принятие различных мер, направленных на сохранение вкусовых качеств продукции [1, 2, 3, 4].

Следовательно, радикальное решение проблемы инактивации микрофлоры виноматериалов возможно путем внедрения технологии, при которой гарантируется инактивация при существенно более низкой температуре, чем 65…70 °С [5, 6].

Технология микроволновой обработки продукции виноделия в камере нерезонансного типа отличается от известных эффективным, равномерным по объему, воздействием электромагнитного поля, равномерно распределенного в камере. Заметим, что в микроволновой камере традиционного, резонансного, типа интенсивность поля в камере имеет максимумы и минимумы «стоячей волны», повторяющиеся через полдлины волны, равной 7…9 см, при этом в максимумах продукт неконтролируемо нагревается, а в минимумах, даже при интенсивном воздействии поля, – инактивация микрофлоры не гарантируется) [5, 6].

Целью данной статьи является обсуждение причинной стороны эффективного воздействия поля на компоненты обрабатываемых сред в камере нового типа, по-существу, механизма решения противоречивой проблемы инактивации микрофлоры при одновременном сохранении потенциально высокого качества виноградной продукции.

Отметим с самого начала некую обобщенную, интегральную сторону механизма исследуемого воздействия в новой камере, называя его асинергетическим. Этот новый термин означает лишь нечто противоположное широко известному синергетическому воздействию, которое приводит к получению нового результата или появлению нового свойства лишь в результате совокупности двух и более разнородных воздействий, каждое из которых в отдельности подобного свойства не может обеспечить.

Действительно, в противоположность этому, воздействие в новой камере является единым, однако приводит к достижению совокупности нескольких разнородных, но однонаправленных результатов, полезных, можно сказать, необходимых и достаточных для решения вышеуказанной проблемы обработки продукции. В этом понимании здесь применен термин «асинергетика».

Во-первых, именно равномерное объемное воздействие поля позволяет реализовать избирательное (более интенсивное) действие поля на клеточную среду, чем на среду продукта, который обрабатывается, поскольку при этом интенсивность нагрева компонентов при кратковременномом воздействии поля зависит, прежде всего, не от их теплопроводности, а от электрофизических параметров: удельной электропроводности σ и диэлектрической проницаемости ε компонентов обрабатываемой среды.

Отношение объемных плотностей мощности электромагнитного поля, которая превращается в тепло в клетках микрофлоры (кл.) и в обрабатываемой среде (ср.) и, следовательно, ожидаемое повышение эффективности обработки, равняется

$$P_{кл}/ P_{ср} = (\sigma_{кл}/\sigma_{ср})\cdot(\varepsilon_{ср})^2/(\varepsilon_{кл})^2.$$

Поскольку удельная электропроводность клеточных компонентов равняется $\sigma_{кл} = 2{,}38$ См/м, а электропроводность виноматериалов – $\sigma_{ср} = 1{,}55$ См/м, а диэлектрические проницаемости соответственно – $\varepsilon_{кл} = 60$ и $\varepsilon_{ср} = 77$, то указанное отношение и, следовательно, ожидаемое повышение эффективности обработки в новой камере может достигать величины избирательности, в идеале равной $P_{кл}/ P_{ср} = 2{,}5$, что установлено и в работе А.М. Остапенкова.

Это означает, что (если не учитывать теплопередачу между компонентами обрабатываемого продукта) температура его нагрева, гарантирующая инактивацию микрофлоры, может быть меньшей, чем традиционная, примерно в 2,5 раза, т.е. примерно 30 °С. В действительности же, (из-за теплопередачи между компонентами) требуемое наибольшее значение температуры, гарантирующее эффективную инактивацию при применении предлагаемой технологии для обработки виноматериалов в потоке, равняется 45 °С. Это установлено нами экспериментально в процессе государственных испытаний установки, изготовленной на предприятии ЗАО «Одессавинпром».

В условиях короткоимпульсного воздействия поля, равномерно распределенного в камере нерезонансного типа, отношение приращения $\Delta T_{кл}$ температуры, которое может быть создано в материале клеток микроорганизмов, к приращению $\Delta T_{ср}$ температуры в обрабатываемой среде зависит, кроме того, от удельной теплоемкости С и массовой плотности ρ компонентов и равняется [6]

$$\Delta T_{кл}/\Delta T_{ср} = [(\sigma_{кл}/\sigma_{ср})\cdot(\varepsilon_{ср})^2/(\varepsilon_{кл})^2]\cdot[C_{ср}\rho_{ср}/ C_{кл}\rho_{кл}].$$

Основные факторы эффективного бактерицидного микроволнового воздействия в условиях однородного электромагнитного поля в новой камере, которые и обеспечивают достижимость совокупности новых полезных результатов, являются следующими.

1. Практически мгновенное проникновение электромагнитной волны вглубь продукта и объемное, одновременное воздействие энергии поля на все микроорганизмы в среде. При этом локальные перегревы и недогревы продукции исключаются.

2. Свободное проникновение поля через оболочку клетки, через полимерную (радиопрозрачную для микроволновой волны) мембрану цитоплазмы клеток микрофлоры.

3. Более интенсивный нагрев цитоплазмы клеток, чем среды виноматериала, поскольку цитоплазма представляет собой водный раствор солей и микроэлементов, следовательно, она значительно более интенсивно (в 50 раз по сравнению с мембраной клетки и в 10 раз по сравнению со средой виноматериала) поглощает электромагнитные волны.

4. Низкая теплопроводность полимерной мембраны клеток и, следовательно, нарастающая (за время экспозиции обрабатываемой продукции в поле) разница температур цитоплазмы и обрабатываемой среды, что приводит к уничтожению микрофлоры, когда обрабатываемая среда имеет существенно более низкую температуру.

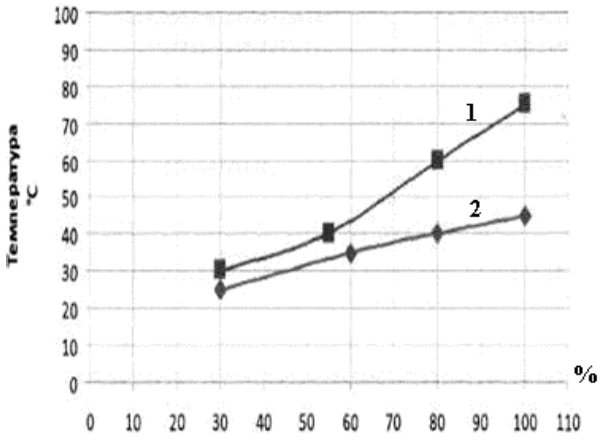
5. Снижение температуры обработки среды предотвращает разрушение полезных биологически активных ее компонентов, т.е. существенно сохраняет потенциально высокие качества виноградной продукции.

Совокупность указанных факторов приводит, таким образом: во-первых, как минимум к инактивации микрофлоры виноматериалов при более низкой температуре, а как максимум – к разрыву мембраны клеток, что мы всегда наблюдали под микроскопом; во-вторых, позволяет сохранить полезные компоненты продукции.

Для экспериментальных исследований были выбраны виноматериалы предприятия ЗАО «Одессавинпром», предназначенные для производства белых и красных столовых сортовых, полусладких и игристых вин. Исследуемые образцы имели разную степень обсемененности пленчатыми и винными дрожжами, уксуснокислыми (УКБ) и молочнокислыми (МКБ) бактериями. Образцы виноматериалов исследовались до и после их обработки общепринятыми методами. При оценке целесообразной продолжительности экспозиции виноматериалов применялись типовые модели.

Были получены следующие результаты. Дрожжи после микроволновой обработки шампанских виноматериалов погибали в диапазоне температур от 29 до 42 °С, тогда как для молочнокислых бактерий этот диапазон был значительно уже 39…43 °С. Самая высокая температура обработки была зафиксирована в случае обработки бродильной смеси — 43…44 °С, а сравнительно низкая 28,5…38 °С — в виноматериалах для кагора.

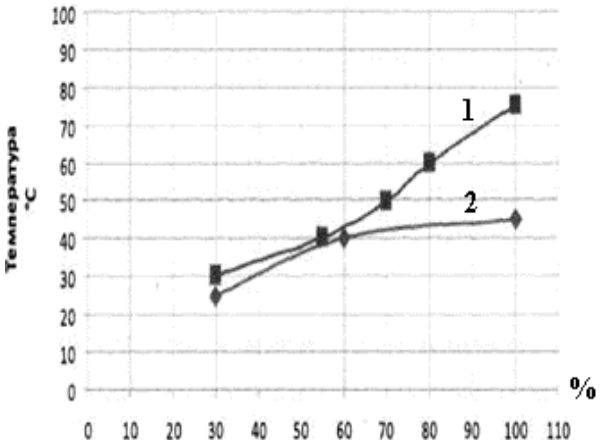
Обобщенные результаты исследования микроволновой инактивации микрофлоры конкретного вида виноматериалов для столового красного вина, обсемененных разными видами микрофлоры, получены в лаборатории завода. Их сравнение с результатами традиционной тепловой инактивации микрофлоры представлено на рис. 1 и 2. Здесь приведены зависимости уровня зафиксированной максимальной температуры обработки виноматериалов на выходе микроволновой камеры нерезонансного типа при обработке в потоке от достигаемой доли (в процентах) уничтоженных (нежизнеспособных) микроорганизмов в виноматериалах.



1 – тепловая обработка; 2 – микроволновая обработка

Рис. 1 – Зависимость температуры обработки от количества нежизнеспособных МКБ и способа обработки

Анализируя в целом обсуждаемые опытные результаты асинергетического воздействия поля при инактивации микрофлоры виноматериалов, можно отметить, что избирательность микроволновой обработки компонентов виноматериалов и микроорганизмов в новой нерезонансной камере в поточном режиме приводит к тому, что необходимая средняя температура воздействия на обрабатываемый продукт уменьшается при этом в 1,3 раза, а скорость разрушения полезных термолабильных компонентов обрабатываемой продукции уменьшается примерно



1 – тепловая обработка; 2 – микроволновая обработка

Рис. 2 – Зависимость температуры обработки от количества нежизнеспособных УКБ и способа обработки

в 2,5 раза. Эти результаты впервые получены Ш.Р. Гулиевым.

Не менее показательными являются результаты испытаний асинергетического воздействия электромагнитного поля на игристые вина при их циклической обработке в бутылках в камере нового типа.

В соответствии с Технологическими инструкциями на производство игристых вин предусмотрена контрольная, не менее 5-ти дней выдержка продукции либо тепловая обработка продукции, разлитой в бутылки. Принимая во внимание этот факт, нами были проведены испытания технологического приема микроволновой обработкой игристого вина в камере с равномерным по объему электромагнитным полем при более низкой на 10…15 °С температуре, чем общепринятая при тепловой обработке.

Проведение такого эксперимента было продиктовано, прежде всего, необходимостью изучения возможности замены этапа контрольной предпродажной 5-ти дневной выдержки 3-х минутной его обработкой в новой, модернизированной нами, камере для периодической обработки продукции. Во-вторых, необходимо было всесторонне оценить качество, а именно, изменение вкусовых, ароматических свойств, биохимического состава компонентов и специфических свойств игристого вина, обработанного кратковременным воздействием поля. В-третьих, необходимо было тщательно проанализировать и выявить наиболее целесообразный температурный уровень (40, 45, 50 °С) обработки готового к реализации продукта.

В режиме периодического действия было обработано 4 опытных партии шампанского в камере, представленной схематически на рис. 3.

Опытные образцы по физико-химическим и биохимическим показателям сравнивали с контрольными, прошедшими тепловую обработку. Оценивали органолептические показатели качества шампанского, обработанного в бутылках.

В качестве опытного образца было взято готовое шампанское «Французский бульвар» полусладкое. Исследования проводились на четырех образцах винопродукции.

Образец № 1 (контроль) – тепловая обработка при температуре 55 °С в течение 30 минут.

Образец № 2 (опыт) – микроволновая обработка при температуре 40 °С.

Образец № 3 (опыт) – микроволновая обработка при температуре 45 °С.

Образец № 4 (опыт) – микроволновая обработка при температуре 50 °С.

Результаты исследований контрольных и опытных образцов шампанского по физико-химическим показателям представлены в табл. 1.

Результаты органолептической оценки шампанского до и после микроволновой обработки представлены в табл. 2.

Из представленных результатов видно, что шампанское, прошедшее микроволновую обработку при температуре 45 °С в равномерном СВЧ-поле, получило дегустационную оценку на 0,4 балла выше, чем шампанское, обработанное по традиционной технологии.

Установлено, что влияние разных способов обработки образцов на состав их фенольных веществ находит свое подтверждение в оптических характеристиках. Наименьшие значения показателей интенсивности и оттенка окраски, отражающие вклад окрашенных форм фенольных веществ в цвет, установлены для образца (θ = 45 °С). Низкое значение показателя желтизны для этого образца свидетельствует о щадящем режиме обработки, не вызывающем интенсификации процесса полимеризации фенольных веществ.

Наименьшим содержанием фенольных веществ и долей их различных форм (полимерных, ванилинреагирующих лейкоантоцианов) характеризовался образец № 3 (θ = 45 °С).

Более низкое содержание полимерных и ванилинреагирующих форм свидетельствовало о наименьшей окисленности фенольных веществ в нем, что положительно сказывалось на вкусовых достоинствах продукта. Пониженное содержание лейкоантоцианов повышало мягкость и гармоничность вкуса.

Таблица 1 – Характеристика шампанских вин после контрольной и опытной (микроволновой) обработок

№ п/п	Показатели	Образец			
		1	2	3	4
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
	Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм^3				
1	Сумма	253	233	230	241
2	Мономерные формы	243	226	220	231
3	Полимерные формы	10	7	6	10
4	Ванилинреагирующие формы	33,5	31,8	30,2	32,8
5	Лейкоантоцианы	14,9	9,6	7,3	9,8
6	Доля полимерных форм, %	3,9	3,0	2,6	3,0
7	Доля ванилинреагирующих форм, %	13,2	13,6	13,0	13,6
8	Доля лейкоантоцианов, %	5,8	4,1	3,1	4,0
	Тесты на склонность к помутнениям, ф.е.				
1	Исходная мутность	0	0,1	0	0
	Тест на обратимые коллоидные помутнения				
1	Показание 1	0	0	0	0
	Тест на необратимые коллоидные помутнения				
1	Таниновый тест	0,19	0,1	0,19	0,39
2	Экспресс-тест	0,24	0,1	0,29	0,39
	Тест на кристаллические помутнения				
1	Существующий	нет	нет	нет	нет
2	Кондуктометрический, мкСи	395	465	418	348
	Тест на феррофосфатный касс				
1	Контроль	0	0	0	0
2	С добавкой перекиси водорода (H_2O_2)	0	0	0	0
3	С добавкой лимонной кислоты и перекиси водорода	0	0	0	0
4	Модифицированный	0,48	0,48	0,48	0,63
	Оптические характеристики				
1	Интенсивность И ($D_{420} + D_{520}$)	0,041	0,053	0,045	0,048
2	Оттенок окраски Т (D_{420} / D_{520})	12,7	16,6	13,0	15,0
3	Показатель желтизны G	4,2	4,6	4,3	4,9
	Распределение форм диоксида углерода				
1	$P_{изб}$, атм	4,5	5,5	5,0	4,7
2	*m* (CO_2 общ), г	4,1	5,88	5,9	4,56
3	*m* (CO_2 газ), г	0,3	0,46	0,35	0,32
4	*m* (CO_2 раств), г	3,49	4,67	4,8	3,74
5	*m* (CO_2 связ), г	0,31	0,73	0,75	0,5
6	*m* (CO_2 связ), %	7,6	12,4	12,7	10,9
	Потенциометрические характеристики				
1	$E_Н$, мВ	230	238	237	224
2	$E_к$, мВ	415	418	417	419
3	ΔE, мВ	185	180	180	195
4	IP, см^3	1,9	1,9	1,6	1,8
5	Показатель восстановленности Ω, мВ/см^3	97,4	94,7	112,5	108,3
6	Показатель окисляемости *W*, мВ·дм^3/мг	0,73	0,77	0,78	0,81
	Ароматобразующие компоненты				
1	альдегиды	73,9	70,4	66,5	77,4
2	сложные эфиры	68,3	57,3	64,8	52,1
3	высшие спирты	336,8	325,1	265,5	277,2

Таблица 2 – Органолептическая оценка шампанского до и после микроволновой обработки

Наименование образца	Год урожая	Прозрачность (0,1–0,5)	Цвет (0,1–0,5)	Букет (1–3)	Вкус (1–5)	Типичность или игра (0,1–1,0)	Выводы и общий балл (до 10)
Без микроволновой обработки (после контрольной выдержки)							
Шампанское п/сл. «Французский бульвар»	2008	0,5	0,5	2,8	4,7	0,5	9,0
После микроволновой обработки (вместо контрольной выдержки)							
Шампанское п/сл. «Французский бульвар», $\theta = 40^0$C	2008	0,5	0,5	2,9	4,8	0,55	9,25
Шампанское п/сл. «Французский бульвар», $\theta = 45^0$C	2008	0,5	0,5	3,0	4,8	0,6	9,4

Показатель восстановленности, отражающий глубину протекающих окислительно-восстановителъных процессов в шампанском, у образца, полученного при температуре 45^0C, характеризовался высокими значениями. Это свидетельствует о том, что данная температура микроволновой обработки является оптимальной для протекания восстановительных процессов в образце, обработанном в поле сверхвысоких частот. По сравнению с контролем показатель восстановления опытного образца был выше на 15,1 мВ/см^3 (94,7 и 112,5).

Результаты тестов на склонность к помутнениям свидетельствовали о стабильности контрольных и опытных образцов к микробиальным, кристаллическим и коллоидным помутнениям. Микроволновая обработка при температуре 45 °С обеспечивала достаточное избыточное давление, высокое содержание общей и связанной углекислоты, высокий процент связанной углекислоты, что обуславливало длительность игры и насыщенность вкуса, а также устойчивость пены.

На рис. 4–9 представлены зависимости изменений показателей биохимического состава игристых вин от максимальной температуры воздействия поля. Представленные данные показывают, что оптимальным режимом микроволновой обработки шампанского в бутылках является обработка при нагреве до температуры 45 °С.

По наиболее значимым физико-химическим и органолептическим показателям установлено положительное влияние микроволновой обработки шампанских вин в равномерном по объему электромагнитном поле на их качество и стабильность.

Таким образом, микроволновая обработка при более низкой, чем традиционная, температуре воздействия на виноматериалы в новой камере с равномерным электромагнитным полем сверхвысокой частоты обеспечивает высокое качество, повышает биологическую ценность готовой продукции, открывает возможности сокращения продолжительности технологического цикла и снижения энергозатрат на инактивацию микрофлоры виноматериалов.

Экономическая эффективность от применения новой технологии за счет экономии затрат энергии для обработки виноматериалов в объеме 5600 дал в сутки при двухсменной работе составляет 740 тыс. грн. в год, что приводит к уменьшению энергопотребления предприятия на инактивацию микрофлоры виноматериалов на 80 % и не требует использования источников энергии органической природы.

Новая технология и оборудование для инактивации микрофлоры виноматериалов путем микроволнового воздействия рекомендованы приемочной комиссией для внедрения в производстве: белых и красных полусладких вин, с целью замены операций их тонкой фильтрации или пастеризации; обработки белых и красных виноматериалов перед закладкой их на выдержку, с целью обеспечения микробиальной стабильности; игристых вин, с целью устранения контрольной выдержки или тепловой традиционной обработки.

В заключение авторы хотели бы выразить искреннюю благодарность профессорам ВНИВиВ «Магарач» В.Г. Гержиковой, С.А. Кишковской и их сотрудникам за тщательные исследования результатов микроволновой обработки винопродукции и высокий профессионализм в работе.

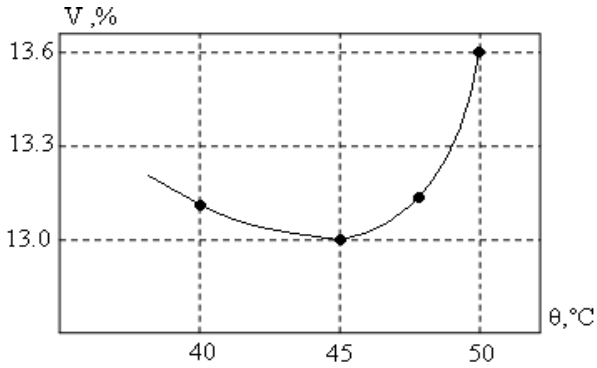


Рис. 4 – Доля ванилинреагирующих форм

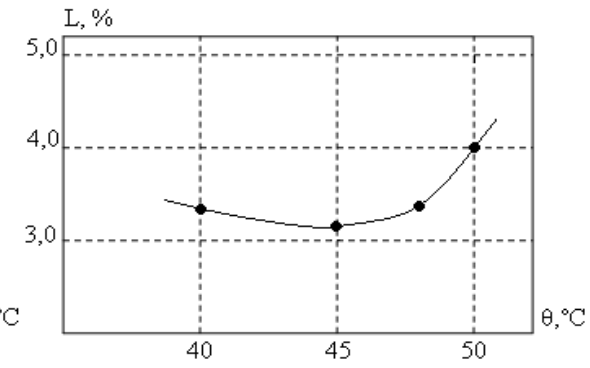


Рис. 5 – Доля антоцианов

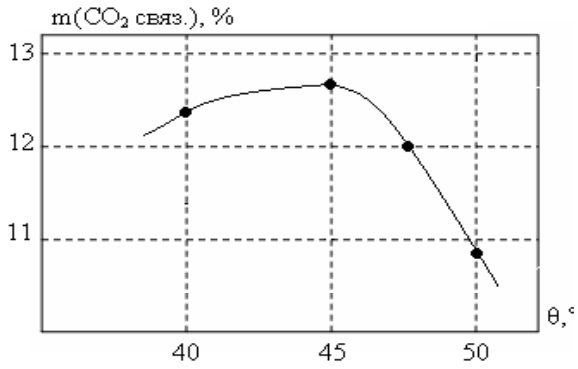


Рис. 6 – Доля связанной углекислоты

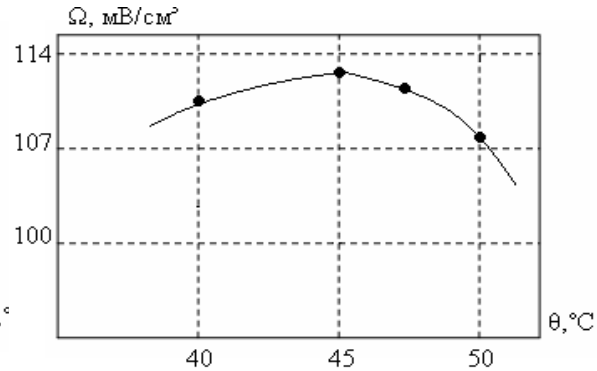


Рис. 7 – Показатель восстановленности

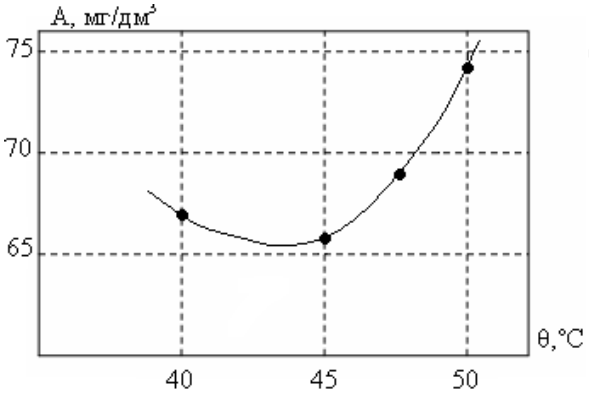


Рис. 8 – Массовая концентрация альдегидов

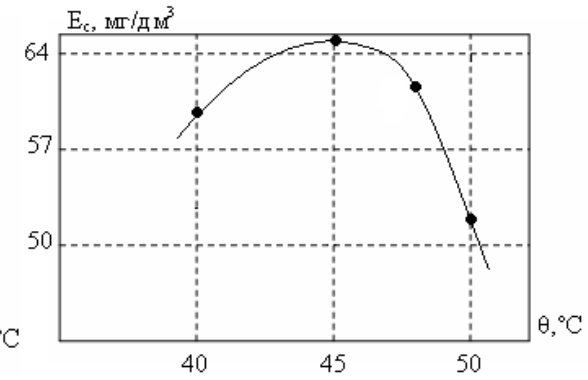


Рис. 9 – Массовая концентрация сложных эфиров

Литература

1. Валуйко Г.Г., Зинченно В.И., Мехузла Н.А. Стабилизация виноградных вин. – Симферополь: Таврида, 1999. – 208 с.
2. Бурьян Н.И., Тюрина Д.В. Микробиология виноделия. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 271 с.
3. Действие ионизирующих излучений и полей сверхвысоких частот на биологические объекты: Сб. статей. – Саратов: Изд. Сарат. ун–та, 1971. – 73 с.
4. Игнатов В.В., Панасенко В.И., Пиденко А.П., Радин Ю.П., Шендеров Б.А. Влияние электромагнитных полей сверхвысокочастотного диапазона на бактериальную клетку. – Саратов: СГУ Д 978. – 80 с.
5. Конев С.В., Руденок А.Н. Проницаемость и теплоустойчивость цитоплазматических мембран дрожжевых клеток // Биофизика мембран. – Каунас: – 1973. – С. 340–343.
6. Демьянчук Б.А. Принципы и применения микроволнового нагрева. – Одесса: «Черноморье», 2004. – 520 с.

РОЗДІЛ 5

СТВОРЕННЯ НОВОГО ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ, ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ, ТЕОРІЇ, МЕТОДІВ ЇХ РОЗРАХУНКУ ТА ПРОЕКТУВАННЯ.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 62 229. 316. 0002. 51

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ГІДРАТАЦІЇ ПРИ ОЧИЩЕННІ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКУ

[1]Осадчук П.І., канд. тех., наук, доцент, [2]Кудашев С.М., канд. техн. наук
[1] Одеський державний аграрний університет
[2]Одеська національна академія харчових технологій

Розглядається вплив ультразвукового поля на процес гідратації соняшникової олії при вторинному очищенні з метою покращення якості та інтенсифікації даного процесу.

Influence of a ultrasonic field on process of hydration of sunflower oil is submitted at secondary clearing with the purpose of improvement of quality and an intensify cation process.

Ключові слова**:** гідратація, соняшникова олія, ультразвукове поле, частота коливань, фосфатиди.

Вступ. Наукові дослідження багатьох лабораторій показали, що небезпеку для здоров'я людини становлять не стільки окремі компоненти масел і жирів, скільки продукти їхнього окислювання та розпаду.

Не сам холестерин викликає утворення атеросклеротичних бляшок, а продукти його окислювання, які утворюють із насиченими жирними кислотами складноефірні зв'язки. Окислені похідні холестерину та інших ліпідних компонентів, що входять до складу нерафінованих жирів, можуть бути також причиною виникнення важких захворювань, таких як ішемія й навіть рак. При цьому самі гідроперекиси не завжди небезпечні для здоров'я, а от продукти їхнього розпаду з утворенням вільних радикалів являють собою реальну загрозу здоров'ю людини.

Застосовувана в цей час технологія повного циклу рафінації та модифікації рослинних олій складається з хімічних, фізико-хімічних і фізичних процесів.

Гідратація фосфоліпідів становить перший етап комплексного процесу рафінації, що визначає не тільки якість олії, але й економічну ефективність наступних стадій її переробки. Фосфоліпіди здатні до різних перетворень і взаємодій, наприклад, вони реагують із водою. На цьому заснований у цей час процес гідратації при t = 60...80 ^{o}C, що приводить до відходів олії при відділенні фосфороутримуючої емульсії, причому процес гідратації з водою забезпечує видалення тільки гідратованих фосфоліпідів на 50 %. Виділена фосфатидна емульсія разом із жирами використовується в кормових цілях.

На даний час в олієдобувній промисловості все більше значення здобуває поліпшення якості рослинних олій. У цьому плані перед промисловістю є ряд завдань, одним з яких є зниження вмісту фосфатидів у гідратованих рослинних оліях.

Соняшникова олія – це продукт повсякденного вжитку, від якості якого залежить наше здоров'я. Серед факторів, які формують якість рослинних олій, розрізняють сировину і технологію виробництва. Показники якості однойменних олій тісно повязані зі ступенем їх очищення.

При оцінювані якості рослинної олії за фізико-хімічними показниками найбільш важливими є колірне число, кислотне число, масова частка вологи і летких речовин, масова частка фосфоровмісних речовин.

Органолептичні показники мають значення при визначенні типу та сировинної приналежності рослинних олій, фізичні – при ідентифікації рослинних олій, коли виявляють показник переломлення, в'язкість, температуру застигання.

Левова частка всіх показників якості припадає на процес очищення. Отже, чим краще очищена олія, тим вона повною мірою якісніша.

Рафінація рослинних олій покликана виділити з них негативні домішки і речовини, які впливають на показники якості готового продукту. Залежно від призначення олії, її піддають повній або частковій рафінації різними способами, в основі яких лежать фізико-хімічні процеси.

Проаналізувавши всі методи очищення олії, важко не помітити складності технології очищення олії, масштабів та складності конструкцій та обладнання для проведення цих робіт, обсягів затрат людської праці для обслуговування цих систем і, як наслідок величезних затрат матеріальних коштів для отримання якісної олії.

Спираючись на аналіз літературних джерел у галузі сільського господарства та харчової промисловості, можно зробити висновок, що мало вивчене питання впливу фізичних полів на процеси очищення олій. А дослідження впливу ультразвукових хвиль на очищення олій взагалі не було проведено.

Проблема. В останні десятиліття на світовому ринку продовольства зростає попит на жири рослинного походження. Про це, зокрема, свідчить тенденція до підвищення їхньої частки у структурі жирів і рослинних олій, що спостерігається нині. У країнах ЄС ринок рослинних жирів вважається насиченим

при споживанні їх у рік 16,2 кг, розраховуючи на душу населення. Тому виробництво та переробка олійної сировини належать до провідних галузей світового агропромислового виробництва. Крім того, рослинні олії, тваринні й риб'ячі жири – базові продукти харчування людей, за рахунок яких забезпечується близько 30 % калорійного раціону. Приблизно 77 % загального виробництва масложирової продукції становлять харчові рослинні олії. Така тенденція обумовлена високими харчовими якостями основних рослинних олій, споживання яких сприяє зміцненню здоров'я людей. Наявність у дієті підвищеної кількості насичених жирних кислот, фосфоліпідів сприяє нагромадженню холестерину в крові, що досить часто приводить до інфаркту міокарда серця й інших захворювань судинної системи. Тому дуже важливо правильно балансувати жирнокислотний склад їжі, звертаючи особливу увагу на вміст ненасичених жирних кислот, фосфороутримуючих речовин, якими багаті рослинні олії. З огляду на важливість цієї групи продуктів харчування для існування людства, її обсяг у світі постійно збільшується. Якщо в 1999 році зробили 86 млн. т рослинних олій, то в 2009 році їхня кількість досягла 137,9 млн. т, тобто загальне зростання становило 60,3 % або більш ніж 6,5 % у рік.

Один із розповсюджених способів очищення рослинної олії від фосфороутримуючих речовин – обробка її слабкими розчинами соленого розчину або води. Для інтенсифікації видалення фосфороутримуючих речовин як один із засобів використовують фізичні поля, а в даній статті йдеться про використання ультразвукового поля.

У цей час у процесі гідратації вміст фосфатидів знижується до 0,2 %, що за ДСТУ відповідає першому сорту гідратованої олії. Для одержання олії вищого сорту вміст фосфатидів повинен бути знижений до 0,1 %.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Одним із можливих шляхів вирішення цього завдання є застосування ультразвуку при гідратації олії. Однак метод ультразвукової обробки олії досліджений ще недостатньо. У літературі наводяться дані, що стосуються інтенсифікації процесу екстракції рослинних олій при накладанні ультразвукових коливань [1-3] і обробки харчових продуктів ультразвуком. Показані також деякі неможливості застосування ультразвуку для виділення фузу з бавовняної олії. Автори цієї роботи стверджують, що результати досліджень дозволяють рекомендувати ультразвук для фільтрації.

Мета досліджень. Нашою метою було вивчити можливість використання ультразвуку для інтенсифікації процесу гідратації соняшникової олії.

Результати досліджень. На рисунку показана блок-сема лінії гідратації олії та підключеної ультразвукової установки. Пресова соняшникова олія після ретельної гарячої фільтрації, пройшовши ваги 1, надходить у бак 2, з якого насосом подається в холодильник, а потім на гідратацію через триступінчасті насоси 4. Температура олії, яка надходить на гідратацію, повинна бути в межах 60-70 ºС.

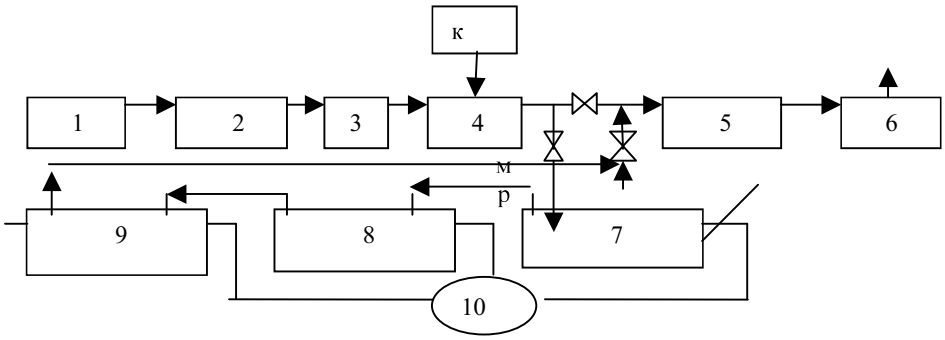


Рис. 1 – Схема використання ультразвуку при гідратації

У триступінчастому насосі олія змішується з конденсатом К (водою) і надходить в експозитори 5. Кількість конденсату, який додається, залежить від вологості та вмісту фосфатидів у пресованій олії, що становить 0, 6–1 %. З експозиторів олія надходить у тарілчасті відстійники 6 безперервної дії.

Загальна продуктивність лінії гідратації пресової олії 15 т/добу. Ультразвукова магнітострикційна установка на базі генератора УЗГ має такі параметри: потужність, яка споживається – до 8 кВт, коливальна – до 3 кВт, межі регулювання частоти – 18–26 кГц.

Перетворювачі (випромінювачі) магнітострикційні, три штуки по 1 кВт ультразвукової потужності (з коефіцієнтом корисної дії 45 %).

Ультразвук одержували за допомогою генератора 10 у три олійні ванни, в які були вмонтовані випромінювачі М (по одному в кожній ванні). Ванни для олії – робочі камери 7,8 і 9 – являють собою однакові сталеві бачки довжиною приблизно по 900 мм і квадратним вертикальним поперечним перерізом

300×300 мм^2. Всі три камери включені послідовно та розташовані горизонтально, у результаті чого утворяться нерухомі ультразвукові хвилі вздовж кожної камери між випромінюючою пластиною магнітостриктора та відбивачем Р, роль якого відіграє протилежна магнітостриктору вертикальна знімна стінка (300×300 мм^2) олійної ванни.

Ультразвукові камери вбудовані в систему діючих агрегатів потокової лінії між триступінчастим насосом і експозиторами. Таке впровадження ультразвукового вузла в існуючу схему технології сприяло збільшенню інтенсивності перемішування олії з конденсатом, виявленню більш вираженого ефекту коагуляції фосфатидів у полі стоячої води та дозволило значно збільшити ступінь виведення фосфатидів при однократній гідратації.

Пропускна здатність ультразвукової установки відповідає продуктивності цеху гідратації, тобто весь потік олії підлягає ультразвуковій обробці. Тривалість озвучування олії в трьох камерах становить 170–180 с.

Досліди проводились при частоті 24 кГц. Відстань від випромінювача до відбивача (l≈ 900 мм) дорівнювала цілому числу напівхвиль, а параметри технологічного процесу (температура олії t= 70–75 °С, тиск олії в системі р≈ 152 кПа (1,5 атм), кількість конденсату який подається 0,6-1 %) підтримувалися постійними.

Проби олії відбирали через кожні дві години у відповідності з технологічними інструкціями та затвердженими методиками. Зразки аналізували в хімічній лабораторії. Вміст фосфатидів у олії визначали двома методами: сухого спалювання (ваговий варіант) і колометричним з використанням ФЕК-М [4]. Отримані результати наведені в таблиці.

З таблиці видно, що у всіх випадках накладення ультразвуку вміст фосфатидів у олії нижчий, ніж у дослідах без накладення ультразвукових коливань. Кількість видалених фосфатидів завдяки впливу ультразвуку збільшується в середньому на 40 % від їхнього вмісту в неозвученій олії.

Таблиця 1 – Результати дослідів

Серія дослідів	Тривалість дослідів, годин	Середній вміст фосфатидів у олії, %	
		без накладення ультразвуку	з ультразвуком
Перша	40	0,285	0,112
Друга	50	0,264	0,108
Третя	52	0,279	0.099
Четверта	56	0,275	0,090
Середнє	–	0,277	0,102

З огляду на гідрофільний характер фосфатидів, можна припустити, що збільшення ефекту виведення фосфатидів при гідратації за допомогою ультразвуку буде супроводжуватися зниженням вологості отриманої олії. Аналізи показали, що вміст вологи в озвученій олії дійсно зменшився з 0,7 до 0,4 %.

Висновки. Досліди щодо вивчення впливу ультразвуку на очищення соняшникової олії показали, що в промислових умовах ефект впливу ультразвуку значний: вміст фосфатидів у гідратованій олії зменшується завдяки озвучуванню з 0,27 до 0,1 %.

Отримані дані свідчать про доцільність застосування у промислових умовах ультразвукової обробки рослинної олії для інтенсифікації основних процесів її очищення від фосфатидів.

Незважаючи на те, що вплив ультразвуку достатньо великий навіть при незмінному збереженні існуючого технологічного режиму гідратації олії, необхідні подальші дослідження.

Література

1. Иванова Э.И., Леонтьевский К. Е., Чудновская М. А. Изучение возможности использования ультразвука в процессах маслодобывания. // –Труды ВНИИЖа, 1959. – Вып XIX.
2. Каневский И.Н. Интенсификация в высокочастотном ультразвуковом поле. – Акустический журнал. – 1974. – № 2. – С. 27.
3. Яковлева Л.Е. Получение масла с применением ультразвука. – В сб.: Масложировая промышленность. – М.: ЦНИИТЭИпищепром. – 1975. – № 3.

УДК 664.951.3

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ КОПЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

Шведов В.В., ассистент, Бурдо О.Г., д-р техн. наук, профессор,
Саламаха В.И., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В работе проведен анализ существующих способов копчения пищевых продуктов. Указаны недостатки традиционного копчения и пути их устранения методом применения альтернативных способов и препаратов для обработки пищевых продуктов.

In work the analisys of existing ways of smoking of foodstuff is carried out. Lacks of traditional smoking and away of their elimination by application of alternative ways and preparations for processing of foodstuff are specified.

Ключевые слова: копчение, дым, препарат, пиролиз, микроволны, поле, энергия

Копчение широко применяется в пищевой промышленности не только как способ получения деликатесных продуктов со специфическим вкусом и запахом, но также используется для консервирования пищевых продуктов с целью их длительного хранения. Составляющие коптильного дыма являются мощнейшими бактерицидами, которые угнетают патогенную микрофлору и предотвращают порчу обработанных продуктов. Однако, традиционный метод копчения дымом имеет целый ряд недостатков:

— невозможность получить дым стабильного состава, который зависит от устройства дымогенератора, технологического регламента его работы, а так же от вида и качества используемой для генерации древесины;

— загрязнение окружающей среды газообразными продуктами неполного сгорания древесины;

— громоздкая технология, связанная с эксплуатацией дымогенератора и коптильных камер;

— наличием в коптильном дыме большого количества канцерогенных и токсических веществ, в частности 3,4-бензпирена.

Эти недостатки может устранить получивший в последнее время широкое распространение метод мокрого или бездымного копчения [1,2].

Бездымное копчение осуществляется путем обработки пищевых продуктов коптильными препаратами. Коптильные препараты, в зависимости от способа их получения могут быть природными (полученными в результате конденсации и очистки дыма древесины) и искусственными (синтетическими) – полученными путем подбора и смешения отдельных химических соединений, имитирующих запах копчения [3]. Качественным преимуществом и широким спектром их применения обладают природные коптильные препараты. Эти препараты получают путем пиролиза древесины, при этом различают сухой пиролиз и окислительный пиролиз. Для получения коптильных препаратов рекомендуют окислительный пиролиз, который допускает смешение небольшого количества воздуха (от 5 до 8%) с горячими пиролитическими газами. В этом случае происходит окисление наиболее летучих токсических веществ (метанол, ацетон и другие) до органических кислот и углекислого газа.

Классический тепловой пиролиз по происходящим процессам и получаемым при этом продуктам можно разделить на четыре стадии, которым соответствуют четыре температурных диапазона.

Схема процесса представлена на рисунке 1.

В результате конденсации полученных газов образуется жидкая фракция – подсмольная жижка, которая содержит растворимые, экстракционные и отстойные (тяжелые) смолы. Для производства коптильных препаратов используется водный раствор растворимых и экстракционных смол. Отстойные смолы содержат канцерогенные и токсичные соединения и содержание их в коптильных препаратах должно быть ограничено. Однако, при традиционном производстве коптильных препаратов тяжелые смолы частично попадают в готовую продукцию. Кроме того, при термическом пиролизе, проводимом за счет подвода тепловой энергии, большое количество тепла затачивается на нагрев оборудования и потери в окружающую среду.

Для устранения недостатков традиционных способов получения коптильных препаратов нами был предложен микроволновой пиролиз, который заключается в том, что подвод энергии к сырью осуществляется путем воздействия на него микроволновым полем, создающим условия для отгонки пиролитических газов. Микроволновой пиролиз по сравнению с термическим имеет ряд преимуществ:

— период прогрева и первый период сушки сокращается на 10...15 %. Кроме того, можно совместить процесс отгонки воды и основных фракций коптильного препарата (отгонка компонентов с водяным паром). Это увеличивает интенсивность и полноту отгонки основных фракций при регулировании влажности исходного сырья – производительность установки;

— сокращение энергетических потерь за счет того, что температурное ядро создается в центре сырья при объемном подводе энергии. Отсюда следует, что фрагменты сырья должны быть большого размера (цельные срезы ствола дерева). При этом ухудшается теплоотвод из центра фрагментов сырья по причине низкой теплопроводности дерева, тепловая энергия накапливается в центре и позволяет создать условия для отгонки летучих компонентов;

— снижение содержания канцерогенных веществ и тяжелых смол в продукте. Это происходит вследствие того, что в процессе микроволнового пиролиза отгонка летучих веществ начинается из центра фрагментов сырья, где создается температурное ядро. При этом тяжелые смолы, идущие в конце процесса отгонки из центра сырьевых фрагментов, задерживаются (фильтруются) более холодными периферийными слоями.

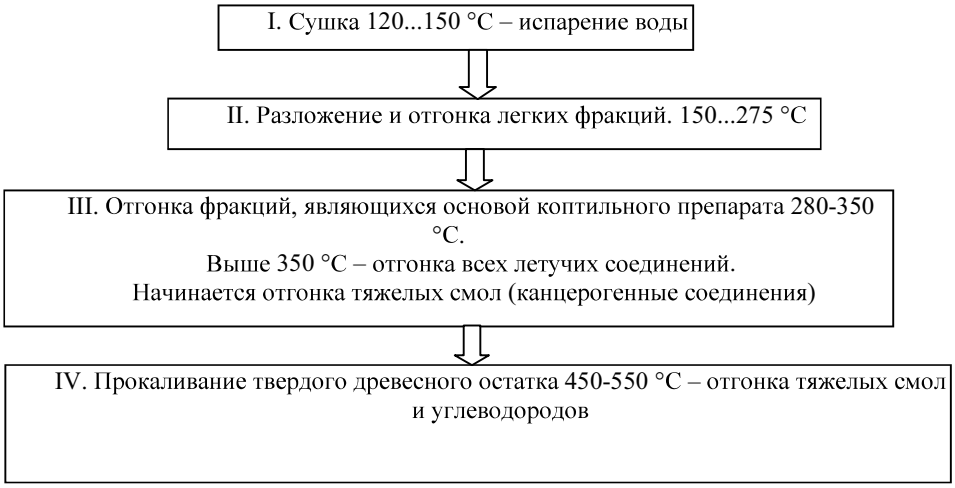


Рис. 1 – Схема термического пиролиза

Проведенные эксперименты подтвердили наши предположения. Процесс микроволнового пиролиза проходит быстрее термического – разогрев сырья до температуры отгонки 10–15 минут, процесс отгонки основной фракции занял 10 минут. Этот процесс можно ускорить, но в этом случае вместе с основной фракцией начинают отгоняться пары тяжелых смол, наличие которых в готовом продукте недопустимо. В результате этого нами была установлена целесообразность применения ступенчатых режимов. В начале процесса сырье обрабатывали микроволновым полем при 60-80 % мощности магнетрона, а затем после начала процесса отгонки мощность снижали до 5-10 % для поддержания процесса. Затраты энергии при этом снижались в 1,5-2 раза. Отгонка проходила в мягком режиме, вследствие этого можно было контролировать содержание тяжелых смол.

При анализе материальных потоков микроволнового пиролиза мы получили подтверждение того, что тяжелые смолы конденсируются и фильтруются периферийными слоями древесных фрагментов. При термическом пиролизе получают твердого остатка – 25-30 % и тяжелых смол – 5-8 % от массы сырья. При микроволновом пиролизе твердый остаток является смесью угля и тяжелых смол и составляет 30-35 % от массы сырья. Это подтвердило визуальное изучение срезов древесных фрагментов после микроволнового пиролиза. Все периферийные слои материала были насыщенны затвердевшими тяжелыми смолами.

Природные коптильные препараты получают либо в результате прямой конденсации полученных дымовых газов (концентрат), либо в виде раствора при барботаже дымовых газов через воду. И в том и в другом случае получают водные растворы основных коптильных компонентов, которые при дальнейшем применении в технологии копчения легко теряют летучие ароматические компоненты и продукты, полученные на основе их, имеют слабовыраженную специфику копченых изделий. Кроме того, хотя тяжелые нерастворимые смолы отделяются в виде осадков, часть их переходит в готовую продукцию. Коптильные препараты, которые получают путем барботажа дыма через масло (коптильное масло) также содержат канцерогенные вещества вследствие того, что тяжелые смолы маслорастворимы. Содержание тяже-

лых смол в готовом коптильном препарате и в то же время повысить его устойчивость при термической обработке пищевых продуктов позволяет предложенная нами технология микроволной экстракции коптильных компонентов растительными маслами. В этом случае основные коптильные фракции экстрагируются маслами из конденсатов дыма в микроволновом поле (экстракция в системе «жидкость — жидкость»). Температура экстракционной среды не должна превышать 90-95˚С. Процесс экстракции проходит при интенсивном перемешивании в импульсном режиме, который не допускает кипения экстракционной среды.

Для создания препаратов с планируемым составом, концентрацией и устойчивостью при термической обработке нами разрабатываются коптильные эмульсии, которые устраняют все основные недостатки производимых в настоящее время традиционных коптильных препаратов и позволят получать копченые пищевые продукты стабильного состава и качества с устойчивыми вкусоароматическими особенностями. Это происходит вследствие того, что основной таких эмульсий являются очищенные от канцерогенных соединений конденсаты дыма. Концентрация этих конденсатов в коптильных эмульсиях может регулироваться в зависимости от типа производства, где эти препараты будут применяться. Кроме того, нами органолептически было установлено, что конденсаты природного дыма обладают антиоксидантными свойствами, что позволяет хранить полученные препараты в течении длительного времени. В течении хранения не происходит окисление и прогоркание масляных компонентов коптильных эмульсий.

В результате проведенной работы можно сделать вывод, что бездымное (мокрое) копчение позволяет устранить недостатки традиционного процесса и получать продукцию с регулируемым составом и качеством. Качественно новые коптильные препараты на основе растительных масел превосходят по своим технологическим параметрам аналогичные водные и синтетические, а изготовленные на их основе эмульсии позволяют получить продукт с заданным составом.

Применение в качестве источника энергии микроволнового поля, инициирующего процесс пиролиза, позволяет сократить энергозатраты и повысить качество готового продукта.

Литература

1. Курко В.И., Основы бездымного копчения.—М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.—228с.
2. Перспективы развития технологий бездымного копчения рыбы // сборник трудов / Мин. Рыбного хозяйства СССР.—Калининград.—1988.—с.129-136
3. Проблемы создания новых ароматизаторов для пищевой и перерабатывающих отраслей промышленности и разработки с их использованием // НИИ Пищевых ароматизаторов , кислот и красителей.—1966.—с.28-40.

УДК 628.165:66.045.5

ВПЛИВ ЯВИЩА ВІДТОРГНЕННЯ СОЛЕЙ ПРИ БЛОЧНОМУ ВИМОРОЖУВАННІ РОЗЧИНУ В ОСЦИЛЮЮЧОМУ РЕЖИМІ НА ПОКАЗНИКИ ОПРІСНЕНОЇ ВОДИ

Бурдо О.Г., д-р техн. наук, професор, Офатенко О.О., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Аналізуються переваги та недоліки процесу виморожування як методу демінералізації води. Розглянуто тенденції розвитку низькотемпературних технологій водопідготовки. Проілюстровано феномен відторгнення солей у процесі блочного виморожування. Показано перспективи використання даної технології в порівнянні з іншими методиками, як щодо якості отримуваної води (виходячи із солевмісту та біологічної доступності), так і щодо коштів, затрачуваних на експлуатацію.

Analyzed the advantages and disadvantages of freezing-out process in role of water demineralization method. Considered progress trends of low-temperature water treatment technologies. Illustrated phenomenon of brine rejection in freezing-out process. Demonstrated prospects of freezing-out block units technology in compare with other techniques both product quality (on the basis of salt-content and bioavailability) and operating cost.

Ключові слова: блочне виморожування, осцилюючий режим, окислювально-відновлювальний потенціал, відторгнення солей.

Вступ. Незважаючи на те, що процес виморожування (ПВ) не використовується широко у промисловому масштабі, він має деякі переваги. Можливо, найбільшою з них є дуже низьке споживання енергії. В порівнянні з дистиляцією, можливо досягнути зниження затрат від 75 % до 90 %. Також ПВ має перевагу в низькій робочій температурі, що мінімізує проблеми з осадженням і корозією. Недорогі пластинчасті або інші матеріали можуть бути використані при низьких температурах, ПВ не потребує кроку ретельної передпідготовки, тому можна уникнути необхідних для цього хімікатів. На додаток, процес не підданий забрудненню, як у випадку з мембранним розділенням.

Високий потенціал полягає в об'єднанні ПВ з іншими опріснювальними методиками. Гібридний підхід може забезпечити синергетику. Одне з найбільш перспективних рішень – комбінація зі зворотним осмосом. Аналіз окремо взятих, а далі об'єднаних даних технологій показує, що комбінована система здатна знизити енергоспоживання до 13 % і 17 % порівняно окремо взятих зворотноосмотичної і виморожуючої установки відповідно. Також комбінована система здатна знизити до більше ніж 90% кількість скинутого розсолу порівняно з окремо взятою зворотноосмотичною установкою такої самої продуктивності. Використання електричного і ультразвукового полів також може сприяти підвищенню ефективності [3].

Традиційно недоліками ПВ на противагу випарюванню і зворотному осмосу вважають або більші капітальні затрати, або складність конструкції апаратів, в основному, через важкість при відділенні льоду від розчину. Крім того, зарубіжні способи потребують промивально-сепарувальних колон, деякі затрати прісної води на омивання льоду або навіть його руйнування і рекристалізацію (саме в силу відсутності достатнього ступеня вивчення якісного відділення льоду від розсолу).

Удосконалення процесу виморожування. Розроблена в ОНАХТ на кафедрі процесів, апаратів та енергетичного менеджменту технологія блочного виморожування [1], яка спрощує методику низькотемпературного опріснення, здатна допомогти у вирішенні цих завдань. Видається, що ефективність розділення на основі ПВ може бути підвищена при використанні осцилюючих режимів виморожування.

Якщо розглянути криву дренажування блоку льоду (в якості початкового розчину використовувалась водопровідна вода), вирощеного на горизонтальному пластинчастому кристалізаторі блочної виморожуючої установки (рис. 1), можна побачити, що пік концентрації стоків припадає на відмітку в 20 хвилин, а далі концентрація швидко падає впродовж наступних 20 хвилин до рівня, що відносно не набагато перевищує рівень кінцевої талої води.

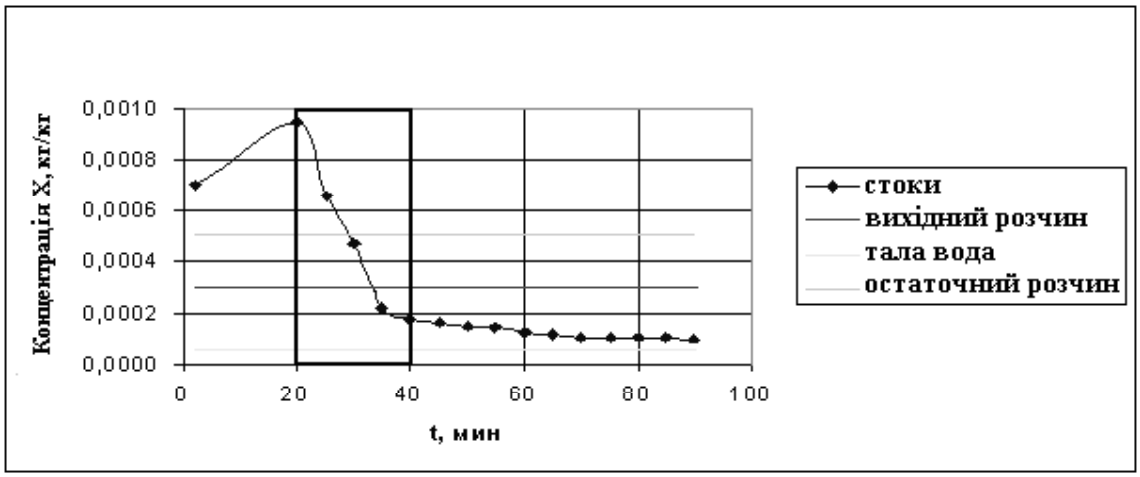
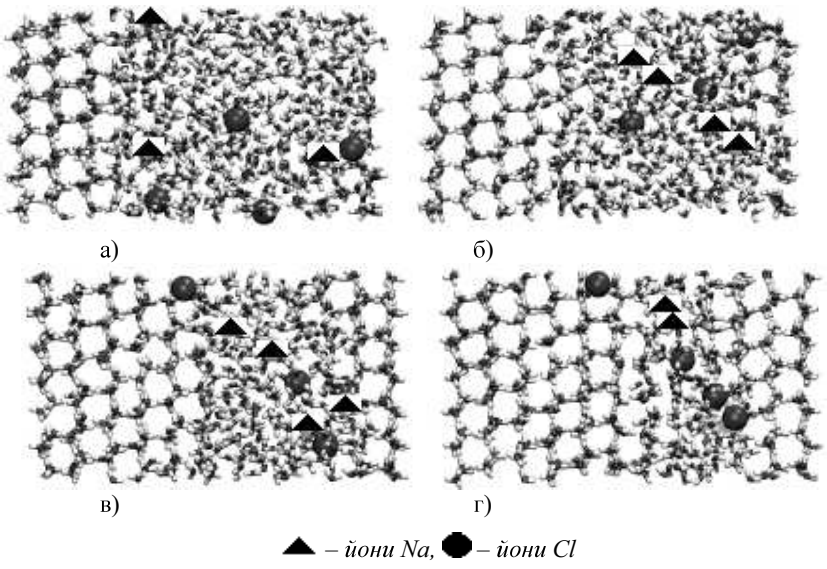


Рис. 1 – Крива дренажування

Тому видається доцільним використання осцилюючого режиму, а саме чергувати періоди наморожування льоду з періодами його гравітаційного дренажування тривалістю 20-40 хвилин з метою видалення найбільш концентрованого розсолу і таким чином покращити якість талої води.

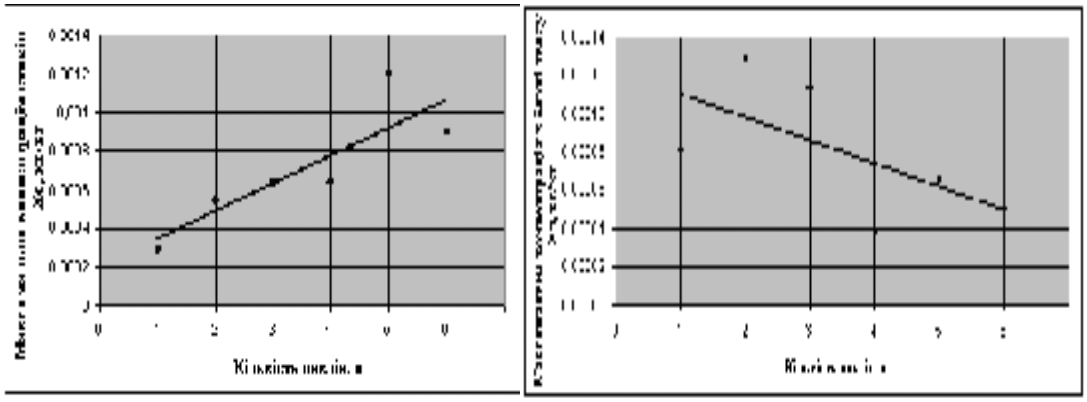
На рис. 2 показано процес виштовхування неводних компонентів з кристалічної решітки льоду [4]. Можна побачити, як під час наростання льодового фронту неводні компоненти відторгаються, в той час як молекули води вистроюються у кристалічну решітку.



Час від початку: а) 1 нс, б) 200 нс, в) 400 нс, г) 600 нс.

Рис. 2 – Знімки моделювання замерзання сольового розчину з концентрацією 0,3 М

Проведений ряд експериментів з навперемінними періодами наморозки і дренажування тривалістю 40 хвилин показав, що при збільшенні кількості n таких циклів концентрація стоків X_c збільшується, а в кінцевому блоці льоду $X_л$ – знижується (рис. 3а і 3б).



а) *б)*

Рис. 3 – Залежність X_c від n (а) і $X_л$ від n (б)

Тут можна простежити аналогію з процесом утворення айсбергу – чим більш тривалий процес, тим чистіші отриманий льод і відповідна тала вода. За вказану кількість циклів вдається отримати воду з концентрацією 0,0000234 кг/кг, або трохи більше 23 мг/кг, при повторному виморожуванні отриманої води – з практично нульовою концентрацією (не фіксується ТДС-метром), у той час як концентрація аптечного дистиляту 0,000055 кг/кг, або 55 мг/кг, а вимоги, наприклад, для горілчаної промисловості – 100 мг/кг, для гальванічних виробництв – 2,5-10 мг/кг [2] (дані перераховані в мг/кг із значень питомої електропровідності, мСм/см). Тобто блочне виморожування в осцилюючому режимі при збільшенні кількості циклів конкурентоспроможне з електродіалізом або іонним обміном у справі отримання надчистої води. Тим більше не доводиться говорити про норму в 500-1000 мг/кг для питної води.

Біологічну доступність води для організму можна характеризувати показником окислювально-відновлювального потенціалу (ОВП), градацію якого показано на рис. 4.

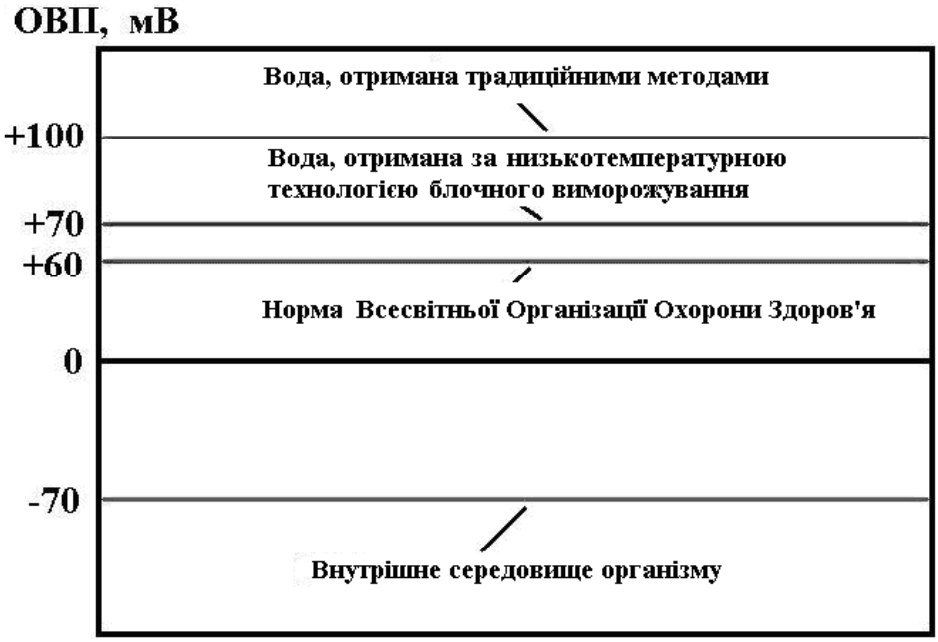


Рис. 4 – Градація величини ОВП

ОВП внутрішнього середовища людини – 70 мВ, норма ВООЗ для питної води – +60 мВ. ОВП води , отриманої традиційними методами – не має значення, якими – завжди перевищує цифру +100 мВ, часто значно. За допомогою блочного виморожування на даний момент вдалося знизити ОВП води до +70 мВ, що вже близько до норми, і краще, ніж при використанні інших технологій.

Крім цього, існує діапазон життєдіяльності бактерій, який ілюструє її залежність від ОВП (рис. 5).

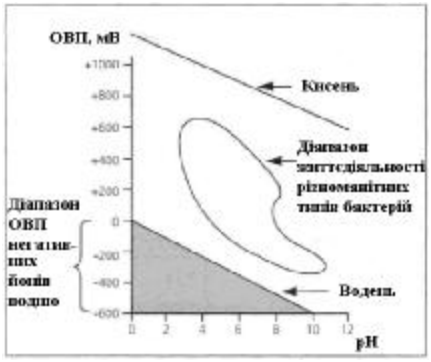


Рис. 5 – Залежність життєдіяльності бактерій від ОВП

Як видно з рисунка, бактерії можна інактивувати, підвищуючи ОВП до +700 мВ (що досягається хлоруванням), але при цьому його значенні завдається серйозна шкода і людському організму. В той самий час, якщо знижувати ОВП, то бактерії також гинуть, проте це приносить користь, оскільки ОВП води наближається до значення ОВП внутрішнього середовища. Інакше кажучи, можна говорити і про деякий бактерицидний ефект блочного виморожування.

На рис. 6 показано порівняння попереднього розрахунку собівартості води, отриманої за низькотемпературною технологією блочного виморожування (із затраченої електроенергії), та бутильованої.

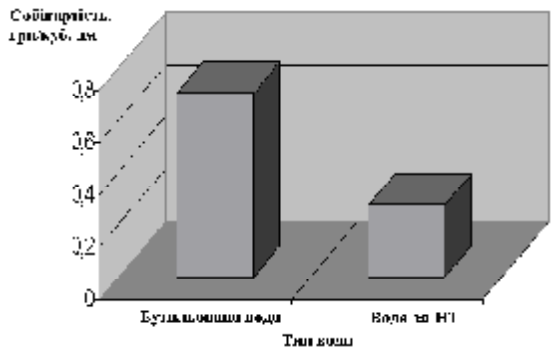


Рис. 6 – Порівняння собівартості

Цифри наступні: 27 коп. за дм^3 вимороженої води і 70 коп. за дм^3 бутильованої (дані від виробника), що говорить про економічну перевагу блочного виморожування при виробництві талої води навіть при порівнянні з бутильованою.

Висновки

Технології блочного виморожування є новими та перспективними напрямами у водопідготовці. Осцилюючі режими установок блочного виморожування спроможні забезпечити харчові, хімічні, фармацевтичні та гальванічні технології якісною водою. Двоступеневе виморожування в осцилюючому режимі дає надчисту воду. Дослідні зразки талої води мають переваги за якісними, мікробіологічними, енергетичними та економічними показниками.

Література

1. Бурдо О.Г. Холодильные технологии в системе АПК. – Одесса: «Полиграф», 2010. – 288 с.
2. Рябчиков, Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. – М. : ДеЛи принт, 2004. – 301 ст.
3. Rahman M. Shafiur, Mushtaque Ahmed. Freezing–melting process and desalination: review of present status and future prospects – Int. J. Nuclear Desalination, Vol. 2, No. 3, 2007. – 253 – 261 ст.
4. Lubosˇ Vrbka, Pavel Jungwirth. Brine Rejection from Freezing Salt Solutions: A Molecular Dynamics Study. – Physical review Letters, 2005. – 148501, 1 – 4 ст.

УДК 665.3.061.3

КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ

Бурдо О.Г., д-р. техн. наук, професор, Буйвол С.М., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
Бандура В.М., доцент
Вінницький державний аграрний університет, м. Вінниця

Одним із важливих напрямків виробництва олії є інтенсифікація процесу екстрагування. В наш час при виробництві олії з рослинної сировини майже не використовують електромагнітний нагрів, який дає хороший результат. За рахунок впливу електромагнітного поля при екстракції можна отримати більший процентний вихід олії з найбільш цінними компонентами, скоротити тривалість технологічного процесу й інтенсифікувати його, а також знизити затрати енергії.

One of the important points in the production of oil is intensification of the extraction process. At present oil production from raw material does not use electromagnetic heating which gives a good result. Owing to the influence of the electromagnetic field we can get greater percent of the oil yield with more valuable components, to reduce time of the technological process, energy costs and intensificate this prosses.

Ключові слова: розчинник, екстрагування, інтенсифікація, масообмін, дифузія.

Вступ. Екстрагування є складним і трудомістким завданням. Харчові, хімічні і фармацевтичні виробництва використовують традиційну технологію екстракції рослинної і тваринної сировини, яка основана на масопереносі – дифузії. В якості екстрагента використовують воду, етанол, гексан, нефрас, спирт тощо. Контакт початкової сировини з екстрагентом за часом довготривалий. При цьому у відходах виробництва залишається багато біологічно активних речовин (БАР).

Біологічно активні речовини в невеликих кількостях містяться в різних рослинах, але їх роль у стабілізації важливих біохімічних і фізіологічних процесів людини значна. В сучасному арсеналі лікувальних засобів препарати рослинного походження складають 40 %.

Сучасні способи інтенсифікування процесу екстрагування. Ефективність екстракції речовини залежить перш за все від розчинності і швидкості переходу з однієї фази в іншу. Розчинність можна змінити, підбираючи розчинник, в який переходить потрібна речовина. Швидкість переходу речовини з твердої фази можна збільшувати, підвищуючи температуру розчинника. Однак підвищення температури веде, з одного боку, до інтенсифікації процесу дифузії, а з іншого – чинить довготривалу теплову дію, яка веде до витрат БАР внаслідок їх деструкції.

При екстракції олії екстракція ведеться частіше всього в нерухомому або частково перемішуючому шарі. При екстракції в нерухомому чи частково перемішуючому шарі можливе злежування частинок і блокування їх поверхні іншими частинками, причому матеріал у вигляді крупки укладається більш щільно. Якщо частинки здатні стискатись, то зі збільшенням товщини шару чи під дією напору рідини проникність шару погіршується. В шарі матеріалу утворюються звивисті канали. Від їх неперервності та діаметра залежить проникнення розчинника в товщину частинок. Їх злежування погіршує умови руху розчинника через матеріал; мілкі частинки виносяться частинками, і їх скупчення в деяких місцях збільшує гідравлічний опір, ці ділянки гірше оброблюються розчинниками. Виходячи з вищесказаного, до чинників, які визначають швидкість екстракції, необхідно віднести в першу чергу структурно-механічні властивості екстрагованого матеріалу, які залежать від способу його підготовки. Зовнішня структура матеріалу характеризується розміром і формою частинок. Для максимального вилучення олії і високої швидкості процесу зовнішня структура матеріалу повинна відповідати низці умов. Передбачаються мінімальні розміри частинок для забезпечення максимальної питомої поверхні зіткнення матеріалу з розчинником.

Крім того, легкі частинки вимиваються потоком розчинника і збільшують величину відстоювання у міцелі, погіршують умови його фільтрування. Це обмежує ступінь подрібнення матеріалу при його підготовці до екстракції і змушує використовувати доцільний розмір його частинок, який визначається для кожного виду насіння.

Внутрішня структура частинок матеріалу, що екстрагується, також повинна відповідати низці умов: забезпечувати швидке проникнення розчинника всередину частинок, які не повинні мати вторинних перегородок і володіти великою внутрішньою пористістю.

Для інтенсифікації процесу екстрагування традиційні технології мають три підходи:

— максимальний контакт поверхні сировини з екстрагентом за рахунок механічного подрібнення сировини;

— упорядкування концентрації за рахунок ефективного перемішування;

— прискорення процесів дифузії за рахунок підвищення температури процесу екстрагування.

Доцільність двох перших підходів очевидна, вони практично легко реалізуються, а третій – викликає ускладнення, оскільки температура приводить, з одного боку, до інтенсифікації процесу дифузії, а з іншої – довготривалу теплову дію.

Постановка задач досліджень.

В роботі поставлена задача визначити вплив виду сировини та екстрагента, дисперсності сировини, гідромодуля, гідродинаміки процесу, типу та потужності енергетичної дії на кінетику процесу екстрагування.

Методика досліджень. Виходячи із загальних положень теорії екстрагування в системі «тверде тіло – рідина», для того щоб прискорити екстракцію, необхідно збільшити рушійну силу процесу та зменшити опір його протікання. При сталому значенні розміру частинок цього можна досягти регулюванням температури процесу та співвідношенням фаз, тобто гідромодулем. Однак, найбільш суттєвий результат очікується при залученні до переносу цільових компонентів потужного бародифузійного потоку із системи капілярів твердої фази [1]. Тому головним завданням експериментальних досліджень було визначити параметри НВЧ – обробки, при яких має місце найбільший вихід цільових компонентів. Передбачається, що за допомогою бародифузії з'явиться можливість максимально вилучити із мікрокапілярів сировини олію.

Використання НВЧ-нагріву дозволило інтенсифікувати процес теплової обробки сировини і екстрагування стійких розчинних речовин водного середовища. Позитивні результати використання електромагнітного імпульсного випромінювання були отримані: при виробництві харчових барвників з буряку,

плодово-ягідної сировини, у схемі прискореного дозрівання коньячних спиртів, при вилученні кедрової олії із насіння сосни сибірської, в лабораторних умовах для прискорення вилучення фунгіцидів із деревного матеріалу, при отриманні соєвої олії, при вилученні масел із листя м'яти, розмарину, чайного дерева та інших рослин, при екстрагуванні нікотину із табачної сировини [1].

Для створення направленого із центру градієнта температур і тиску можна використовувати лише НВЧ-нагрів. Із відомих видів енергетичної дії на сировину в ході технологічної обробки мікрохвильовий підвід енергії володіє унікальною здатністю.

1. Об'ємний характер поглинання енергії. Інтенсивність енергопідводу залежить лише від електрофізичних властивостей сировини і характеристик електромагнітного поля, що знижує температурний рівень обробки.
2. Селективний характер поглинання мікрохвильової енергії. Вода поглинає електромагнітну енергію в мікрохвильовому діапазоні частот набагато інтенсивніше, ніж інші діелектрики, утворюючи структуру сировини рослинного походження. В результаті різного вологовмісту утворюється основа для формування різних комбінацій полів температури, тиску, концентрації всередині продукту. При цьому температура і тиск всередині матеріалу будуть вищі, ніж в екстрагенті з високими діалектричними властивостями, наприклад у спирті, що дає активний ефект термо- і бародифузії.
3. Вплив імпульсного електромагнітного поля. За рахунок часткового поглинання розчинником НВЧ - енергії проходить вирівнювання внутрішньої і зовнішньої температури, що приводить до зниження темпу процесу екстрагування.

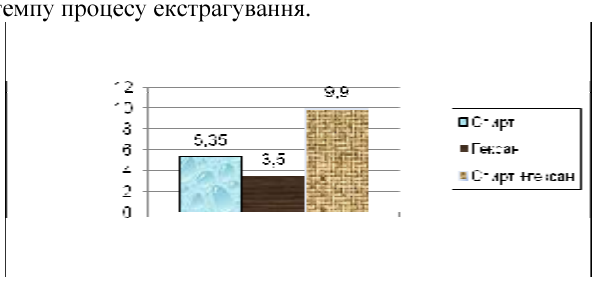


Рисунок 1 свідчить, що при застосуванні розчинника гексан вихід олії становить 3,5 %, а при екстракції спиртом 5,35 %. Екстракція двома розчинниками (спирт+гексан) дозволила значно інтенсифікувати процес та виділити майже 10 % олії.

Рис.1 – Вихід олії із наважки амарантової муки

Процес із періодичним циклом «нагрів – охолодження» повторюється неодноразово до повного вилучення продукту (рис 2). При НВЧ-нагріві тривалість рівномірного прогріву рідини в частинках мала в порівнянні із загальною тривалістю процесу. Тому можна вважати, що при температурі рідини в твердій частинці, близькій до температури кипіння, відбувається частковий перехід від молекулярного переносу до конвективного.

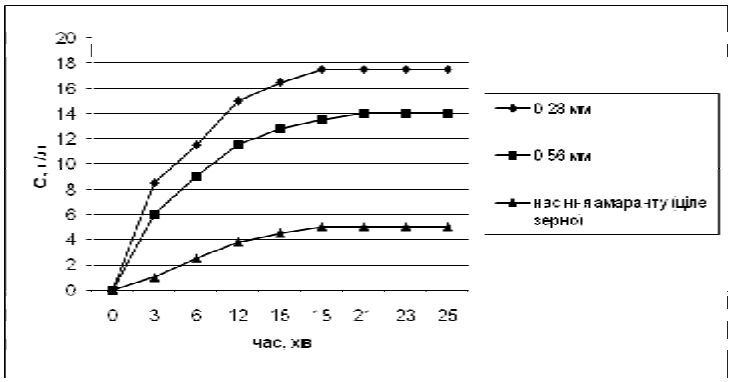


Рис. 2 Залежність концентрації від часу у процесі екстрагування олії спиртом при гідромодулі 1:3 при впливі електромагнітного поля

Подрібнення твердих частинок приводить до збільшення поверхні контакту фаз, зменшення внутрішнього дифузійного опору і таким чином прискорення процесу екстрагування. Разом з тим із зростанням ступеня подрібнення зменшується пористість шару частинок, погіршується гідродинамічна обстановка в апараті, підвищується взаємне блокування поверхонь частинок, ростуть затрати на подрібнення і ускладнюється розділення рідкої і твердої фаз після завершення екстрагування. Тому надмірно висока дисперсність матеріалу може привести до зменшення швидкості процесу і погіршення його техніко-економічних показників.

Друга серія експериментів мала визначити кінетичні залежності екстрагування системи «спирт – шрот ріпака» та «спирт – мука ріпака», її наведено на рис. 3.

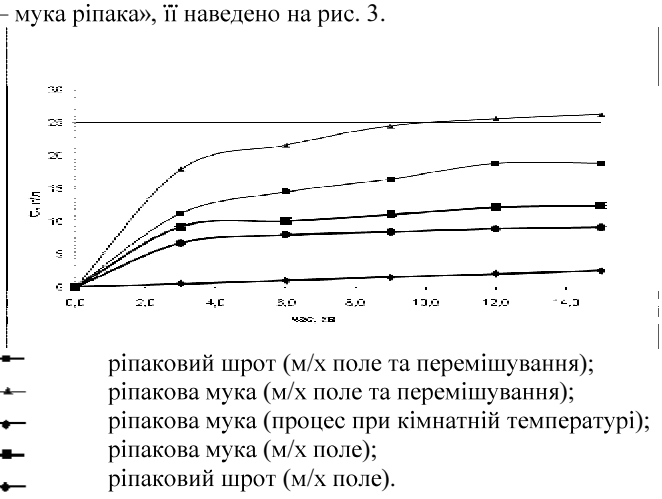


Рис. 3 – Залежності концентрацій від часу при екстрагуванні олії зі шроту і муки ріпака спиртом

Видно, що електромагнітне поле на порядок скорочує час екстрагування та вдвічі підвищує вихід цільових компонентів. Визначено вплив перемішування на інтенсивність процесу екстрагування. Саме вплив мікрохвильового поля та перемішування дає змогу підвищити концентрацію олії в розчині на 45-50 %.

Висновок

Проведені експерименти дають змогу стверджувати, що отримання екстрактів з рослинної сировини (насіння амаранту та ріпака) з допомогою мікрохвильової енергії мають велику перспективу. Застосування процесів у мікрохвильовому полі дозволяє значно інтенсифікувати технологічні процеси харчових продуктів, підвищувати якість продукту та знижувати затрати енергії.

Література

1. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М . Экстрагирование в системе «кофе вода». Одесса, 2007. – 176 с.
2. Бурдо О.Г., Светлічний П.І., Буйвол С.М. Екстрагування олії з насіння амаранту в електромагнітному полі. «Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы»: Вып 7-8. Министерство агрополитики Украины, Южный филиал отделения промышленной радиоэлектроники МАИ; Киев – Одесса, 2009, С. 33-38.

УДК. 664.126.4.054–4

ДОСЛІДЖЕННЯ КРИСТАЛОУТВОРЕННЯ В УМОВАХ ПРОМИСЛОВОЇ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЦУКРУ У ВАКУУМ-АПАРАТАХ

Ушан О.Є., інженер, Савич А.Н., канд. техн. наук, доцент
Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості

Розглянуто питання кристалоутворення при одержанні цукру у вакуум-апаратах при використанні різних видів затравочного матеріалу.

The problem of sugar crystallogenesis with different seed materials in sugar manufacturing process is described.

Ключові слова: затравочний матеріал, кристалоутворення, сироп, пересичення.

Процес кристалоутворення – один з найважливіших етапів для отримання утфелю потрібної якості. Від технології заведення кристалів залежить кінцевий розмір кристалів, чи з'являтимуться «кристалічна

мука», конгломерати, виснаження міжкристалевого розчину, і все це у свою чергу впливає на енерговитрати в цукровому виробництві.

Кристалоутворення триває декілька хвилин (в порівнянні з 3-4 годинами всього циклу уварювання) і має дуже важливе значення для подальшої технології кристалізації [1]. При кристалоутворенні має бути сформована певна кількість кристалів. Якщо кристалів буде надто багато, то до кінця уварювання вони будуть дуже дрібними, велика їх частина при центрифугуванні піде у відтік, та й сам процес центрифугування буде утруднений [2]. Якщо кристалів буде мало – зменшиться загальна площа їх поверхні: в цьому випадку при тій самий швидкості росту кристалу зменшиться масова швидкість кристалізації, швидкість виснаження міжкристалевого розчину знизиться, і внаслідок цього пересичення міжкристалевого розчину перевищить допустимий рівень і з'явиться «мука». Видалити «муку» можна лише розчиненням – додати у вакуум-апарат воду або сік [1]. Коли розчин стане ненасиченим, «мука» розчиниться, також трохи «підплавиться» основний кристал. Чим пізніше оператор-варильник виявить «муку», тим більше води знадобиться. Чим більше води – тим більше буде потрібно додаткової роботи на випарювання цієї самої води.

Класично процес кристалоутворення починається з внесення при згущуванні у вакуум-апарат затравочного матеріалу, який ініціює утворення нових кристалів, – так починається процес кристалоутворення [3].

Після попадання у підготовлений сироп, затравочний матеріал викликає процес утворення кристалів. Звичайно цей процес триває від напівхвилини до декількох хвилин. Класичним методом контролю є розгляд проби сиропу на склі оператором-варильником у світлі лампи. Розмір видимих кристалів до цього часу досягає (5-20) мкм. Лише після того, як оператор-варильник бачить достатню кількість кристалів (це приблизно 8-10 шт. на 1 кв. мм), він зупиняє їх утворення додаванням нової порції сиропу з меншою концентрацією, тобто знижуючи загальну концентрацію у вакуум-апараті. Після досягнення необхідного значення концентрації сиропу оператор-варильник підтримує цю концентрацію безперервними або періодичними підкачками.

Одним з основних параметрів кристалізації є ступінь пересичення розчину, який вимірюється коефіцієнтом пересичення α – так називається число, що показує, у скільки разів у даному розчині на одиницю води міститься більше цукру, ніж у насиченому розчині при тій самій температурі [1]. Для підрахунку коефіцієнта пересичення потрібно знати вміст сухих речовин (СР), чистоту сиропу (Ч) і температуру (Т):

$$\alpha = \frac{\text{Н}_1}{\text{Н}'}, \tag{1}$$

де Н_1 – кількість цукру на одиницю води в даному розчині, тобто

$$\text{Н}_1 = \frac{\times \cdot \tilde{N}\text{Ð}}{100 - \tilde{N}\text{Ð}} \tag{2}$$

Н' – розчинність цукру (на одиницю води) при тій самій температурі в тому самому нечистому розчині.

Залежно від величини пересичення змінюється як характер кристалізації, так і характер кристалоутворення. Наведемо діапазони пересичень.

Коли розчин насичений, тобто α = 1,0, між твердою і рідкою фазами встановлюється динамічна рівновага: у ньому швидкості розчинення і кристалізації однакові. Такі розчини називають стійкими або *стабільними*.

Якщо розчин трохи пересичений: α = 1,00 – 1,10, кристали у ньому зростають, проте нові кристали не утворюються. Такі розчини називають *метастабільними* [4].

У інтервалі пересичень 1,10 – 1,20 виділимо проміжну зону. Тут також, хоча й дуже повільно, утворюються центри кристалізації. При значному пересиченні (α = 1,20 і вище) кристали цукру, присутні в розчині, не лише самі зростають, але також провокують зростання нових кристалів. Такі розчини називаються нестійкими, або *лабільними*.

Треба сказати, що кордони різних зон непостійні: насамперед вони залежать від розчинності Н', а та, у свою чергу, залежить від складу нецукрів і їх впливу на розчинність і кристалізацію.

Є ще одна проблема, на яку треба звернути увагу, – друзи. Кристали цукру, які зростають в тісній близькості, можуть вростати сусідніми гранями один в одного, утворюючи зіркоподібні скупчення кристалів, тобто друзи (або конгломерати). Такі друзи, зростаючись, утворюють дуже міцні шматки. Утворення друз необхідно уникати, оскільки вони утруднюють пробілювання цукру і підвищують його кольоровість. Друзи, сформувавшись один раз, у нормальних умовах уварювання не розсипаються на кристали, які їх утворили.

Змоделюємо утворення друз на фізичному рівні і встановимо необхідні умови:

1. Слабке перемішування утфельної маси.
2. Маленька відстань між кристалами, які зростають.
3. Надмірно висока швидкість кристалізації.

Це також слід враховувати внаслідок важливості проблеми друз.

Із сказаного вище видно, що на характер кристалоутворення і на результат впливають такі параметри:

1. Кількість і якість затравочного матеріалу, що вводиться у вакуум-апарат.
2. Пересичення сиропу у момент заведення кристалів.
3. Характеристики середовища (сиропу), де відбувається кристалоутворення.

Якщо першими двома можна керувати, то третій – характеристика середовища – на виробництві сприймається як даність і залежить як від чистоти (кількісного складу нецукрів), так і від їх якісного складу.

Метою нашого дослідження буде вивчення кристалоутворення у вакуум-апаратах при різних параметрах.

Для аналізу нам необхідно досліджувати поведінку середовища для різних параметрів 1 (затравочний матеріал) при зміні параметра 2 (пересичення). Результат експерименту – визначення часу кристалоутворення. Часом кристалоутворення вважатимемо час від моменту введення затравочного матеріалу до появи потрібної кількості кристалів.

На більшості підприємств для заведення кристалів використовують просіяну цукрову пудру. Це найбільш простий спосіб отримання затравочного матеріалу. Середній розмір просіяних кристалів 50 мкм.

Інший зразок – суспензія ССС-Р. Наш вибір зупинився на суспензії ССС-Р (виробництва фірми «Спеціальні технології», м. Одеса). Середній розмір кристалів – 6 мкм. Кількість затравочного матеріалу, що вводиться, взята в першому випадку (для цукрової пудри) з досвіду роботи операторів на заводах – 100 г, в другому випадку (для суспензії ССС-Р) – виходячи з регламенту його використання – 10 мл.

Метод досліджень ми вибрали такий. Для кожного із зразків затравочного матеріалу проводимо заведення кристалів при змінному параметрі (пересиченні сиропу) в діапазоні значень $\alpha = 1{,}16 – 1{,}40$. Для визначення пересичення побічним методом використовували встановлений у вакуум-апараті ротаційний віскозиметр РВ-07С виробництва НПК «Шефмастер» (Одеса).

Віскозиметр являє собою електродвигун з вимірювальним елементом на кінці вала (циліндр або диск). Механічний момент (або відповідні йому електричні величини) на валу двигуна відповідають в'язкості розчину. Правильний вибір діаметра і площі вимірювального елемента допоможе нівелювати невеликі відхилення електричних параметрів обмотки двигунів.

Місце проведення експерименту – Набутовський цукровий завод. Часовий інтервал – 4 доби. Діапазон зміни чистоти сиропу: 90,2 – 90,5. Температура сиропу у вакуум-апараті – 74 ºС ± 0,5 ºС. Інтервал пересичень – $\alpha = 1{,}16 – 1{,}40$.

Кількість затравочного матеріалу, що вводиться:

- цукрової пудри – 100 г
- суспензії ССС-Р – 10 мл

Індикація кількості кристалів – за допомогою кристалоскопа КР-1 виробництва НПК «Шефмастер» (ціна поділки – 0,01 мм, збільшення 24×).

Результати отриманих досліджень представлені у вигляді таблиць 1 і 2, за якими побудований графік (рис. 1).

Таблиця 1 – Заведення кристалів на затравочній суспензії ССС-Р

Коефіцієнт пересичення α	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36	1,40
Час кристалоутворення τ, сек.	195	150	122	98	80	65	52	40	30	----	----	----

Таблиця 2 – Заведення кристалів просіяною цукровою пудрою

Коефіцієнт пересичення α	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36	1,40
Час кристалоутворення τ, сек.	----	----	----	----	220	175	148	125	108	95	80	72

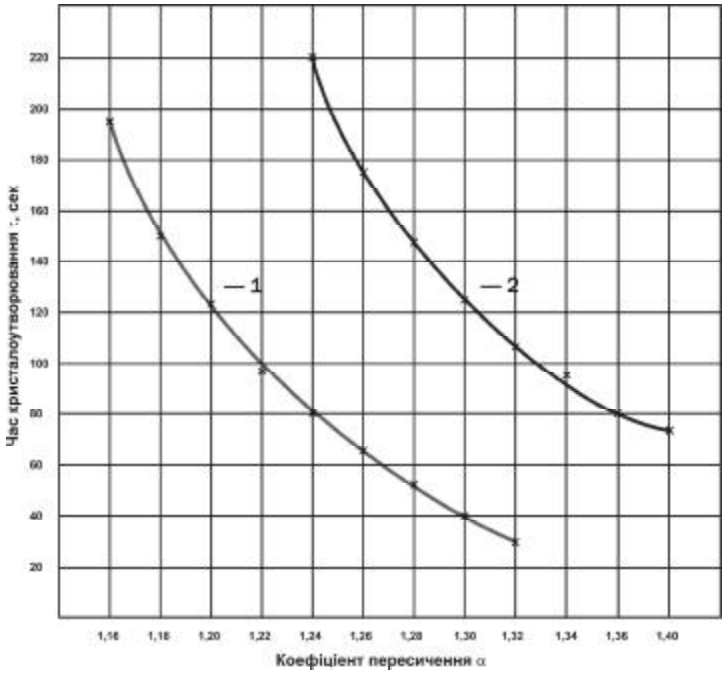
Аналіз використання двох різних типів затравочного матеріалу показує основні відмінності і деякі закономірності:

— вибір затравочного матеріалу кардинально змінює характер утворення кристалів. Це дуже важливо для операторів-варильників, які звикли до певних умов утворювання кристалів;

— цукрова пудра не викликає кристалоутворення при низьких значеннях пересичення;

— використання суспензії ССС-Р недопустиме при великих значеннях пересичення, оскільки в цьому випадку процес стає некерованим;

— невелика зміна пересичення при заведенні кристалів на 0,2 од. веде до збільшення часу кристалоутворення в 2 рази.



1 – для затравочної суспензії ССС-Р;
2 – для просіяної цукрової пудри

Рис. 1 – Залежність часу кристалоутворення від моменту внесення затравочного матеріалу до появи необхідної кількості кристалів при різних коефіцієнтах пересичення

Висновки

Виходячи з вищенаведених міркувань, можна зробити наступні висновки:

1. Для якісної роботи автоматизованої системи управління необхідний аналіз кристалічної фази – детектування кількості кристалів.

2. Потрібно по можливості уніфікувати затравочний матеріал.

Література

1. Силин П.М. Технология сахара. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 429 с.
2. Скорик К.Д. Промислова кристалізація цукру. – К.: ІПДО НУХТ, 2004. – 180 с.
3. Уровский Л.Ф. Определение оптимальных размеров кристаллов при вакуум-кристаллизации и центрифугировании. ВНИИСП. Труды. XXI- М., 1974. – с. 84-88.
4. Хамский Е.В. Кристаллизация в химической промышленности. – М., Изд. – "Химия", 1979. – 192 с.

УДК 664.83.002.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИОННО-КОГЕЗИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Всеволодов А.Н., ассистент, Гладушняк А.К., д-р техн. наук, профессор
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье рассмотрены вопросы адгезионно-когезионного взаимодействия загрязнений к поверхности пищевого растительного сырья. Определено максимальное усилие отрыва наиболее адгезионно способных видов загрязнений от поверхности растительного сырья, также определена величина влажности, при которой наблюдается максимальное усилие отрыва.

This Article studies the phenomenon of the interaction between adhesive & cohesive pollution and edible vegetable raw material and determines the maximal force to break away the most adhesiveable pollutions from the edible vegetable raw material surface. As well the Article determines the humidity value sufficient to achieve the maximal tearing effect.

Ключевые слова: адгезия, когезия, влажность, пористость, набухаемость, макрошероховатость.

На поверхности растительного сырья могут находиться различные загрязнения, которые подлежат обязательному удалению перед использованием сырья для пищевых целей, так как в них могут находиться микроорганизмы, в том числе болезнетворные. Загрязнения бывают минерального, органического и комбинированного происхождения. Основным видом загрязнения для сырья является почва. Почва обладает рядом физико-механических свойств, которые могут повлиять на качественное проведение технологического процесса мойки растительного сырья. К этим свойствам относят: пористость, плотность, пластичность, набухаемость, влажность, липкость.

Рассмотрим два последних свойства, так как они являются самыми значимыми. Влажность почвы – это количество содержащейся в ней воды, по отношению к абсолютно сухой массе. Влажность почвы может изменяться в широких пределах. Липкость – это способность почвы прилипать к предметам. Ее выражают в г/см^2 либо в кг/м^2, а измеряют усилием, необходимым для отрыва прилипшего предмета от почвы. Оно основывается на адгезии материалов на поверхности раздела и когезии самого материала. Если силы когезии больше, чем силы адгезии, разделение происходит в результате преодоления сил адгезии, и наоборот. Если обе силы приблизительно равны, разделение происходит благодаря частичному преодолению сил адгезии и когезии. Известно, что когезия – это сопротивление тела разрушению, связанному с преодолением сил взаимодействия между атомами и молекулами на поверхности раздела. Между работой когезии и работой хрупкого разрушения существует прямая зависимость. Адгезия – это свойство, которое основывается на взаимодействии двух различных тел на границе раздела фаз и вызывает сцепление тел. При разделении тел необходимо преодолеть силы сцепления. Прочность соединения загрязнений и поверхностью растительного сырья зависит от площади и состояния поверхности контакта. В рассматриваемом вопросе силы адгезии – это силы сцепления между поверхностью растительного сырья и загрязнениями, а силы когезии – это силы взаимодействия между частицами загрязнения. Так как почва, находящаяся на поверхности плодов и овощей, является загрязнением, то очевидно важно знать адгезионно-когезионные характеристики почв. Н.А. Качинский [2] разделил грунты (почвы) по силе адгезии при капиллярном насыщении на пять групп:

- предельновязкие 15 г/см^2
- сильновязкие 5 … 10 г/см^2
- средневязкие 2 ..... 5 г/см^2
- слабовязкие 0,5 … 2г/см^2
- рассыпчатые 0,1 ... 0,5г/см^2

В работе В.Г. Цибулько "Динамика липкости чернозёмов" [3] были исследованы чернозёмы различного гранулометрического состава. Полученные данные показывают, что величина влажности, при которой берёт начало липкость, колеблется в зависимости от содержания глины, в пределах от 18 до 26 %. Интервал влажности от начала налипания до влажности в точке наибольшей липкости расширяется в направлении от более лёгкого к более тяжёлому гранулометрическому составу чернозёма. Рассмотренный интервал свидетельствует о том, что грунт в сухом состоянии практически не обладает липкостью. По мере увеличения влажности липкость возрастает. Черноземы отличаются друг от друга разными величинами начальной и максимальной липкости. По мере увеличения содержания гумуса, глины, кальция, магния и ёмкости поглощения, интервал проявления липкости в чернозёмах возрастает [4]. Необходимо

принять во внимание тот факт, что на адгезию частиц оказывает значительное влияние шероховатость поверхности. Реальные поверхности плодов и овощей по шероховатости отличаются друг от друга, имеющиеся неровности изменяют площадь контакта частиц с поверхностью, зазор между соприкасающимися частицами загрязнений и самим плодом или овощем поэтому изменяется и адгезионное взаимодействие. Можно выделить три случая, характеризующие влияние шероховатости поверхности на адгезию частиц загрязнения. Первый случай возможен, когда контактирующие поверхности идеально гладки. Второй случай возможен, когда высота выступов меньше размеров частиц. При этом площадь истинного контакта частиц с поверхностью уменьшается, и поэтому уменьшается сила адгезии. В третьем случае увеличение сил адгезии происходит за счёт шероховатости и поверхности, когда величина выступов соизмерима с размерами частиц. Площадь истинного контакта снова растёт, что приводит к росту сил адгезии.

На основании изложенного можно сделать вывод, что адгезия на микрошероховатой поверхности меньше, чем на гладких или на поверхностях, обладающих макрошероховатостью. Оценка влияния шероховатости на адгезию может быть дана при условии, что за основу принята определённая модель шероховатой поверхности, в которой учитывается только наличие и размер выступов поверхности, а сами выступы считаются идеально гладкими [1].

Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что силы адгезии различных овощей и различных видов загрязнений будут иметь различные значения силы адгезии.

Целью экспериментов, результаты которых приведены в данной работе, является определение максимального значения силы адгезии между различными видами сырья и загрязнений в зависимости от влажности последнего.

Известны различные методы экспериментальных исследований адгезионных параметров как пищевых так и не пищевых сред. На основе анализа методов для определения адгезии выбран метод, основанный на отрыве образца от поверхности загрязнения с фиксацией усилия отрыва.

Используемый адгезиометр (рис. 1) состоит из трёх основных узлов: устройства для крепления испытуемых образцов, блока приложения силы отрыва и измерительного устройства для определения усилия отрыва. В качестве устройства для крепления испытуемых образцов используется диск 4 из нержавеющей стали с прикреплённым к нему по центру стержнем. Диск со стержнем подвешивается к нити 6 с противовесом 5. К диску с помощью клея прикреплён испытуемый образец. В чашке Петри 2, жёстко закреплённой на корпусе прибора, находится исследуемое загрязнение 3. В качестве блока приложения силы отрыва и измерительного устройства для определения усилия отрыва используются модифицированные рычажные весы 1, к левому плечу которых, крепится нить 6 с диском 4. На правом плече прибора располагается подвеска с чашей, в которую устанавливаются гири 7 для создания усилия отрыва между загрязнением и испытываемым образцом.

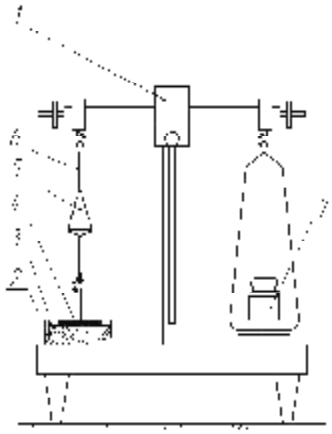


Рис. 1 – Адгезиометр

Экспериментальные исследования проводились на образцах кожицы свеклы, картофеля, моркови, огурцов и томатов. В качестве загрязнений растительного сырья использовались: глина, чернозём, песчаник.

Первое, из перечисленных, загрязнение было выбрано не случайно, а в связи с тем, что липкость черноземов зависит от содержания в них глины, поэтому было сделано предположение о том, что, воз-

можно, глина обладает более высокими адгезионными свойствами, чем чернозем, песчаник и другие типы почв.

Ниже приведены графики, позволяющие определить усилие отрыва загрязнений от поверхности растительного сырья в зависимости от влажности загрязнений.

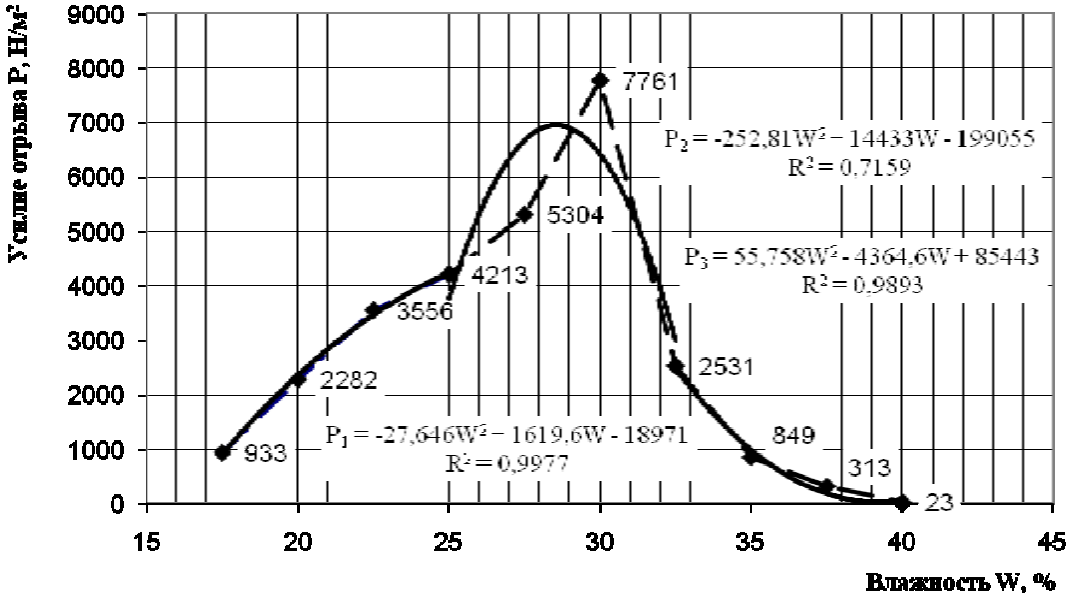


Рис. 2 – Загрязнение – глина, образец – свекла

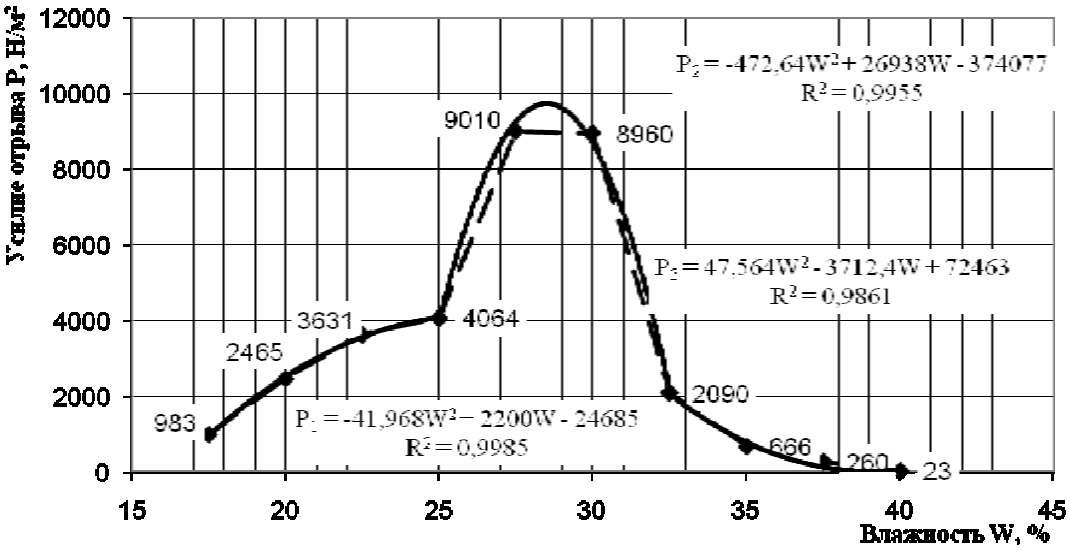


Рис. 3 – Загрязнение – глина, образец – картофель

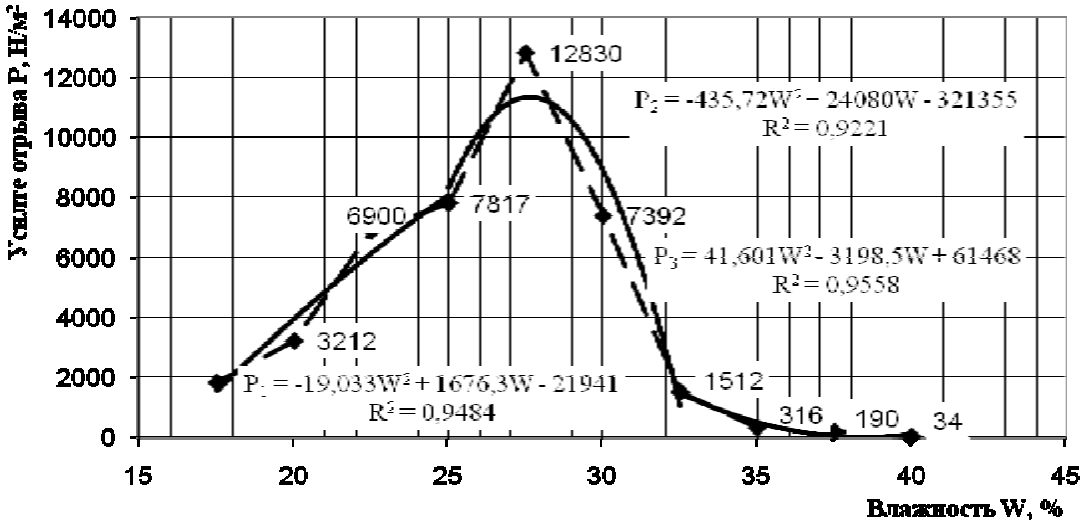


Рис. 4 – Загрязнение – глина, образец – морковь

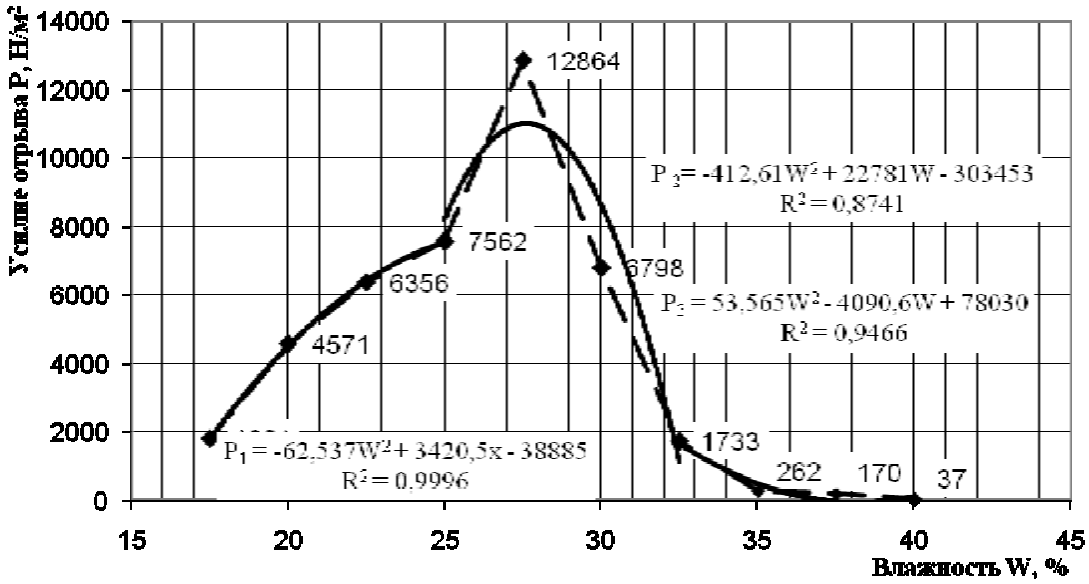


Рис. 5 – Загрязнение – глина, образец – огурец

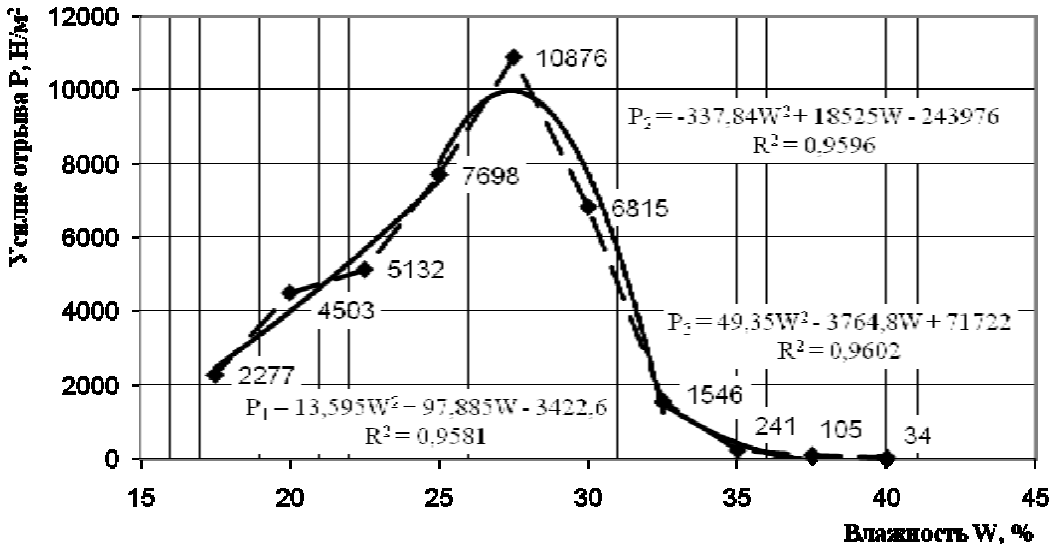


Рис. 6 – Загрязнение – глина, образец – томаты

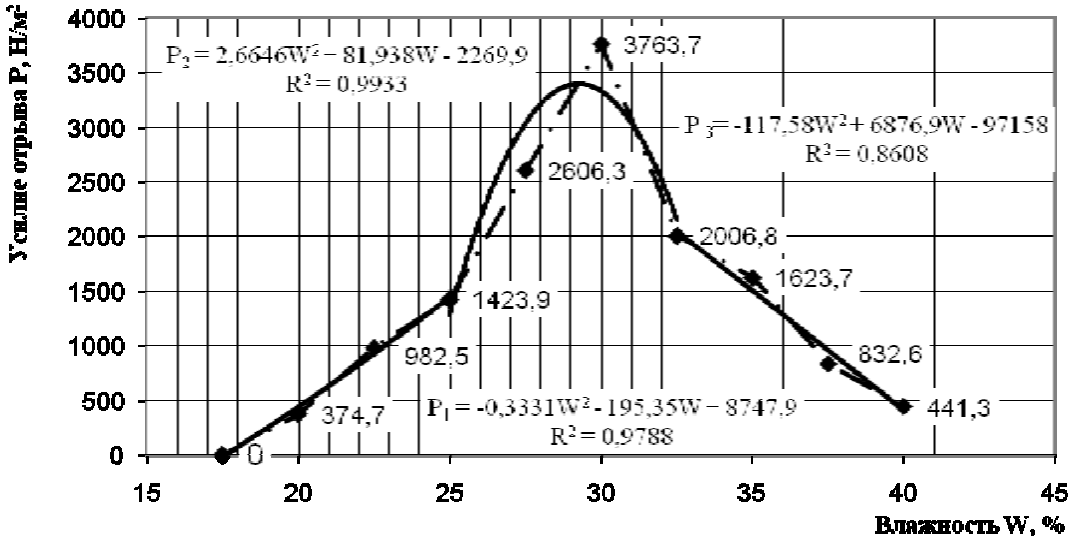


Рис. 7 – Загрязнение – чернозём, образец – свекла

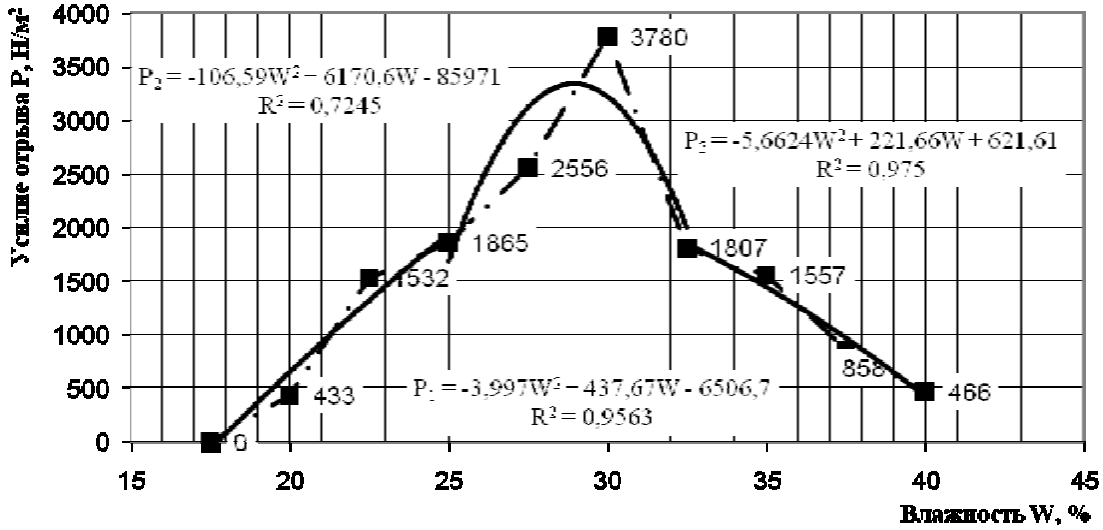


Рис. 8 – Загрязнение – чернозём, образец – картофель

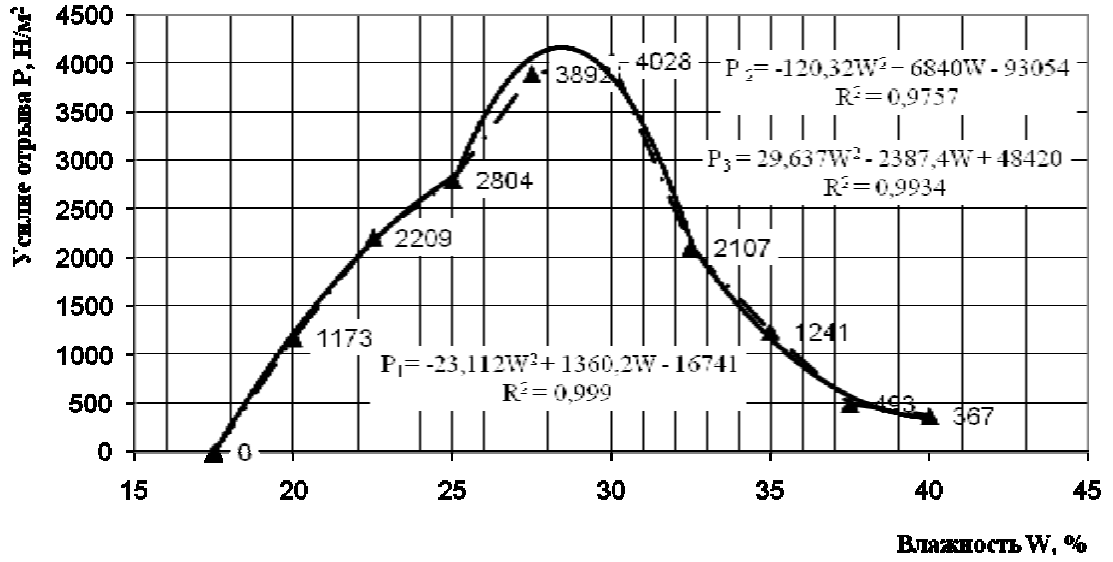


Рис. 9 – Загрязнение – чернозём, образец – морковь

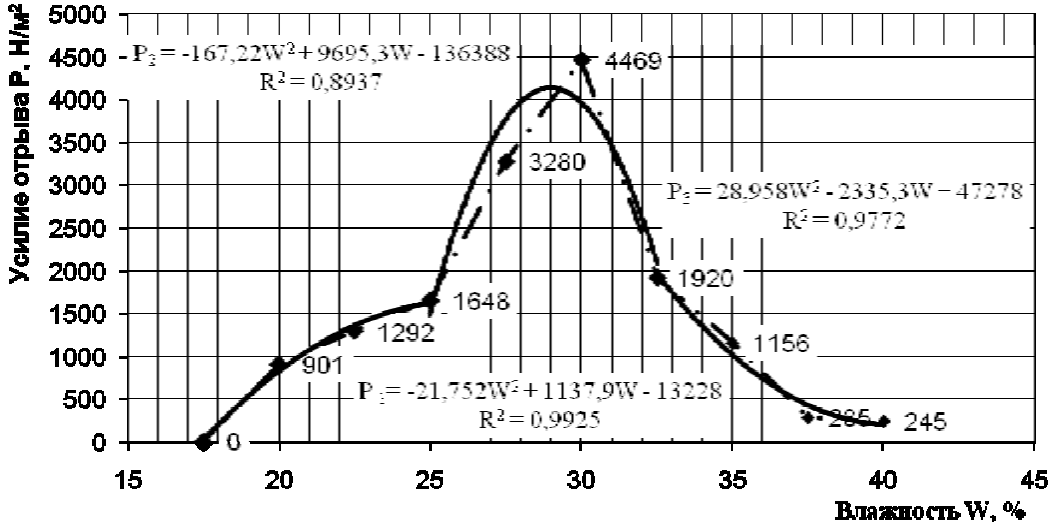


Рис. 10 – Загрязнение – чернозём, образец – огурец

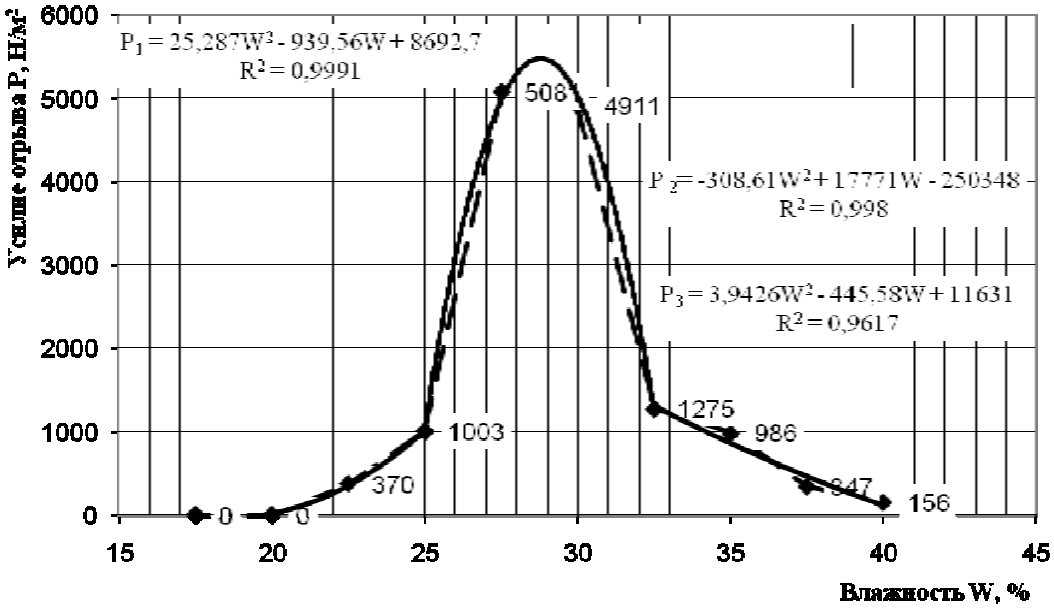


Рис. 11 – Загрязнение – чернозём, образец – томаты

На основании приведенных результатов, можно сделать вывод о том, что адгезия на микрошероховатой поверхности меньше, чем на гладких или на поверхностях, обладающих макрошероховатостью. В частности поверхность моркови и огурца обладает макрошероховатостью и соответствующие значения усилия отрыва больше, чем у других образцов. Объясняется это тем, что площадь поверхности сырья обладающего макрошероховатостью больше, чем, например, у гладкого томата, а размер загрязнений соизмерим или меньше шероховатости сырья, поэтому усилие необходимое на преодоление сил адгезии выше.

На основании проведенных экспериментов определена величина влажности, при которой наблюдается наибольшее адгезионное взаимодействие загрязнений и поверхности растительного сырья. Количественно это значение влажности находится в пределах 28…30 %. Также определено количественно значение величины усилия отрыва загрязнений от поверхности растительного сырья. Знание этих величин позволяет в зависимости от вида сырья рассчитать необходимые режимы работы моечных машин и подобрать соответствующие рабочие органы.

Литература

1. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание. – М.: Химия. – 1974. – 416 с.
2. Н.А.Качинский. Механический и микроагрегативный состав почвы, методы его изучения. ─ М.: АН СССР, 1958.
3. Цыбулько В.Г. Динамика липкости чернозёмов. ─ Харків, Вісник ХДАУ, № 3, 2001. ─ с. 114.
4. Грунтоведение /Под. Ред. В.Т.Трофимова 6 – е изд. перераб. и доп.-Москва:Наука, 2005. – 1005 с.

УДК 641.526.7

ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫЙ НАГРЕВ В КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССАХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖАРЕНОЙ И ЗАПЕЧЕННОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ

Михайлов В. М., д-р техн. наук, профессор, Дьяков А.Г., канд. техн. наук, доцент,
Бабкина И.В., канд. техн. наук, доцент, Шевченко А.А., ассистент
Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков

В статье представлен анализ использования электроконтактного нагрева в процессах и аппаратах пищевой промышленности. Выполнен тепловой расчет, результаты которого подтверждают эффективность использования электроконтактного нагрева в комбинированных тепловых процессах, используемых при производстве жареной и запеченной кулинарной продукции. Представлены результаты исследования выбора рациональных параметров электрического тока - напряжения, частоты.

In article presented analysis of the use of electrocontact heating in processes and apparatus of food retail industry. Executed a thermal calculation, the results of which confirm efficiency of the use of electrocontact heating in the combined thermal processes in-use at production of the fried and baked culinary goods. Presented the results of research of choice of rational parameters of electric current are voltage and frequencies.

Ключевые слова: электроконтактный нагрев, тепловая обработка, жарка, запекание.

Теоретические сведения и производственный опыт осуществления процессов жарки и, в частности, запекания кулинарных изделий, свидетельствуют о ряде присущих им недостатков, наиболее важными из которых являются высокий расход энергоресурсов, значительная продолжительность и трудоемкость, низкий коэффициент полезного действия, а в некоторых случаях также невысокое качество получаемых изделий. С целью устранения этих недостатков вышеуказанные процессы усовершенствуются, в частности путем комбинирования разнообразных способов подвода тепловой энергии к нагреваемому продукту.

Одним из возможных направлений повышения технико-эксплуатационных показателей процессов тепловой обработки пищевых продуктов, является комбинирование традиционных методов подвода тепловой энергии с электрофизическими методами, в частности электроконтактным нагревом (ЭКН). Однако, несмотря на ряд достоинств этого метода (высокий КПД, равномерность температурного поля и др.), ЭКН в технологиях жарки до сих пор практически не применялся. Это обусловлено тем, что в условиях нагрева электрическим током основной проводник, входящий в состав полуфабрикатов, – водный солевой раствор, при нормальных условиях нагревается только до 100 °С. Данная температура достаточна для кулинарной готовности изделия, но для формирования корочки на поверхности продукта необходимо достигнуть около 120…130 °С, что и является барьером для использования ЭКН в процессах жарки. В то же время известно, что готовность изделия определяется достижением температуры в центральных слоях до 80…85 °С, поэтому ЭКН можно использовать, прежде всего, для интенсификации нагрева внутренних слоев продукта. Однако следует отметить, что положительный эффект использования ЭКН в комбинированных процессах возможен лишь при рациональных параметрах, в противном случае возможен обратный – негативный эффект. Поэтому важной задачей является расчет показателей, свидетельст-

вующих об эффективности теплового процесса для случая комбинирования ЭКН с другими методами нагрева.

Целью данной статьи является обоснование эффективности использования ЭКН в комбинированных тепловых процессах при производстве жареной и запеченной кулинарной продукции и определение рациональных параметров используемого электрического тока.

ЭКН используется при производстве колбасных изделий на основе многообразных видов фаршей (основным условием при этом является однородность структуры полуфабрикатов). При воздействии электрического тока осуществляют размораживание пищевых продуктов, например рыбных блоков. ЭКН применяют как в процессах сушки на табачном производстве, так и для пастеризации жидких пищевых продуктов (молока, уксуса). Однако, несмотря на ряд важных преимуществ, использование электроконтактного нагрева в способах тепловой обработки кулинарной продукции не нашло широкого применения.

ЭКН позволяет осуществлять обработку при перемещении полуфабрикатов вдоль электродов и при их неподвижном положении. К первой группе следует отнести устройство для электроконтактной термообработки рыбного фарша, устройство для непрерывного ЭКН пищевых продуктов, устройство для электроконтактной варки пищевых продуктов, устройство для изготовления вареных колбас, шнековое устройство для электроконтактной тепловой обработки пищевых продуктов, устройство для ЭКН фаршевых изделий и др. [1-6]. Перечисленные разработки могут в основном применяться на различных крупных перерабатывающих предприятиях, производственных цехах мясокомбинатов. Вторая группа оборудования – периодического действия, в которой большинство аппаратов предназначено для использования на пищевых предприятиях невысокой мощности, в том числе ресторанного хозяйства. Сюда можно отнести устройство для обработки пищевых продуктов электрическим током, контейнер для пищевых продуктов с пазами для электродов, устройство для реализации электроконтактного способа приготовления пищевых продуктов [7-9]. На этом же принципе обработки основан способ варки и способ приготовления пищевых продуктов [10, 11].

Проведенный анализ использования ЭКН позволил сделать вывод о перспективности исследований по разработке технологии применения ЭКН для производства формованных изделий, например порционных рубленых изделий и запеканок на основе мяса, рыбы, измельченных овощей (картофеля, моркови, свеклы), различных круп; изделий из теста, в том числе хлебобулочных изделий и др. Одним из направлений в решении данной задачи является усовершенствование процессов жарки путем комбинации традиционных методов нагрева с ЭКН.

Разработанные авторами комбинированный способ тепловой обработки [12] и многофункциональное устройство [13] реализуют идею использования ЭКН при жарке и запекании. В их основу положено комбинирование поверхностного, инфракрасного (ИК) и электроконтактного нагрева. При этом поверхностный и ИК нагрев обеспечивают формирование корочки, соответственно с нижней и верхней поверхности полуфабриката, а ЭКН обеспечивает интенсивный нагрев внутренних слоев через боковые поверхности изделия.

Для обоснования эффективности использования ЭКН в комбинированном тепловом процессе, а также рациональных параметров электрического тока рассмотрим два варианта тепловой обработки полуфабрикатов:

— при двухстороннем подводе тепловой энергии снизу и сверху (контроль);

— при комбинации двухстороннего подвода тепловой энергии снизу и сверху с ЭКН от электродов, расположенных у боковых поверхностей продукта.

Зададимся следующими исходными данными. Масса полуфабриката 0,125 кг; площади нагреваемых поверхностей равны $5 \cdot 10^{-3}$ м^2; начальная температура продукта 20 °С; удельное тепловое напряжение с одной стороны 10 кВт/м^2; продолжительность нагрева 750 с.

Как известно, количество теплоты

$$Q = q \cdot S \cdot \tau \text{, Дж,} \qquad (1)$$

где q – удельное тепловое напряжение, кВт/м^2;

S – площадь нагреваемой поверхности, м^2;

τ – продолжительность нагрева, с.

Из выражения (1) энергия от источника теплоты на процесс нагрева одной стороны продукта составляет Q = 37,5 кДж., тогда при двустороннем нагреве – Q = 75 кДж.

В данных условиях тепловой обработки справедливо выражение

$$Q = k \cdot G \cdot c \cdot (t_к - t_н) + k \cdot G \cdot x \cdot r \text{, Дж,} \qquad (2)$$

где k –доля продукта от общей массы полуфабриката (принимаем для внутреннего слоя k = 0,8, для поверхностного k = 0,2);

G – масса полуфабриката, кг;

c – средняя удельная теплоемкость полуфабриката, Дж/кг·°С (принимаем для внутреннего слоя c = 3157 Дж/кг·°С, для поверхностного – c = 1670 Дж/кг·°С);

$t_к$, $t_н$ – конечная и начальная температура, соответственно, °С;

x – количество выпаренной влаги от начальной массы полуфабриката (принимаем для внутреннего и поверхностного слоя 15 % и 45 %, соответственно);

r – скрытая теплота парообразования, Дж/кг (принимаем для внутреннего слоя r = 2382,2·10^3 Дж/кг; поверхностного – 2256,3·10^3 Дж/кг).

Из формулы (2) конечная температура:

$$t_к = \frac{Q - k \cdot G \cdot x \cdot r}{k \cdot G \cdot c} + t_н, \text{ °С.} \quad (3)$$

Так как согласно [14] отношение необходимой энергии на нагрев внутреннего слоя к энергии на нагрев поверхностного 3:2, то энергия распределится в количестве, соответственно, 45 кДж и 30 кДж (при расчете процесса нагрева поверхностного слоя с одной стороны следует принять 15 кДж).

Выполнив расчеты по уравнению (3) для первого варианта определяем, что конечная температура внутреннего слоя составляет 49 °С, что является недостаточным для кулинарной готовности изделия, а поверхностного – 130 °С, при которой формируется поджаристая корочка. Увеличением мощности нагрева безусловно можно достичь необходимого значения в центре изделия 80 °С, но при этом произойдет перегрев и пригорание корочки, что является нежелательным.

При решении задачи для второго варианта нагрева будем исходить из необходимости достижения конечной температуры внутреннего слоя 80 °С. При этом из выражения (1) следует, что необходимое количество тепловой энергии должна составлять 54,7 кДж. Разность между количеством получаемой от источника энергии теплоты, и необходимой теплотой составляет 9,7 кДж. Согласно [14] напряжение для электроконтактного нагрева из закона Джоуля-Ленца:

$$U = \sqrt{\frac{Q}{\sigma \cdot \tau}}, \quad (4)$$

где U – напряжение электрического тока, В;

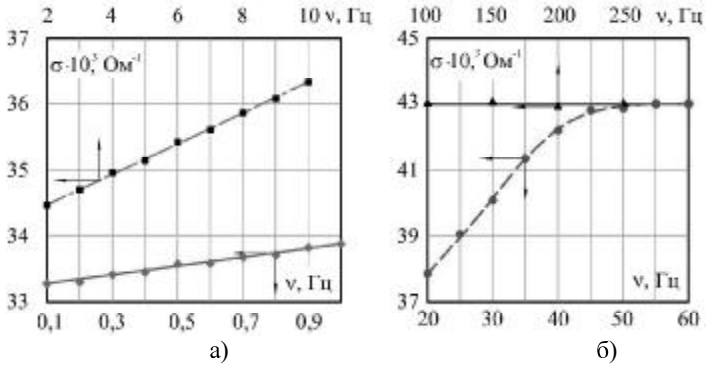
σ – электропроводность, Ом$^{-1}$ (принимаем σ = 0,085 Ом$^{-1}$);

Подставив значения, получим U = 12 В.

В данном расчете показано, что двухсторонний нагрев изделия не дает возможности получить необходимое распределение температур по его объему. Недостаток энергии можно компенсировать применением ЭКН. При этом, учитывая различие в электропроводных свойствах пищевых продуктов, возникает необходимость регулирования мощности ЭКН за счет изменения напряжения. Его рациональное значение при известных значениях средней электропроводности полуфабриката, времени на формирование корочки и количества энергии на нагрев можно определить из формулы (4).

Однако следует отметить, что кроме напряжения, важным электрическим параметром, который оказывает значительное влияние на процесс ЭКН, является частота электрического тока, изменение которой влияет на электропроводность продукта, а также, соответственно, скорость нагрева и затраты энергии.

В качестве предмета исследований использовали мясной фарш. На рис. 1 приведены результаты исследований изменения электропроводности в интервалах низких 0,1…1 Гц, 2…10 Гц, 20…60 Гц и высоких 100…300 Гц частот.



а) б)

- 0,1…1 Гц; - 2…10 Гц; - 20…60 Гц; - 100…300 Гц

Рис. 1 – Зависимость электропроводности мясного фарша от частоты электрического тока

Анализ приведенных зависимостей свидетельствует о линейном увеличении электропроводности с повышением частоты вплоть до значения 30 Гц, далее тенденция нарушается и после 50 Гц электропроводность одинакова. Это объясняется следующим образом. Учитывая относительно высокое сопротивление клеточной мембраны, при малой частоте электрический ток проходит в основном во внеклеточной среде, что и обуславливает небольшую электропроводность. При увеличении же частоты электрического тока снижается сопротивление мембран, следствием чего является увеличение количества энергии, проходящей через клетки продукта и соответственно рост электропроводности. Кроме того, при низких частотах происходит перераспределение влаги внутри продукта, что ухудшает проводимость, а при 30…50 Гц частички влаги в основном совершают лишь колебательное движение и почти не перемещаются. Это означает, что структура продукта остается равномерной, что и обуславливает более высокую электропроводность. Дальнейшее же увеличение частоты до 300 Гц не влияет на эти факторы и электропроводность остается постоянной. Повышение электрической проводимости возможно (при чем незначительно) лишь при увеличении частоты электрического тока в сотни раз, когда возникнет колебание частиц на молекулярном уровне. Однако, это требует использования генераторов высоких частот, которые достаточно громоздки и имеют высокую стоимость, что повышает себестоимость аппаратурного обеспечения. С этой точки зрения целесообразно применять частоты, которые можно получить, используя простые электрические схемы.

Выводы

Выполненный обзор литературы показал перспективность использования ЭКН в процессах и аппаратах для производства широкого ассортимента кулинарной продукции, например порционных рубленых изделий и запеканок на основе мяса, рыбы, измельченных овощей, круп, хлебобулочных изделий и др.

Тепловыми расчетами получены данные, свидетельствующие об эффективности использования ЭКН в комбинированных тепловых процессах, используемых при производстве жареной и запеченой кулинарной продукции. Определены рациональные параметры используемого электрического тока – напряжение – 12 В, частота – 30…50 Гц.

Важными задачами дальнейшей работы являются исследования электропроводных свойств различных фаршевых систем, разработка рекомендаций к тепловой обработке конкретных полуфабрикатов, расчеты основных показателей разработанных аппаратов.

Литература

1. А.с. 1736391 СССР, МКИ А 23 L 1/025. Способ электроконтактной термообработки рыбного фарша / Л.Я. Дембо, В.И. Варцаба (СССР). – № 4824680/13; заявл. 14.05.90; опубл. 30.05.92, Бюл. № 20.
2. А.с. 1685377 СССР, МКИ А 23 L 1/025. Устройство для непрерывного электроконтактного нагрева пищевых продуктов / В.И. Варцаба, Г.В.Маслова (СССР). – № 4709674/13; заявл. 22.06.89; опубл. 23.10.91, Бюл. № 39.
3. А.с. 591176 СССР, МКИ А 23 L 1/00, А 22 С 11/00. Устройство для электроконтактной варки пищевых продуктов / В.В. Рубаник, Д.Н. Ильинский, Э.К. Бунке (СССР). – №2364828/28-13; заявл. 24.05.76; опубл. 05.02.78, Бюл. №5.
4. Пат. 228 444 ГДР, МКИ А 23 L 1/317, А 22 С 11/00. Способ и устройство для изготовления вареных колбас. – Опубл. 16.10.85 №42.
5. А.с. 1669420 СССР, МКИ А 23 L 1/025. Устройство для электроконтактной тепловой обработки пищевых продуктов / В.И. Варцаба (СССР). – № 4709675/13; заявл. 22.06.89; опубл. 15.08.91, Бюл. № 30.
6. А.с. 1669419 СССР, МКИ А 23 L 1/025. Устройство для электроконтактного нагрева фаршевых изделий / В.И. Варцаба (СССР). – № 4709673/13; заявл. 22.06.89; опубл. 15.08.91, Бюл. № 30.
7. Заявка 03 3 512 058 ФРГ, МКИ А 23 L 1/025. Способ и устройство для обработки пищевых продуктов электрическим током. – Опубл. 10.10.85 №41.
8. Пат. 4109566 США, МКИ А 23 L 1/01. Food container having electrode pockets. – Опубл. 29.08.1978, Том 937, №5.
9. Пат. 2058084 РФ, МКИ А 23 L 1/025. Электроконтактный способ приготовления пищевых продуктов / Л.В. Долотовский (РФ). – № 94007050/13; заявл. 22.02.94; опубл. 20.04.96, Бюл. № 11.
10. А.с. 1634236 СССР, МКИ А 23 L 1/025. Способ варки фаршевых продуктов / Л.Я. Дембо, С.В. Никитин, П.Н. Складнев (СССР). – № 4420473/13; заявл. 04.05.88; опубл. 15.03.91, Бюл. № 10.
11. Заявка 94037461 РФ, МКИ А 23 L 1/025. Электроконтактный способ приготовления пищевых продуктов/ Б.М. Гринберг, А.В. Абрамов (РФ). – № 94037461/13; заявл. 29.09.94; опубл. 10.03.97.
12. Пат. 33181 Україна, МКИ А 23 L 1/025. Комбінований спосіб жарки січених кулінарних виробів на основі електроконтактного нагріву / Михайлов В.М., Дьяков О.Г., Бабкіна І.В., Шевченко А.О. (Україна). – № 200801945; заявл. 15.02.08; опубл. 10.06.08, Бюл. №11.

13. Пат. 37175 Україна, МКИ A 23 L 1/025. A 47 J 37/00. Багатофункційний пристрій теплової обробки харчових продуктів / Михайлов В.М., Бабкіна І.В., Дьяков О.Г., Шевченко А.О. (Україна). – № 200804522; заявл. 09.04.2008; опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22.
14. Михайлов В.М. Теоретичне визначення ефекту інтенсифікації термообробки за умов комбінованого запікання кулінарної продукції / В.М. Михайлов, О.Г. Дьяков, А.О. Шевченко // Прогрес. техніка і технології харч. вир-в ресторан. господарства і торгівлі : зб. наук. пр. – 2009. – Вип. 2 (10). – С. 230-237.

УДК 66.084.6

МОЙКА ОВОЩЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСТОРАННОГО ХОЗЯЙСТВА

Антропова Л.Н., канд. техн. наук, доцент, Гладкая А.Д. канд. техн. наук, доцент,
Датьков В. П. канд. техн. наук, доцент
Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского

Приведена информация о влиянии вибрации, как эффективного способа механического воздействия, на овощи в процессе мойки, влияние формы и параметров вибраций рабочего камеры моечной машины на эффективности процесса мойки, конструктивное устройство моечной машины.

Established information about vibration influence as an effective method of mechanical action on vegetables in the process of washing, influence of the form and parameters of vibration of the working chamber of washing machine on the effectiveness of the washing process and construction structure of the washing machine.

Ключевые слова: вибрация, процесс мойки, овощи

При переработке овощей на предприятиях ресторанного хозяйства одной из важных технологических операций, влияющей на качество готовой продукции является мойка. Проведенные исследования в области создания оборудования для мойки овощей показали целесообразность применения вибрации для интенсификации процесса мойки. Достоинствами вибрационных машин является простота конструкции в сочетании с высоким качеством мойки при малом удельном расходе воды.

Цель работы – совершенствование процесса мойки овощей и разработка малогабаритной машины для его реализации.

В соответствии с поставленной целью были решены задачи:

— разработка конструкции вибрационной машины для мойки овощей;
— исследование кинематики рабочей камеры машины;
— изучение формы траектории рабочей камеры и характера взаимодействия овощей в процессе мойки;
— исследование влияния параметров вибрации на качество мойки овощей.

Для предстоящего исследования спроектирована машина для мойки, схема которой представлена на рисунке 1.

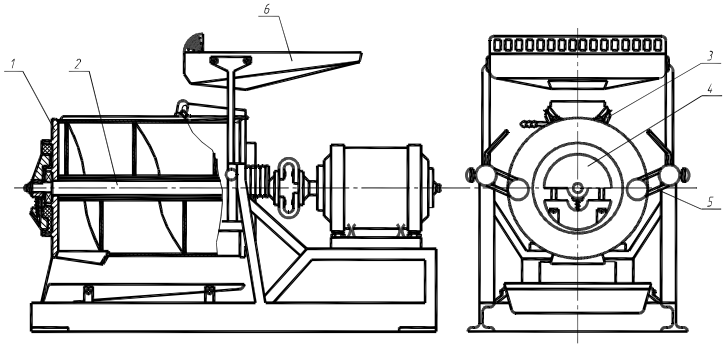


Рис. 1. – Вибрационная моечная машина

Машина имеет рабочую камеру 1, представляющую собой кольцевой винтовой канал, образованный наружным и внутренним цилиндрами, между которыми закреплен неподвижный однозаходный шнек, проходящий по всей длине камеры.

Наружный цилиндр, являющийся корпусом рабочей камеры, крепится к станине на кольцевых упругих элементах 5, воспринимающих вибрационные колебания. По оси внутреннего цилиндра расположен вал дебалансного вибратора 2, смонтированный в сферических двухрядных подшипниках. На концах вала закреплены автоматически регулируемые дебалансы 4. В процессе мойки овощи подаются в загрузочный бункер 6 машины.

Продвижение овощей по винтовому каналу вдоль камеры происходит за счет непрерывной вибрации корпуса машины и поступления новых порций продукта. Отделение загрязнений от овощей происходит за счет интенсивного трения их поверхностей одна от другого, а также о стенки рабочей камеры и винтового канала. Загрязнения смываются подающейся водой из оросителя 3.

Рассмотрим кинематику рабочей камеры моющей машины.

В процессе работы на рабочую камеру действуют: силы тяжести Mg , возмущающее усилие вибратора $I_в = mr\omega^2$ и восстанавливающие силы упругой системы, которые состоят из статических и динамических составляющих.

Обозначим координаты центра массы M в отклоненной от статического равновесия системе X и Y, а угол поворота рабочей камеры $\ddot{\theta}$. При этом движение описывается уравнениями, преобразованными к виду:

$$M\ddot{x} = I_b \cos\omega t - P_1 x + P_2 x$$

$$M\ddot{y} = I_b \sin\omega t + P_1 y + P_2 y + P_{1b} + P_{2b} - Mg$$

$$I\ddot{\theta} = -I_b h\cos\omega t - (P_{1H} - P_{2H})L\sin\alpha$$

где: I – приведенный момент инерции камеры, кг/м;

r – расстояние от оси вращения до центра массы m, м;

ω – угловая скорость вращения дебалансов, $с^{-1}$;

P_1, P_2 – силы упругости статических и динамических составляющих упругой системы, которые возникают при колебаниях рабочей камеры.

Усилия, которые определяют динамическую деформацию:

$$P_д = \sigma_д F = c(\Delta l_д + \mu\Delta l_д) \qquad (2)$$

где: F – площадь поперечного сечения упругой системы, $м^2$;

Δl_0 – длина элементов упругой системы при деформации, м;

μ – коэффициент внутренних сопротивлений.

Усилия, которые определяют деформацию, разные для элементов упругой системы, которые работают на растяжении $P_{нст}$ и на сжатии $P_{вст}$ и соответственно равняются:

$$P_{нст} = \frac{1-\varphi}{2\sin\alpha}Mg; \quad P_{вст} = \frac{1}{2}\varphi Mg \qquad (3)$$

где: φ – коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между элементами упругой системы;

α – угол наклона оси упругой системы к горизонту, град.

Силы упругой подвески рабочей камеры равны:

$$P_{1н} = P_{нст} + P_{нд} = \frac{1-\varphi}{2\sin\alpha}Mg + C_н[\Delta l_{нд} + \mu(\dot{\Delta l}_{нд})]$$

$$P_{2н} = P_{нст} - P_{нд} = \frac{1-\varphi}{2\sin\alpha}Mg - C_н[\Delta l_{нд} + \mu(\dot{\Delta l}_{нд})] \qquad (4)$$

$$P_{1в} = P_{2в} = P_{вст} + P_{вд} = \frac{\varphi}{2}Mg + C_в[\Delta l_{вд} + \mu(\Delta l_{вд})]$$

Подставив значение сил упругости в систему (1) после ряда преобразований, получим уравнение вынужденных колебаний рабочей камеры

$$\chi = \frac{\alpha\omega^2}{\sqrt{4n_n^2\omega^2 + (P_н^2 - \omega^2)^2}}\cos(\omega t - \gamma_н);$$

$$y = \frac{\alpha\omega}{\sqrt{4n_â^2\omega^2 + (P_â^2 - \omega^2)^2}}\sin(\omega t - \gamma_â); \qquad (5)$$

$$\theta = \frac{-\alpha\omega^2 h}{\rho^2\sqrt{4n_\theta^2\omega^2 + (P_\theta^2 - \omega^2)^2}}\cos(\omega t - \gamma_â)$$

Поскольку рабочая камера пребывает под действием двух колебательных движений – качательного, которое возникает из-за несовпадения центра массы рабочей камеры и оси вращения дебалансов, форма траектории, движения ее будет осуществляться по эллиптической траектории.

При проектировании вибрационных машин по технологическим соображениям важно знать форму колебаний рабочей камеры. Для ее определения использовали точечные источники света (светодиоды), которые закреплялись в специальном корпусе на торцевой стенке рабочей камеры. Световой поток от диодов проходил через отверстие в корпусе диаметром 0,1 мм.

При колебаниях камеры светодиоды описывали траектории расчетных точек. Эксперимент выполнялся при амплитудах 0,001–0,005 м и круговой частоте вибратора 90-140 сек$^{-1}$.

Исследования показали, что светодиоды описывали эллиптическую траекторию, причем углы наклона эллипсов в разных точках оказались различными.

Моечная машина (рисунок 1) обеспечивает высокую интенсивность процесса мойки благодаря конструктивному устройству – наличию центральной трубы и неподвижного шнека в рабочей камере. Это позволяет увеличить площадь взаимодействия овощей с вибрирующими поверхностями.

Поверхности сообщают овощам ударные импульсы, во время которых они многократно соударяются при непрерывном подбрасывании, интенсивно трутся друг о друга и стенки рабочей камеры, совершая циркуляционное движение по неподвижному шнеку в сторону выгрузки.

Скоростная киносъемка подтвердила, что преобладающий характер движения овощей – циркуляционный в плоскости перпендикулярной оси вибратора.

В результате исследований определено, что скорость перемещения овощей в процессе мойки имеет тенденцию к монотонному росту, как при увеличении угловой скорости так и амплитуды. Однако, при угловой скорости 130-150 сек$^{-1}$, когда совершается интенсивное движение овощей, скорость постоянна, а дальше интенсивность перемещения начинает снижаться, что отражается на эффективности мойки.

Это объясняется изменением характера взаимодействия овощей со стенками рабочей камеры и между собой.

Результаты исследований по определению влияния амплитуды и частоты колебаний рабочей камеры на изменение загрязненности овощей в процессе мойки приведены на рисунках 2 и 3.

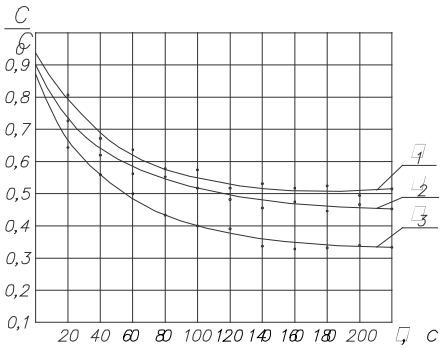


Рис. 2 – Изменение загрязненности овощей в процессе мойки при амплитуде колебаний рабочей камеры, м: a_1=0,003; a_2=0,005; a_3=0,007

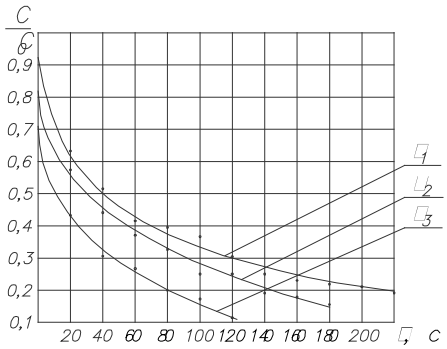


Рис. 3 – Изменение загрязненности овощей в процессе мойки при частоте колебаний рабочей камеры, с$^{-1}$: $\omega_1 = 120;\ \omega_2 = 130;\ \omega_3 = 140.$

Увеличение частоты колебаний приводит к такому режиму работы машины, при котором наблюдается фазовое отставание в перемещении отдельных овощей.

Имеет место режим, при котором верхние овощи находятся во взвешенном состоянии, а нижние, падая на днище камеры вновь получают и передают импульсы выше лежащим овощам, когда те еще не закончили своего движения вверх.

С повышением частоты колебаний импульс от стенок и днища камеры передаются только овощам находящимся вблизи стенок, с частотой соответствующей частоте колебаний рабочей камеры. Овощи, удаленные от стенок и днища, еще до окончания перемещения в первоначальном направлении получают импульс противоположного знака, поэтому движение затухает.

Качество мойки овощей оценивалось отношением текущей загрязненности C к начальной. Из рисунка 2 следует, что характер зависимостей $\frac{C}{C_0} = f(\tau)$ остается практически одинаковым при изменении амплитуды колебаний рабочей камеры.

Качество мойки с увеличением амплитуды колебаний и времени обработки изменяется незначительно.

При увеличении круговой частоты колебаний рабочей камеры достигается высокое качество мойки при меньшем времени обработки – рисунок 3.

В результате математической обработки кривые (рисунок 2, 3) удалось описать зависимостью

$$\frac{C}{C_0} = Ze^{в\tau};$$

$$\frac{C}{C_0} = 0,7878\ e^{-0,0050\ \tau};$$

$$\frac{C}{C_0} = 0,7355e^{-0,0070\tau}; \qquad (6)$$

$$\frac{C}{C_0} = 0,6690\ e^{-0,0073\tau}.$$

Круговым частотам колебаний рабочей камеры $\omega_1 = 110c^{-1}$, $\omega_2 = 120c^{-1}$, $\omega_3 = 140c^{-1}$ соответствуют зависимости:

$$\frac{C}{C_0} = 0,7045e^{-0,0062t},$$

$$\frac{C}{C_0} = 0,6895e^{-0,0083t}, \qquad (7)$$

$$\frac{C}{C_0} = 0,6308e^{-0,0141t}$$

Анализ зависимостей (6) и (7) свидетельствует о том, что кинетика удаления загрязнений с поверхности овощей описывается уравнениями реакции первого порядка и характеризуется определенной для данной зависимости константой скорости.

При изменении амплитуды колебаний константа изменяется в пределах 0,0050 …0,0070, а частоты колебаний – 0,0062…0,0141.

Наблюдается тенденция к увеличению константы скорости при увеличении параметров колебаний.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке конструкций вибрационных моечных машин.

Выводы. Исследования свидетельствуют о эффективности использования вибрации для мойки овощей.

Полученные сведения о форме колебаний рабочей камеры, рациональных параметрах вибрации и характере взаимодействия овощей в процессе мойки могут быть использованы при разработке новых вибрационных технологических машин.

Литература

1. Гончаренко И. Ф. Теория вибрационной техники и технологии /И.Ф. Гончаренко, К.В. Фролов. – М.: Наука. – 1981. – 320 с.
2. Блехман И. И. Метод прямого разделения движений в задачах о действии вибрации на линейные механические системы / И. И. Блехман //Изв. АН. СССР. Механика твердого тела. – 1976. – № 6. С. 13–27.

3. Лавандел Э. Э. Система гипотез в технологических расчетах по вибрационному перемещению /Э.Э. Лавандел //Вопросы динамики и прочности. – Рига, 1971. – Вып. 21. – С. 5–10.
4. Антропова Л. Н. Динамические параметры работы вибромоечной машины с резиновыми амортизаторами /Л.Н. Антропова //Торговые и холодильное оборудование: Межвуз. респ. сб. науч. тр./МИНХ. – М., 1980. – С. 136 – 145.
5. Антропова Л.Н. Совершенствование процесса мойки картофеля с помощью вибрации/ Л. Н. Антропова, А. Д. Гладкая, В. П. Датьков//Тезисы докладов V Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств» 05.2005. Могилев. С. 180 – 181.

УДК 663.25(07)

ИССЛЕДОВАНИЕ КОАКСИАЛЬНОГО ПРЕССА

Иваненко А.В. д-р техн. наук, профессор, *Тенюх К.М. канд. техн. наук, доцент,
Кушнир В.В. магистр, Сологуб О.А. зав. лабораторией
Одесская национальная академия пищевых технологий
***Одесский государственный экономический университет**

Проанализированы процессы прессования винограда в коаксиальном прессе и изменения давления в прессуемой массе.

The Analysed processes of the pressing of grape in coaxial press and change the pressure in pressing to mass.

Ключевые слова: коаксиальные перфорированные цилиндры, спираль, трение, экспонента, массовая концентрация взвесей, удельная мощность.

Коаксиальные прессы наиболее близко подходят к шнековым прессам, которые широко используют в винодельческой промышленности. Преимуществами этих прессов являются высокая производительность, непрерывность и надежность работы, а недостатками излишнее истирание массы, низкое качество сусла и большие затраты энергии. Настало время коренным образом преобразовать эти прессы, сохранить их достоинства и устранить недостатки.

Многими авторами при изучении шнековых механизмов применялась упрощенная модель, в которой винтовой механизм заменялся неподвижным прямолинейным каналом с движущейся под углом к его оси крышкой. Эти модели позволяют приближенно оценить роль разных параметров в процессе создания давления. Однако такой метод замены дает большую неточность, особенно для шнековых механизмов со значительной глубиной каналов.

Распространенные в настоящее время в винодельческой промышленности шнековые прессы имеют глубину каналов, доходящую до половины наружного радиуса шнека. Для таких конструкций прессов существенное влияние на изменение давления вдоль витка оказывает сокращение тормозящей поверхности шнека и расстояние от оси шнека, на которых приложены силы трения. Для учета этих величин применена кольцевая модель. Такая модель в большей мере отражает истинные процессы, нежели прямолинейный канал, и позволяет отказаться от громоздкого решения задачи для винтового канала.

Действительный винтовой канал заменен кольцевым с той же шириной и той же площадью наружной и внутренней поверхности. Применен метод осевого смещения витка на величину шага S (подобно сжатию прямоугольной спиральной пружины). Боковые поверхности канала несколько уменьшены из-за уменьшения глубины канала модели (для промышленного пресса это уменьшение не превышает 5%). Мезга в канале перемещается по окружности. Для сохранения условий взаимодействия мезги с цилиндром пресса кольцевой канал вместе с мезгой одновременно перемещается поступательно вдоль оси. Винтовое движение мезги в шнеке относительно цилиндра заменено таким же винтовым движением, составляющими которого являются вращательное и поступательное движение.

Примененная модель несколько сложнее прямолинейного канала, но в ней, как и в прямолинейном канале, достигнута простота и четкость распределения основных сил, что дает возможность получить относительно несложные окончательные формулы.

На рис.1 представлен промежуточный виток спирального механизма. Фигура «*а*» этого рисунка отображает действительную форму витка, имеющего наружный радиус R и внутренний радиус r. Толщиной спирали пренебрегаем. Винтовые линии преобразованы в окружности тех же длин. Полученное кольцо,

по ширине спирали (рис. «*в*»), имеющее приведенный радиус R_1, и внутренний приведенный радиус r_1, которые определяют из уравнений:

$$R_1 = \frac{R}{\cos\alpha} \tag{1}$$

$$r_1 = \frac{r}{\cos\alpha_1} \tag{2}$$

где: α и α_1 — углы наклона винтовых линий по R и r.В модели направление скоростей на наружной поверхности кольца повернуто на угол α относительно скоростей в спиральном механизме. То же касается направления сил трения, действующих на поверхности мезгового бруса.

Применена цилиндрическая система координат, в которой ось z проведена вдоль оси коаксиальных цилиндров. Через ось z проведена неподвижная плоскость, связанная с цилиндром пресса. Вторая плоскость, также проходящая через ось z, — подвижная. Угол между плоскостями, измеренный в радианах, обозначен буквой φ. При повороте подвижной плоскости на угол $d\varphi$ из кольца выделяется элементарная частица мезги.

Делается допущение, что мезга во время движения сохраняет неизменной свою форму, вместе с тем допускают, что она способна передавать давление во все стороны и способна сопротивляться сдвигу, а также испытывать кулоновское трение о стенки канала и о цилиндры коаксиального пресса.

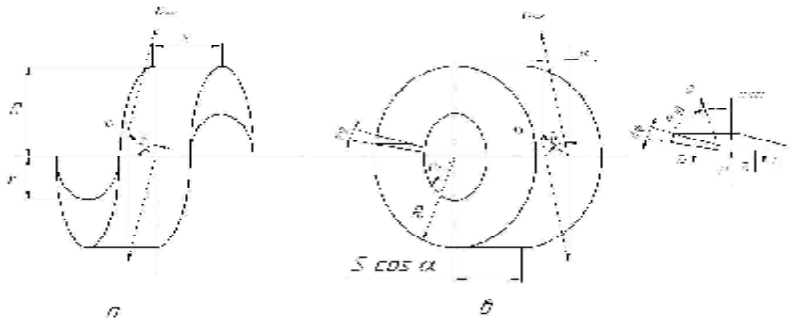
Виноградные прессы являются тихоходными, поэтому массовыми силами, играющими второстепенную роль, можно пренебречь, Допускается, что силы трения равномерно распределены по контуру мезгового элемента , давление в мезге одинаково во всех точках поперечного сечения канала.

У входа в канал мезга находится под давлением p_0, в сечении, повернутом на угол φ от начальной плоскости, давление равно p.Усреднение давлений произведено по всему сечению канала, например для p:

$$p = \frac{\iint_{\omega} p' \, d\omega}{\omega} \tag{3}$$

где: ω — площадь поперечного сечения канала в сечении φ.

p' — давление в каждой точке сечения φ.



а — действительный виток; в — модель витка

Рис. 1 – Промежуточный виток коаксиального винтового механизма

Так как мезга равномерно вращается вокруг оси цилиндров, то сумма моментов всех сил относительно оси вращения равна нулю.

При равномерном распределении давления равнодействующая нормального давления перпендикулярна осевому смещению и отстоит от оси кольца на расстоянии $R_1 + r/2$, поэтому момент силы, обусловленной перепадом давления вдоль канала равен:

$$M_p = \frac{S \cdot \cos\alpha}{2}(R_1 - r_1)(R_1 + r_1)\frac{dp}{d\varphi}d\varphi \tag{4}$$

где: p — давление в канале;

S — шаг спирали.

Момент сил трения частицы о цилиндры представлен ниже:

Силы трения частицы о цилиндры действуют в направлении, противоположном абсолютной скорости, так как частица мезги вращается в цилиндрах вместе со спиралью и одновременно перемещается вдоль канала. Сила Q является суммой сил трения мезги о наружный и внутренний цилиндры.

$$M_Q = \tau_Q S\cos\alpha(R_1 + r_1)\cdot\cos\alpha(\alpha + \beta)(R_1 + r_1)d\varphi \cong \tau_Q \cdot S \cdot (R_1 + r_1)^2\cos^2\alpha\cos\beta d\varphi \tag{5}$$

В промышленных прессах углы наклона винтовой линии по наружному диаметру не превосходят 10˚ ,а угол β, близок к 0 ($\cos\beta \cong 1$).

При небольших значениях α и β $\cos(\alpha+\beta) \cong \cos\alpha \cdot \cos\beta$;

где: τ_Q — напряжение на поверхности мезги от сил трения о коаксиальные цилиндры в направлении перемещения мезги;

β — угол отклонения направления скорости мезговой частицы от плоскости, перпендикулярной оси цилиндров.

Сумма моментов сил трения частицы о стенки канала. Сила трения частицы со стенкой канала, удалена на расстояние l от оси шнека.

$$M_{T_2} = \tau_{T_2}(R_1 + r_1)(R_1 - r_1)d\varphi \cdot l = \frac{2}{3}\tau_{T_2}(R_1^3 - \tau_1^3)d\varphi \tag{6}$$

где: τ_{T_2} — напряжение на поверхности мезги от сил трения о стенки спирального канала.

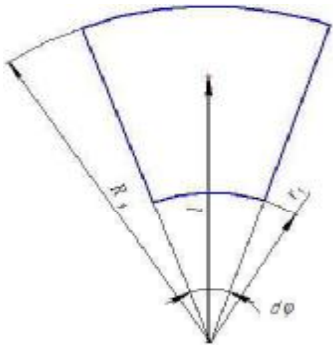


Рис 2 – Схема для определения *l*

$$l = \frac{\frac{R_1 R_1}{2}\cdot\frac{2}{3}R_1 - \frac{r_1 r_1 d\varphi}{2}\cdot\frac{2}{3}r_1}{\frac{R_1 R_1 d\varphi}{2} - \frac{r_1 r_1 d\varphi}{2}} = \frac{2}{3}\frac{R_1^3 - r_1^3}{R_1^2 - r_1^2} \tag{7}$$

Допускают, что давление в осевом и радиальном направлении равно произведению нормального давления в тангенциальном направлении на коэффициент ζ бокового давлення.

Приравнивая сумму моментов сил, приложенных к частице мезги, относительно оси коаксиальных цилиндров, получаем дифференциальное уравнение равномерного вращения мезги в пространстве между коаксиальными цилиндрами:

$$\frac{S\cdot\cos\alpha}{2}(R_1^2 - r_1^2)dp - \tau_Q S R_1^2\cos^2\alpha\cdot\cos\beta\cdot d\varphi + \frac{2}{3}\tau_{T_2}(R_1^3 - r_1^3)d\varphi = 0 \tag{8}$$

Заменив напряжения сил трения на поверхности выделенной частицы через нормальные давления и коэффициенты трения мезги о стенки канала и о коаксиальные цилиндры пресса, имеем:

$$\tau_Q = f_2\zeta p, \tau_{T_2} = f_1\zeta p; \frac{S\cdot\cos\alpha}{2}(R_1^2 - r_1^2)dp - f_2\zeta pSR_1^2\cos^2\alpha\cos\beta d\varphi + \frac{2}{3}f_1\zeta p(R_1^3 - r_1^3)d\varphi = 0 \quad (9)$$

где: f_1 — коэффициент трения мезги о боковые стенки спирали;

f_2 — коэффициент трения мезги о коаксиальные цилиндры пресса.

Полагая, что значения коэффициентов трения, коэффициентов бокового давления, угол β и геометрические размеры спирали на длине одного витка остаются постоянными, запишем уравнение в следующем виде:

$$\frac{dp}{p} = Ad\varphi \quad (10)$$

где:

$$A = \frac{2\zeta}{R_1^2 - r_1^2}\left[f_2(R_1^2 + r_1^2)\cos\alpha\cos\beta - \frac{2}{3}f_1\cdot\frac{R_1^3 - r_1^3}{S\cdot\cos\alpha}\right] \quad (11)$$

Интегрируя уравнение (10) находим:

$$\ell np = A\varphi + c \quad (12)$$

Полученное уравнение должно удовлетворять граничным условиям у входа в канал ($\varphi = 0$ давление $p = p_0$). Применяем это условие для определения давления вдоль канала:

$$\ell np_0 = c; \ell np = A\varphi + \ell np_0 \quad (13)$$

$$p = p_0 e^{A\varphi} \quad (14)$$

Подставив (11) в (12), окончательно получим:

$$p = p_0 e^{\frac{2\zeta}{R_1^2 - r_1^2}\left[(R_1^2 + r_1^2)\cos\alpha\cos\beta - \frac{2}{3}\frac{f_1}{S\cdot\cos\alpha}(R_1^3 - r_1^3)\right]\varphi} = p_0 k_3 \quad (15)$$

где: k_3 — коэффициент изменение давления закрытого витка.

Давление вдоль канала изменяется по показательной функции и зависит от угла β, который связан с коэффициентом подачи η.

На основе проведенного теоретического исследования коаксиального пресса для поточного прессования дисперсных материалов, а так же виноградной мезги, разработаны предпосылки для конструирования нового типа поточных прессов, в которых энергетический коэффициент полезного действия значительно повышен. А это указывает на возможность улучшения качества полученного сусла, понижения интенсивности процессов прессования и расширения функциональных возможностей прессов непрерывного действия. Возможно также использование нового типа пресса, для отжатия сусла из целых гроздей винограда.

Литература

1. Іванеко А.В, Тенюх К.М. Переборка винограду та іншої сировини. Критерій інтенсивності енергетичних впливів. — Монографія. — Одесса: Астропринт, 2002. — 312 с.
2. Іванеко А.В, Тенюх К.М. Виноград вино та інші перетворення. — Одесса: Астропринт, 2007. 808 с.

УДК 663.28

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ЗАО «ОДЕССКИЙ ЗАВОД ШАМПАНСКИХ ВИН» И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЭНЕРГОЗАТРАТ

Титлов А.С., д-р техн. наук, доцент, Васылив О.Б., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса
Ткаченко Д.П.
ЗАО «Одесский завод шампанских вин» (ЗАО «ОЗШВ»), г. Одесса

Проведено исследование рабочих режимов систем холодоснабжения Одесского завода шампанских вин и выполнен расчет теплоизоляционных покрытий акратофоров и транспортных магистралей. По результатам исследований разработаны практические рекомендации по снижению энергопотребления холодильной системы.

Research of operating conditions of the systems of cooling system of the Odessa factory of Wines is conducted and the calculation of heat-insulation coverages akratofor and transport highways is executed. On results researches practical recommendations are developed on the decline of energy consumption of the refrigeration system.

Ключевые слова: акратофор, охлаждение, теплоизоляция.

Одним из значимых факторов обеспечения качества выпускаемой продукции винодельческих предприятий является обработка сырья холодом с последующей длительной термостабилизацией в охлажденном состоянии. На ЗАО «ОЗШВ», как и на аналогичных предприятиях отрасли, процессы обработки вина холодом проходят на первом этапе в жидкостных рассольных теплообменниках, а на втором в акратофорах. Акратофор представляет собой герметичную цилиндрическую емкость с рассольной охлаждающей рубашкой и предназначен для длительного (не менее 5 суток) низкотемпературного хранения виноматериалов на уровне (минус 4 ... минус 3) °С. В среднем частота опорожнения акратофоров на ЗАО «ОЗШВ» 17 раз в год. Подача рассола в систему предварительного охлаждения и к акратофорам осуществляется из компрессорного цеха по теплоизолированным подвесным магистралям. Теплоизоляция — стекловолокно ручной набивки.

Так как производство искусственного холода связано с затратами электроэнергии на приводы компрессоров и циркуляционных насосов, то рациональное его использование позволит ЗАО «ОЗШВ» снизить себестоимость выпускаемой продукции.

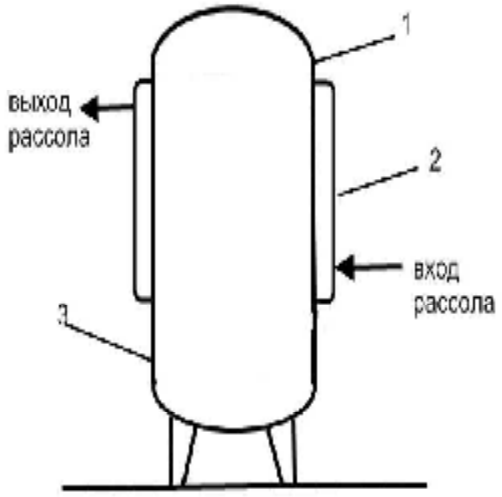
Как показал анализ, основными источниками потерь холода на ЗАО «ОЗШВ» являются поверхности акратофоров, заполненными виноматериалом и магистральные рассольные трубопроводы. Стандартным решением такой проблемы является установка теплоизоляционного покрытия, однако открытым остается вопрос о выборе толщины теплоизоляции – известно, что рост толщины теплоизоляции увеличивает ее стоимость, но и снижает потери холода и, соответственно, затраты на систему холодоснабжения.

На первом этапе задача ставилась таким образом – зная стоимостные характеристики теплоизоляции и производства искусственного холода, определить период окупаемости на установку теплоизоляционных покрытий на акратофоре и рассольных трубопроводах.

На втором этапе стояла задача провести анализ нестационарных тепловых режимов акратофоров с теплоизоляционным покрытием при различной толщине теплоизоляции и различных режимах термостабилизации акратофора, например, при отключенной циркуляции рассола в охлаждающей рубашке.

В рамках первого этапа проводится расчет теплоизоляционного покрытия акратофора, работающего в стационарном режиме обработки виноматериала при рекомендованной температуре минус хранения минус 4 °С. В таком режиме прокачка рассола через охлаждающую рубашку акратофора (рис. 1) компенсирует теплопритоки из окружающей среды и обеспечивает термостатирование виноматериала при заданной температуре.

Исходные данные для расчета теплоизоляции акратофора приведены в табл. 1.



1 — вертикальный акратофор; 2 — охлаждающая рубашка;
3 — нижняя неохлаждаемая часть акратофора

Рис. 1 – Общий вид вертикального акратофора с охлаждающей рубашкой

Процесс поступления теплопритоков из окружающего воздуха к виноматериалу в акратофоре без охлаждающей рубашки можно разделить на три этапа:

а) конвективный теплообмен в режиме естественной конвекции на наружной стенке акратофора «воздух — стенка» (описывается уравнением Ньютона-Рихмана [3])

$$Q = \alpha \cdot F \cdot (t_в - t_{ст.нар}), \quad (1)$$

где Q — тепловой поток, Вт/м^2;

α — коэффициент теплообмена между воздухом в помещении и наружной стенкой акратофора, Вт/(м^2·К);

F — поверхность теплообмена, м^2;

$t_в$, $t_{ст.нар}$ — соответственно, температуры воздуха и наружной стенки акратофора, м^2;

б) теплопроводность в стенке корпуса акратофора (описывается уравнением Фурье для цилиндрической стенки [3])

$$Q = \frac{\pi \cdot H \cdot (t_{ст.нар} - t_{ст.вн})}{\frac{1}{2\lambda_{ст}} \cdot \ln\left(\frac{d_{нар}}{d_{вн}}\right)}, \quad (2)$$

где H — высота цилиндрической стенки, м;

$t_{ст.нар}$, $t_{ст.вн}$ — соответственно, температуры наружной и внутренней стенки акратофора, °С;

$\lambda_{ст}$ — коэффициент теплопроводности материала стенки акратофора, Вт/(м·К);

$d_{нар}$, $d_{вн}$ — соответственно, диаметр наружной и внутренней стенки акратофора, м;

в) конвективный теплообмен в режиме естественной конвекции на внутренней поверхности акратофора «стенка — вино» (описывается уравнением Ньютона-Рихмана).

В случае установки теплоизоляционного покрытия с наружным диаметром $d_{из}$ уравнение теплопроводности (2) будет включать дополнительный член:

$$Q = \frac{\pi \cdot H \cdot (t_{ст.нар} - t_{ст.вн})}{\frac{1}{2\lambda_{ст}} \cdot \ln\left(\frac{d_{нар}}{d_{вн}}\right) + \frac{1}{2\lambda_{из}} \cdot \frac{d_{из}}{d_{нар}}}, \quad (3)$$

где $\lambda_{из}$ — коэффициент теплопроводности материала теплоизоляции, Вт/(м·К).

В уравнении (3) температура $t_{ст.нар}$ будет относиться к температуре наружной поверхности теплоизоляции.

Уравнения (1)–(3) описывают процесс теплопередачи от воздуха в помещении к виноматериалу для поверхности акратофора без охлаждающей рубашки.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета тепловых режимов и теплоизоляционных покрытий акратофоров

Показатель	Единицы измерения	Значение
Высота акратофора	м	5,820
Диаметра акратофора с рубашкой охлаждения	м	2,616
Внутренний диаметр акратофора	м	2,400
Наружный диаметр акратофора	м	2,436
Объем акратофора	$м^3$	25,000
Толщина стенки корпуса акратофора	м	0,018
Толщина стенки охлаждающей рубашки	м	0,008
Высота охлаждающей рубашки	м	2,995
Высота неохлаждаемой части акратофора	м	2,710
Коэффициент теплопроводности материала корпуса акратофора и рубашки охлаждения (нержавеющая сталь 12Х189Т)	Вт/(м·К)	15
Теплоемкость материала корпуса и рубашки охлаждения	Дж/(кг·К)	450
Плотность материала корпуса и рубашки охлаждения	$кг/м^3$	7900
Количество установленных акратофоров, 25 $м^3$	шт.	43
Количество установленных акратофоров, 50 $м^3$	шт.	2
Типичный цикл работы акратофора (выдержка/опорожнение/мойка)	сут.	5/1/1
Начальная температура виноматериала	°С	16
Температура выдержки виноматериала	°С	минус 4
Теплоемкость виноматериала при температуре минус 4 °С	Дж/кг·К	3881
Плотность виноматериала при температуре минус 4 °С	$кг/м^3$	996
Коэффициент теплопроводности виноматериала при температуре минус 4 °С	Вт/(м·К)	0,409
Коэффициент объемного термического расширения виноматериала при температуре минус 4 °С	1/К	$0{,}7 \cdot 10^{-4}$
Коэффициент кинематической вязкости виноматериала при температуре минус 4 °С	$м^2 \cdot с$	$3{,}65 \cdot 10^{-6}$
Температура окружающего воздуха (в помещении)	°С	16
Рассол		NaCl
Начальная температура рассола (летний режим)	°С	минус 7
Конечная температура рассола (летний режим)	°С	минус 3
Плотность рассола при температуре минус 4 °С	$кг/м^3$	1120
Теплоемкость рассола при температуре минус 4 °С	Дж/(кг·К)	3500
Коэффициент объемного термического расширения рассола при температуре минус 4 °С	1/К	$5 \cdot 10^{-4}$
Коэффициент теплопроводности рассола при температуре минус 4 °С	Вт/(м·К)	0,535
Производительность рассольных насосов	$м^3/ч$	90
Материал теплоизоляции		пенополиуретан
Коэффициент теплопроводности теплоизоляции	Вт/(м·К)	0,03
Плотность теплоизоляции	$кг/м^3$	40
Теплоемкость теплоизоляции	Дж/(кг·К)	1470
Стоимость 1 $м^3$ теплоизоляции (при толщине 80 мм), включая монтаж 14000 грн/60 $м^2$	$грн/м^2$	233
Стоимость электроэнергии	грн/(кВт·ч)	0,6
Холодопроизводительность компрессора АУ-200		
— летом	Гкал	4,8
— зимой	Гкал	2,4

Примечание
1. Теплофизические свойства материалов определены при помощи справочной литературы [1, 2].

При наличии охлаждающей рубашки в систему уравнений (1)–(3) необходимо включить уравнение, описывающие процесс теплопроводности в корпусе охлаждающей рубашки [тип (2)] и конвективного теплообмена в полости циркуляции рассола.

Последний процесс – конвекция в цилиндрической прослойке при неизотермических вертикальных стенках, из-за сложности математического описания не может быть описан каким-либо достоверным соотношением. Для этого случая принято вводить обоснованные допущения.

В нашем случае циркулирующий в охлаждающей рубашке рассол будет выполнять роль компенсирующего источника холода, т.е. при равенстве температур рассола и виноматериала теплопритоки из окружающей среды к виноматериалу отсутствуют. Рассол как бы «перехватывает» теплопритоки и переносит их в испаритель холодильной машины. Очевидно, что температура рассола должна быть близка к температуре выдержки виноматериала, т.е. $t_{вм} = t_р$.

В качестве второго допущения, существенно упрощающего математическое описание процесса теплопередачи, принимаем равенство температур внутренней стенки акратофора и рубашки охлаждения, соответственно, температурам виноматериала и рассола. Это допущение верно при высокой интенсивности теплообмена при циркуляции жидкостной среды и при высокой теплоемкости системы (объем виноматериала 25 м^3).

Таким образом, для описания процесса компенсации теплопритоков можно использовать два уравнения (1) и (2) либо (1) и (3). Уравнение (3) используется при наличии теплоизоляции. Системы уравнений (1)–(2) либо (1)–(3) должны быть дополнены зависимостью коэффициента теплообмена на наружной поверхности корпуса от разности температур $t_в - t_{ст.нар}$.

В общем случае эта зависимость должна учитывать и лучистый теплообмен и возможность выпадения влаги при температуре стенки ниже температуры точки росы.

Коэффициент такого сложного теплообмена можно рассчитать по формуле

$$\alpha_\Sigma = k_{влаги} \cdot (\alpha_{луч} + \alpha_{конв}), \tag{4}$$

где α_Σ, $\alpha_{луч}$, $\alpha_{конв}$ — соответственно, коэффициенты сложного, лучистого и конвективного теплообмена, Вт/(м^2·К);

$k_{влаги}$ — коэффициент влаговыпадения [4].

С учетом рекомендаций [5] формула (4) имеет вид:

$$\alpha_\Sigma = k_{влаги} \cdot \left\{ \frac{(T_в)^4 - (T_{ст.нар})^4}{t_в - t_{ст.нар}} \cdot C_O + \left[1{,}67 + 3{,}6 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{t_в + t_{ст.нар}}{2} \right) \cdot \left(t_в - t_{ст.нар} \right)^{1/3} \right] \right\}, \tag{5}$$

где $T_в$, $T_{ст.нар}$, $t_в$, $t_{ст.нар}$ – соответственно, температуры воздуха и наружной стенки акратофора, К(°С);

$C_O = 5{,}67 \cdot 10^{-8} \dfrac{\text{Вт}}{\text{К}^4}$ – постоянная Стефана-Больцмана.

Расчет по формуле (1), (2), (3), (5) с использованием исходных данных, приведенных в табл. 1, позволяет определить теплопритоки из окружающей среды к рассолу и виноматериалу при наличии теплоизоляции $Q_{из}^{ТП}$ и без нее $Q^{ТП}$.

Для оценки экономической эффективности установки теплоизоляции определяется разность теплопритоков

$$\Delta Q^{ТП} = Q^{ТП} - Q_{из}^{ТП}. \tag{6}$$

Зная затраты электрической мощности на привод компрессора холодильной машины при производстве единицы (1 кВт) искусственного холода $E_{КМ}$ и стоимость электрической энергии $C_Э$, можно определить годовой экономический эффект установки теплоизоляционного покрытия.

$$C = \frac{\Delta Q^{ТП}}{E_{КМ}} \cdot \tau \cdot C_Э, \tag{7}$$

где $\tau = \dfrac{5}{7} \cdot 365 \cdot 24$ – время работы холодильной машины для охлаждения акратофоров в течение года, с.

Результаты расчетов по приведенной выше методике представлены на рис. 2.

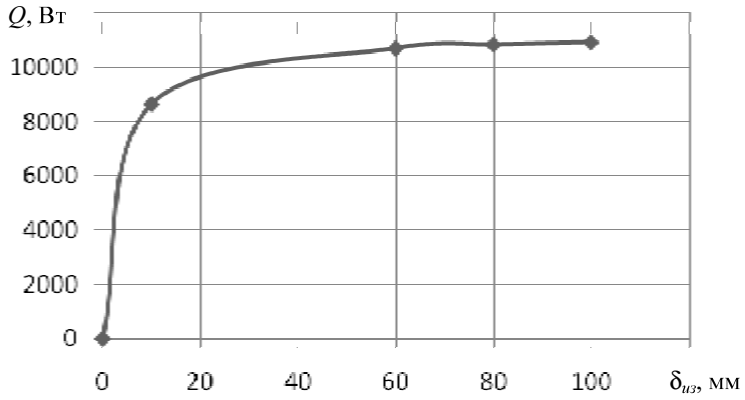


Рис. 2 – Зависимость полезного эффекта (снижения потерь холода в окружающую среду) от толщины теплоизоляции акратофора

Выбор толщины теплоизоляции акратофора с учетом сложившихся на момент выполнения работы стоимостных параметров позволяет провести рис. 2.

Анализ результатов расчета показал, что начиная с толщины теплоизоляции 60 мм и до 100 мм, потери холода изменяются незначительно. Снижение их на 1 мм роста толщины теплоизоляции составляет 0,05 %.

Рост стоимости теплоизоляции в этих же условиях составляет 0,35 %, т.е. в 7 раз выше.

Технико-экономические показатели, полученные по результатам расчета в стационарном режиме работы акратофора, приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Технико-экономические показатели режима работы акратофора при различных толщинах теплоизоляции

Показатель	Толщина изоляции, мм		
	60	80	100
Стоимость теплоизоляции, грн	13022	13920	14969
Снижение потерь холода, Вт	10704	10836	10920
Годовой экономический эффект от установки изоляции, грн	11394	11535	11622
Срок окупаемости, лет	1,14	1,2	1,29

На втором этапе была проведена оценка влияния толщины теплоизоляции акратофоров на их тепловые режимы виноматериала в нестационарных условиях (без циркуляции рассола).

Анализ различных специализированных научно-технических литературных источников [3-10] показал, что в настоящее время отсутствует методика расчета как стационарных, так и нестационарных тепловых режимов жидких сред, находящихся в цилиндрических емкостях. Известны лишь подходы к расчету стационарных тепловых режимов цилиндров с разнонагретыми вертикальными стенками [7] и обогреваемых цилиндрических полостей с открытыми торцами [6].

Рассмотрим подробнее нестационарный процесс поступления тепла из окружающей среды к виноматериалу в акратофоре.

В верхней части акратофора в охлаждающей рубашке при отключении циркуляционного насоса будет находиться неподвижный слой рассола. В начальный момент отключения насоса его температура будет близка к температуре рассола, а затем будет расти. Рассол будет находиться в цилиндрической прослойке толщиной 82 мм и высотой около 3000 м.

Для процесса теплообмена в такой цилиндрической прослойке имеются рекомендации [5], которые вполне применимы для нашего случая.

При описании процесса теплообмена рекомендуют рассматривать процесс теплопроводности, а в качестве коэффициента теплопроводности использовать понятие об эквивалентной теплопроводности $\lambda_{экв}$ среды между поверхностями теплообмена.

Описание процесса проводят при помощи критериального уравнения

$$\varepsilon_K = \frac{\lambda_{экв}}{\lambda_{ж}}, \tag{8}$$

где $\varepsilon_к$ — коэффициент конвекции;

$\lambda_{экв}$ и $\lambda_{ж}$ — соответственно, коэффициенты теплопроводности эффективной среды и жидкости, заполняющей прослойку.

Значения $\lambda_{экв}$ и $\lambda_{ж}$ в уравнении (8) определяются при среднеарифметической температуре стенок t_m.

Значения коэффициента конвекции $\varepsilon_к$ определяют из следующих приближенных зависимостей [6]:

$$\left.\begin{array}{l}(\mathrm{Gr}\cdot \mathrm{Pr}) < 1000, \quad mo\ \varepsilon_к = 1 \\ (\mathrm{Gr}\cdot \mathrm{Pr}) > 1000, \quad mo\ \varepsilon_к = 0{,}18\cdot(\mathrm{Gr}\cdot \mathrm{Pr})^{0{,}25}\end{array}\right\} \qquad (9)$$

Найденное значение

$$\lambda_{экв} = \lambda_{ж}\cdot\varepsilon_к \qquad (10)$$

используем для расчета процесса теплопроводности через эквивалентную среду с помощью уравнения (1).

При поступлении тепла из окружающей среды к виноматериалу в начальный момент прогревается небольшой пограничный слой. Прогрев виноматериала происходит по образующей цилиндра и по высоте.

Нагретый пограничный слой имеет меньшую, по сравнению с основной холодной частью виноматериала, плотность. Согласно закону Архимеда, при наличии разности плотностей в жидкости происходит подъем нагретой части жидкости в верхнюю часть акратофора. Место нагретой жидкости в пограничном слое занимают холодные слои из центральной части акратофора. При дальнейшем поступлении теплопритоков все больше нагретой жидкости будет скапливаться в верхней части акратофора.

Такое распределение жидкости – «сверху нагретая – ниже холодная» препятствует циркуляции жидкости в объеме и внутреннему теплообмену между разнонагретыми слоями. Разнонагретое по высоте состояние жидкости называют «стратификацией» [6]. Оно может быть вызвано различными факторами и сохраняется длительное время даже после прекращения возмущающего воздействия.

На интенсивность стратификации влияют теплофизические свойства жидкости, граничные условия подвода тепла и геометрические параметры конструкции. Имеют место случаи, когда стратификация или вялая, или не развивается вовсе даже при наличии возмущающего воздействия.

Адекватное математическое описание стратифицированной среды в замкнутом объеме акратофора из-за сложности и взаимосвязанности процессов теплообмена и гидродинамики в настоящее время еще не разработано. Распределение температур и потоков в стратифицированном виноматериале можно только при помощи экспериментального метода.

Выходом из сложившейся ситуации могут быть допущения, заложенные в математическую модель нестационарных тепловых режимов акратофоров.

Первое допущение – об идеальном перемешивании виноматериала в радиальном направлении и отсутствии заметной стратификации. Второе допущение частично вытекает из первого – теплообмен в аксиальном (по высоте) направлении отсутствует. Эти допущения могут быть успешно реализованы на практике в случае перемешивания виноматериала в акратофоре при помощи, например, мешалок

Для решения задачи были использованы численные методы нестационарной теплопроводности [3]. Элементы конструкции акратофора были разбиты на ряд ячеек. В центре каждой ячейки был помещен виртуальный (воображаемый) узел. На два узла ячейки разбиты в случае контакта твердого тела с жидкостью и наличия конвективного теплообмена.

Для решения системы уравнений теплового баланса каждого узла был использован неявный метод, который устойчив при любых значениях Fo и Bi.

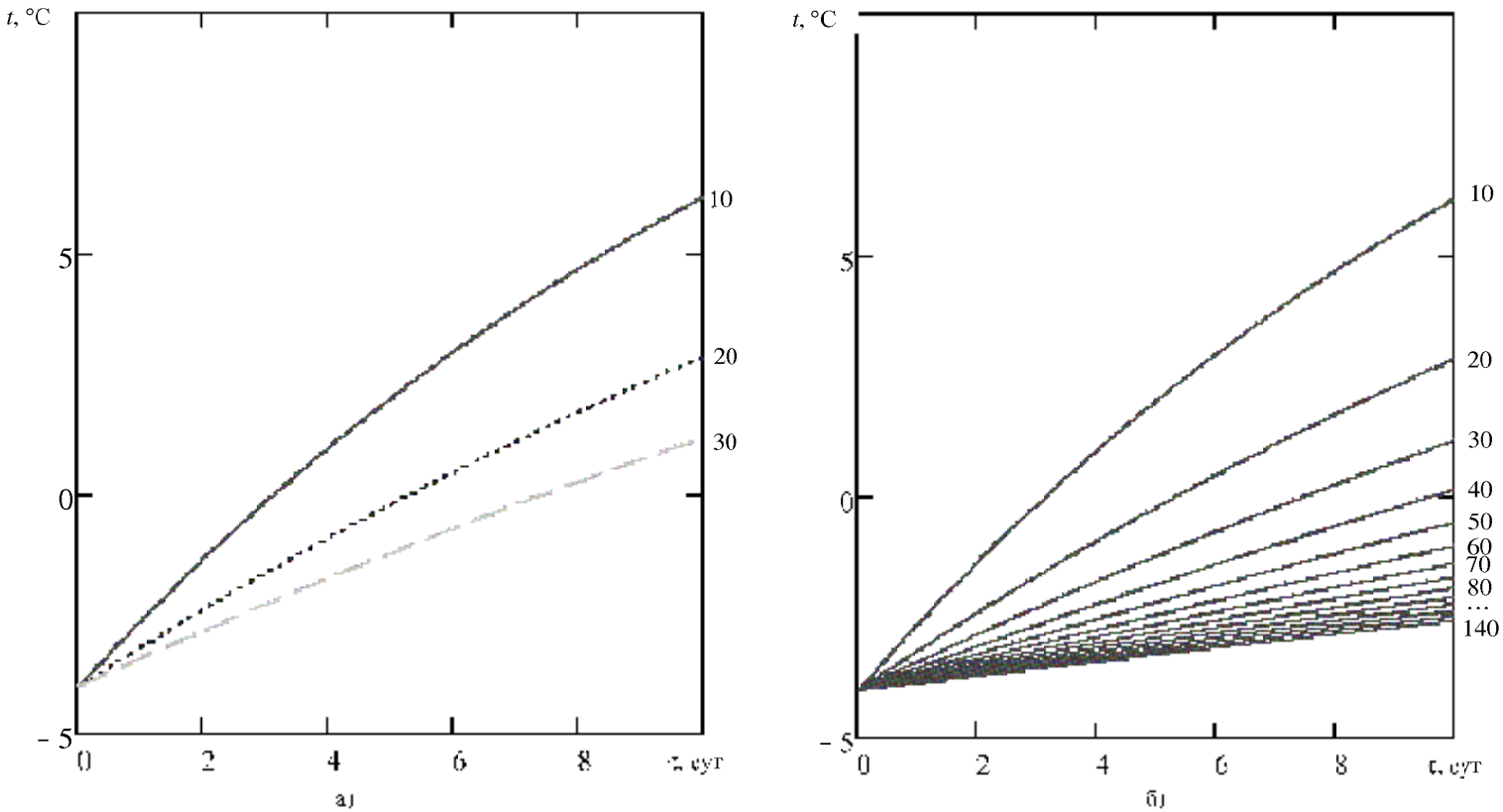
Результаты расчетов тепловых режимов нестационарных акратофоров приведены ниже в виде графических зависимостей.

На рис. 3 представлена зависимость изменения температуры виноматериала в зоне охлаждающей рубашки при различных значениях толщины теплоизоляции во времени.

Показано, что обеспечить подъем температуры виноматериала в течении 5 суток до 1 °С может теплоизоляционное покрытие с толщиной от 80 мм и выше. Представленные на рис. 3 результаты могут помочь оценить температуру виноматериала до 10 суток хранения.

Особый интерес вызывают результаты моделирования нестационарных тепловых режимов акратофоров при заполнении объема охлаждающей рубашки акратофора воздухом. Воздух, как известно [11], является прекрасным натуральным теплоизолятором и в этом качестве он может помочь решить задачу термостабилизации виноматериала в акратофоре.

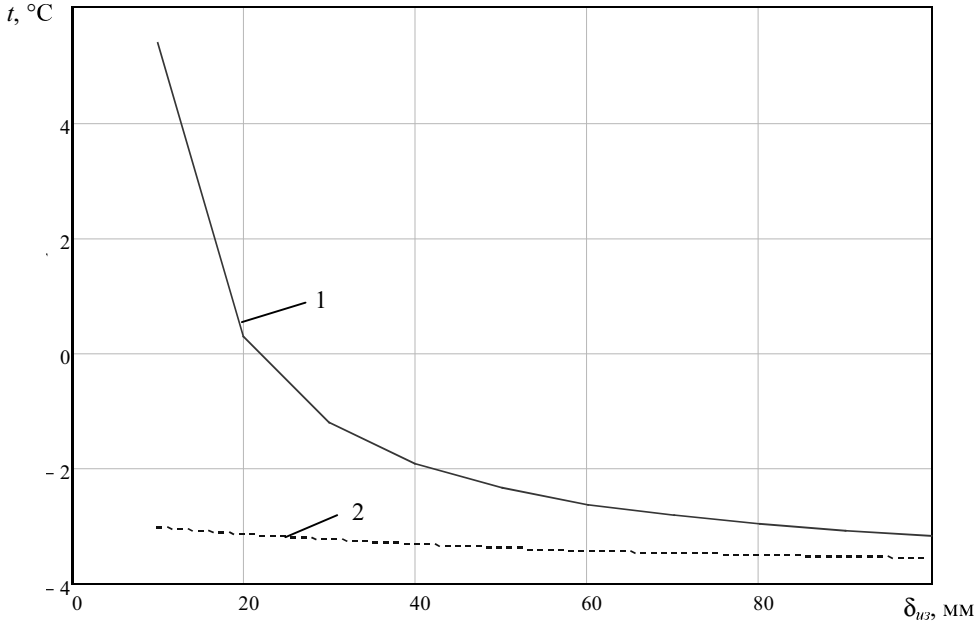
Оценка режима теплопереноса по формулам (8) и (9) показала режим чистой теплопроводности.



Толщина теплоизоляции: а – 10, 20, 30 мм; б – 10...140 мм.
Начальная температура вина минус 4 °С. Температура воздуха в помещении плюс 16 °С.

Рис. 3 – Зависимость изменения температуры виноматериала в зоне установки охлаждающей рубашки при различных значениях толщины теплоизоляции во времени (режим отключения циркуляции рассола)

Результаты сравнительных расчетов тепловых режимов акратофора при заполнении охлаждающей рубашки рассолом и воздухом приведены на рис. 4.



В охлаждающей рубашке находится: 1 – рассол; 2 – воздух
Начальная температура вина минус 4 °С. Температура воздуха в помещении плюс 16 °С.

Рис. 4 – Зависимость температуры конца хранения виноматериала в течении 6 суток от значения толщины теплоизоляции

Значительное превосходство воздуха над рассолом в качестве теплоизолятора иллюстрирует рис. 4. Так, например, при наличии воздуха в охлаждающей рубашке и теплоизоляции толщиной 10 мм за 6 суток температура виноматериала поднимется лишь на 1 °С.

Расчет теплоизоляционных покрытий транспортных магистралей системы холодоснабжения ЗАО «ОЗШВ» проведен для трубы ∅108×5 мм.

С учетом условий эксплуатации транспортных магистралей температура наружного воздуха была принята равной $t_в = 35$ °С, а коэффициент теплообмена $\alpha_в = 50$ Вт/(м^2·К). Эти параметры соответствуют жестким условиям эксплуатации (в летний период в Одесском регионе).

В основе расчета тепловых режимов транспортных магистралей лежит уравнение теплопередачи через цилиндрическую поверхность [3]. С его помощью можно записать уравнение теплового баланса между конвективной и кондуктивными составляющими процесса теплопередачи

$$\alpha_в \cdot F_{нар} \cdot (t_в - t_{с.нар}) = \frac{2\pi \cdot H \cdot (t_{ст.нар} - t_{ст.вн})}{\frac{1}{\lambda_{из}} \cdot \ln\frac{d_{нар.из}}{d_{вн.из}} + \frac{1}{\lambda_{тр}} \cdot \ln\frac{d_{вн.из}}{d_{вн.труб}}}, \qquad (11)$$

где $F_{нар}$ — площадь наружной поверхности теплоизоляции, м^2;

$t_{с.нар}$, $t_{с.вн}$ — температура, соответственно, наружной и внутренней поверхности трубы, °С;

$\lambda_{из}$, $\lambda_{тр}$ — коэффициент теплопроводности материала, соответственно, теплоизоляции и трубы;

$d_{нар.из}$, $d_{вн.из}$ — диаметры теплоизоляции, соответственно, наружный и внутренний, м;

$d_{вн.тр}$ — внутренний диаметр трубы, м.

Анализ расчетной зависимости (11) показывает, что начиная с (50...60) мм и выше существенно эффекта теплоизоляционное покрытие не дает.

Стоимость теплоизоляции растет с увеличением толщины покрытия магистрального трубопровода (рис. 5).

Годовой экономический эффект от установки теплоизоляции в зависимости от толщины теплоизоляции приведен на рис. 6.

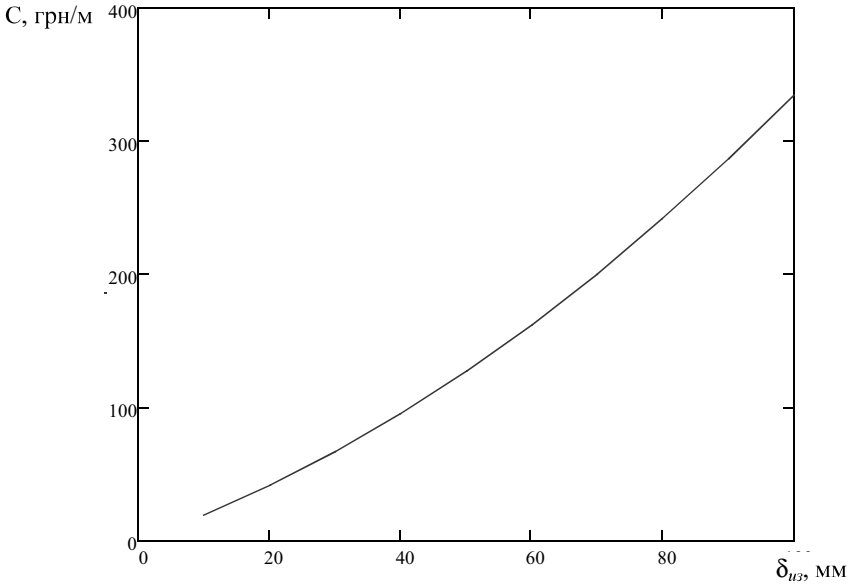


Рис. 5 – Влияние толщины теплоизоляционного покрытия трубы Ø108×5 мм на стоимость 1 м теплоизоляции

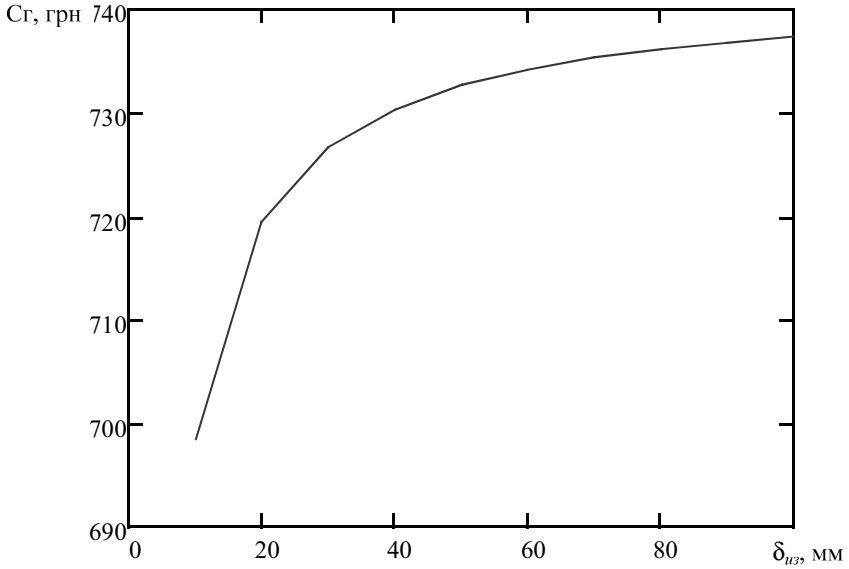


Рис. 6 – Влияние толщины теплоизоляционного покрытия трубы Ø108×5 мм на годовой экономический эффект от установки теплоизоляции (длина магистрали 100 м)

Анализ зависимости на рис. 6 показал, что начиная с толщины 60 мм, теплоизоляция дает достаточно постоянный эффект от снижения теплопритоков.

Срок окупаемости магистрального трубопровода ∅108×5 мм приведен в табл. 2.

Таблица 2 – Срок окупаемости теплоизоляционного покрытия труб ∅108×5 мм при длине магистрали 100 м

Толщина теплоизоляции, мм	10	20	30	40	50	60	70	80
Срок окупаемости, лет	2,2	2,57	3,04	4,53	5,77	7,67	10,92	17,48

Выводы

1. По результатам анализа режимов работы акратофоров в стационарных условиях можно рекомендовать 60 мм нижним пределом толщины теплоизоляции на акратофорах. Срок окупаемости, при сложившейся на первый квартал 2010 года структуры цен на материалы и теплоносители, составляет: 1,14 года – для теплоизоляции 60 мм; 1,20 года – для 80 мм; 1,29 года – для 100 мм.
2. Анализ теплофизических процессов в нестационарных условиях работы акратофора (при отключения циркуляции рассола) показал наличие стратификации – расслоения разнонагретых слоев по высоте в виноматериале. Для ее устранения необходим внешний побудитель циркуляции, например, мешалка.
3. Особое внимание следует обратить на результаты моделирования нестационарных тепловых режимов акратофоров при заполнении объема охлаждающей рубашки акратофора воздухом.
4. Нижняя часть акратофора, незакрытая охлаждающей рубашкой, является "слабым звеном" с позиции теплопритоков. Предлагается компенсировать меньшее термическое сопротивление нижней части акратофора за счет установки большего, по сравнению с верхней частью акратофора, теплоизоляционного покрытия.

Литература

1. Богданов С.Н. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ: Справочник [Текст] / С.Н. Богданов, С.И. Бурцев, О.П. Иванов, А.В. Куприянова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999. – 320 с.
2. Чубик И.А. Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов [Текст] / И.А. Чубик, А.М. Маслов. – Изд-во 2-е, доп. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 184 с.
3. Крейт Ф. Основы теплопередачи [Текст] / Ф. Крейт, У. Блэк. – М.: Мир, 1983. – 512 с.
4. Гоголин А.А. Осушение воздуха холодильными машинами. Научное сообщение [Текст]. – М.: Госторгиздат, 1962. – 103 с.
5. Дульчев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре [Текст]. – М.: Высш. шк., 1984. – 247 с.
6. Джалурия Й. Естественная конвекция. Тепло- и массообмен [Текст]. – М.: Мир, 1983. – 400 с.
7. Исаченко В.П. Теплопередача [Текст] / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – Изд. 4-е перераб. и доп. – М.: Энергия, 1981. – 416 с.
8. Справочник по теплообменникам [Текст]. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – Т. 1. – 560 с.
9. Теория темпломассобмена [Текст] / С.И. Исаев, Н.А. Кожинов, В.И. Кофанов и др.; Под ред. А.И. Леонтьева. – М.: Высш. школа, 1979. – 495 с.
10. Теплотехнический справочник [Текст] / Под ред. С.Г. Герасимова. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1957. – Т.1. – 728 с.
11. Бобров Ю.Л. Теплоизоляционные материалы и конструкции [Текст] / Ю.Л. Бобров, Е.Т. Овчаренко, Б.М. Шойхет, Е.Ю. Петухова. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 268 с.

УДК 629.125:621.575.932:621.565.92

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧКИ СУДНА НА ПРОЦЕССЫ ГРАВИТАЦИОННОГО ПЛЕНОЧНОГО ТЕЧЕНИЯ РАБОЧЕГО ТЕЛА В ТЕПЛООБМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ (АХА)

Очеретяный Ю.А, Кирилов В.Х., д-р техн. наук, профессор
Одесский национальный морской университет, Одесса
Титлов А.С., д-р техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Представлены результаты моделирования процессов гравитационного течения жидкой фазы рабочего тела абсорбционных холодильных агрегатов в условиях морской качки на малых судах. Приведены расчетные условия стабильной эксплуатации холодильных приборов

The results of design of processes of gravity flow of liquid phase of working body of absorption refrigeration aggregates are presented in the conditions of the marine tossing on small courts. Calculation stable external of refrigeration devices environments are resulted

Ключевые слова: абсорбционный холодильный агрегат, малые суда, гравитационное течение, качка

Бытовые охлаждающие приборы являются необходимым элементом быта современного человека, в том числе и при путешествиях на различных видах транспорта. На малом водном транспорте (спортивных и круизных катерах и яхтах) особый интерес вызывает использование абсорбционных холодильных приборов (АХП), в состав которых входят безнасосные абсорбционные холодильные агрегаты (АХА). Такой интерес в первую очередь связан возможностью работы АХА с неэлектрическими источниками тепловой энергии — как с горелочными устройствами, так и с источниками низкопотенциального бросового тепла. Применение компрессионных и термоэлектрических моделей холодильников в таких условиях предполагает наличие дополнительных аккумуляторных батарей, которые увеличивают вес судна.

К другим отличительным качествам АХП относят отсутствие в конструкции движущихся элементов и связанную с этим бесшумность в работе, высокую надёжность и длительный ресурс, возможность использования в одном АХА несколько источников тепловой энергии различной физической природы. Источниками энергии АХП могут быть как электрические, так и неэлектрические источники тепла (солнечное излучение, теплота сгорания биогаза, природного и сжиженного газа, дизельного топлива, керосина, рапса, выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания [1]).

В течении многих лет ведущие производители абсорбционной холодильной техники, в частности, фирмы «Elektrolux», «Bosh», «Gronland», а также отечественный производитель — Васильковский завод холодильников, выпускают переносные или транспортные модели АХП, имеющими возможность работать с различными источниками энергии [2]. Переносные модели, как правило, имеют небольшой полезный объем (от 30 до 50 $дм^3$) и преимущественно используются для кратковременного (3-5 дней) хранения продуктов питания и полуфабрикатов, в том числе и на маломерных судах.

Вместе с тем производители переносных АХП не предполагают возможность их работы в условиях морской качки.

Различают несколько типов качки, вызывающейся морскими ветровыми волнами, действующих на судно (рис. 1):

а) килевая качка — выражается в подъеме и опускании носовой и кормовой частей судна;

б) бортовая качка — переменное наклонение судна на один или другой борт;

в) вертикальная качка — общий подъем и опускание судна.

Важно отметить, что АХА жестко связан с корпусом судна и вынужден воспринимать все колебательные возмущения окружающей водной среды, а основные гидродинамические процессы сводятся к гравитационному течению тонких слоев жидкой фазы рабочего тела по слабонаклонным (около 5° [3-5]) к горизонтальной плоскости трубчатым элементам — конденсатору, испарителю и абсорберу.

Вертикальная качка не влияет на процессы гравитационного течения жидкой фазы рабочего тела, а бортовая качка может быть компенсирована при помощи оригинального устройства, способного постоянно поддерживать холодильник в горизонтальном положении [6]. При таком положении неблагоприятное воздействие на процессы течения рабочего тела в АХА может оказывать только килевая качка. Килевая качка может создать условия, при которых нарушатся гравитационные режимы течения и работа АХА станет невозможна.

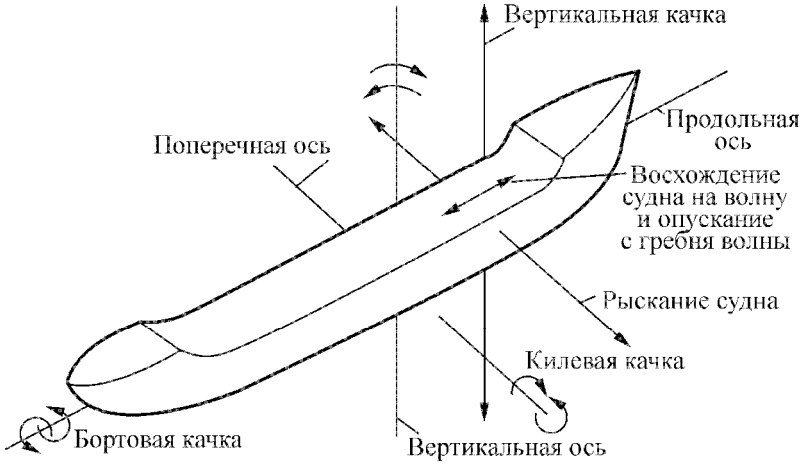


Рис. 1 – Типы качки маломерного судна

Для определения перспектив работы АХП на малом водном транспорте было проведено математическое моделирование влияния килевой качки судна на процессы гравитационного течения по слабонаклоненным поверхностям АХА в условиях регулярного волнения на море.

При работе АХА пленочное течение жидкой фазы рабочего тела является преобладающими во всех его элементах (рис. 2): в конденсаторе жидкий аммиака стекает по наклонной поверхности в испаритель; в испарителе — течение жидкого аммиака по наклонной змеевиковой поверхности; в абсорбере происходит течение слабого водоаммиачного раствора в противотоке с водородоаммиачной смесью.

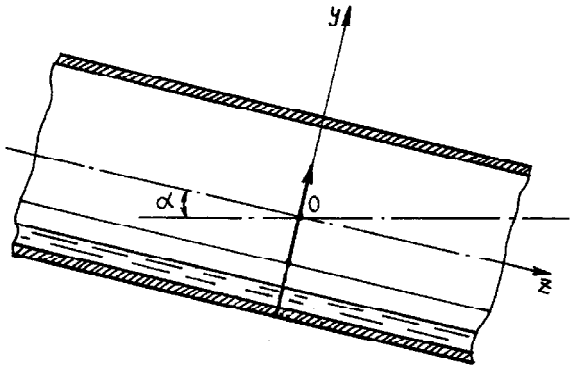


Рис. 2 – Схема пленочного течения жидкой фазы рабочего тела по наклонным поверхностям элементов АХА

В качестве определяющих соотношений при гравитационном пленочном течении примем формулы для толщины пленки жидкости при ламинарном течении по наклонной поверхности [7, 8]. При обычном гидродинамическом течении пленки, если известна плотность орошения жидкости, толщина слоя жидкости равна

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{3\nu_{ж} \cdot q_0}{\sin(\alpha + \psi)}}\,. \tag{1}$$

При пленочной конденсации на наклонной поверхности толщина конденсата определяется соотношением

$$\delta = \sqrt[4]{\frac{4\lambda_{ж} \cdot \mu_{ж} \cdot (T_н - T_c) \cdot x}{r \cdot \rho_{ж}^2 \cdot g \cdot \sin(\alpha + \psi)}}\,, \tag{2}$$

где $\lambda_{ж}$ — коэффициент теплопроводности конденсата, Вт/(м·К);

$\mu_{ж}$ — коэффициент динамической вязкости конденсата, Па·с;

$\rho_{ж}$ — плотность конденсата, кг/м^3;

r — теплота фазового перехода, Дж/кг;

$T_н$ — температура насыщения пара, К;

T_c — температура наклонной поверхности, К;

x — продольная (вдоль наклонной поверхности), м.

α — угол отклонения рабочих наклонных поверхностей АХА от горизонтали;

Из формул (1) и (2) видно, что при угле качки

$$\Psi = -\alpha \tag{3}$$

данные соотношения теряют смысл, т. е. в таком случае гидродинамическое течение отсутствует.

Далее проведем исследования качки судна на предмет определения амплитуды качки

$$\psi = \psi(t)\,. \tag{4}$$

Качка судна при умеренной скорости хода определяется следующей системой уравнений [9,10]:

— для вертикальной качки

$$\left(\frac{D}{g} + \Delta M\right) \cdot \ddot{\zeta} + \nu_\zeta \dot{\zeta} + \gamma S \zeta - v_0 \Delta M \dot{\Psi} - v_0 \nu_\zeta \Psi = r_0 \cdot \left(\gamma a_0 - \sigma^2 a_0''\right) \cdot \cos\sigma_k t - r_0\, \sigma a_0' \sin\sigma_k t\,; \tag{5}$$

— для килевой качки

$$\left(J_y + \Delta J_y\right)\cdot \ddot{\Psi} + \left(\nu_\psi + \frac{v_0^2}{\sigma^2}\cdot \nu_\zeta\right)\cdot \dot{\Psi} + \left(DH - v_0^2 \Delta M\right)\cdot \Psi =$$

$$= -r_0\, \sigma b_1' \cos\sigma_e t - r_0 \cdot \left(\gamma b_1 - \sigma^2 b_1''\right)\cdot \sin\sigma_e t. \qquad (6)$$

Рассматриваются вынужденные колебания судна

$$\zeta = \zeta_1 \cos\sigma_\kappa t + \zeta_2 \sin\sigma_\kappa t\,;$$

$$\Psi = \Psi_1 \cos\sigma_\kappa t + \Psi_2 \sin\sigma_\kappa t\,. \qquad (7)$$

Амплитудные функции ζ_1, ζ_2, ψ_1, ψ_2 определяются из алгебраической системы уравнений:

— для расчета килевой качки

$$\left[\left(DH - v_0^2 \Delta M\right) - \sigma_\kappa^2 \left(J_y + \Delta J_y\right)\right]\cdot \Psi_1 + \left(\nu_\psi + \frac{v_0^2}{\sigma_k^2}\nu_\zeta\right)\cdot \sigma_k \Psi_2 = -r_0 \sigma b_1'. \qquad (8)$$

$$-\left(\nu_\psi + \frac{v_0^2}{\sigma_k^2}\nu_\zeta\right)\cdot \sigma_k \Psi_1 + \left[\left(DH - v_0^2 \Delta M\right) - \sigma_k^2 \left(J_y + \Delta J_y\right)\right]\cdot \Psi_2 = -r_0\left(\gamma b_1 - \sigma^2 b_1''\right);$$

— для расчета вертикальной качки

$$\left[\gamma S - \sigma_k^2\left(\frac{D}{g} + \Delta M\right)\right]\cdot \zeta_1 + \nu_\zeta \sigma_k \zeta_2 = v_0 \Delta M \sigma_k \Psi_2 + v_0 \nu_\zeta \Psi_1 + r_0\left(\gamma a_0 - \sigma^2 a_0''\right) \qquad (9)$$

$$-\nu_\zeta \sigma_k \zeta_1 + \left[\gamma S - \sigma_k^2\left(\frac{D}{g} + \Delta M\right)\right]\cdot \zeta_2 = -v_0 \Delta M \sigma_k \Psi_1 + v_0 \nu_\zeta \Psi_2 - r_0 \sigma a_0'\,.$$

Наибольшие значения амплитудных функций

$$\Psi = \sqrt{\Psi_1^2} + \sqrt{\Psi_2^2} \quad \text{и} \quad \zeta = \sqrt{\zeta_1^2} + \sqrt{\zeta_2^2} \qquad (10)$$

достигается при совпадении частот вынужденных и свободных колебаний

$$\sigma_\kappa = \sqrt{\frac{DH - v_0^2\ \Delta M}{J_y + \Delta J_y}}\,. \qquad (11)$$

В уравнениях (5)-(11) приняты следующие обозначения:

D — водоизмещение судна, т;

H — продольная метацентрическая высота, м;

ν_0 — скорость судна, м/с;

ΔM — величина присоединенной массы, т·с^2/м;

σ_κ — кажущаяся частота волн, 1/с;

J_y — момент инерции масс судна вокруг оси у, тм·с^2;

ΔJ_y — присоединенный момент инерции, тм·с^2;

ψ_1, ψ_2, ζ_1, ζ_2 — постоянные величины, представляющие амплитудные значения вертикальной и килевой качки;

ν_ψ, ν_ζ — коэффициенты сопротивления;

r_0 — амплитуда волны, м;

α_0 — коэффициент главной части возмущающих сил;

b_1 — ширина соответствующего шпангоута по действующую ватерлинию, м;

g = 9,81 м/с^2 — ускорение силы тяжести.

Для расчета продольной качки яхты «Архимед» приняты следующие значения: длина судна L = 6,45 м; ширина судна B = 2,1 м; осадка судна T = 0,91 м; водоизмещение D = 2,55 т; аппликата центра тяжести судна Z_G = 2,5 м; продольная метацентрическая высота H_0 = 5,43 м; моменты инерции площади ватерлинии: I_x = 1,83 м^4; I_y = 16,977 м^4; абсцисса центра тяжести площади ватерлинии x_f = –0,42 м; абсцисса центра тяжести судна x_G = –0,5 м; площадь действующей ватерлинии S = 8,1 м^2; радиус инерции масс судна ρ_y = 1,48 м; плотность воды γ = 1,025 т/м^3; массовая плотность воды ρ = 0,1045 тс^2/м^4.

Значения безразмерного коэффициента волнового сопротивления и присоединенной массы воды при вертикальных колебаниях определены по графикам А.З. Салькова [9].

Параметры ветровой (возмущающей) волны [10] определены по экспериментальным данным [11]. Для этих данных был проведен регрессионный анализ по методу наименьших квадратов.

В ходе анализа были получены следующие зависимости:

а) зависимость высоты ветровой волны на глубокой воде от скорости ветра (рис. 3) определяется следующим соотношением

$$h = a_h + b_h V^{c_h}, \tag{12}$$

где h — высота волны, м;

V — скорость ветра, м/с;

a_h = 0,025024966; b_h = 0,050459099; c_h = 1,7069782;

коэффициент регрессии — r^2 = 0,99998;

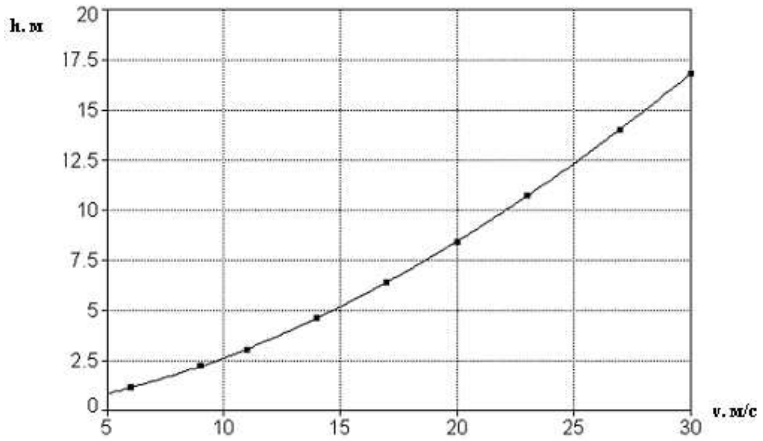


Рис. 3 – Зависимость высоты ветровой волны на глубокой воде от скорости ветра

б) зависимость длины ветровой волны от скорости ветра (рис. 4) может быть определена следующим соотношением

$$\lambda = a_\lambda + b_\lambda V^{c_\lambda}, \tag{13}$$

где λ — длина волны, м;

V — скорость ветра, м/с;

a_λ = –0,28276687; b_λ = 0,36898769; c_λ = 2,0036748069782;

коэффициент регрессии — r^2 =0,99999;

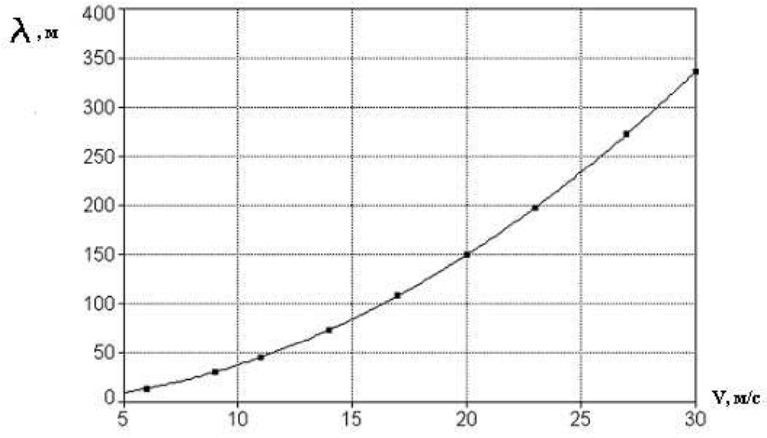


Рис. 4 – Зависимость длины ветровой волны от скорости ветра

в) зависимость периода колебаний от длины ветровой волны (рис. 5) определяется следующим образом

$$\tau = a_\tau + b_\tau \lambda^{c_\tau}, \tag{14}$$

где λ — длина волны, м;

τ — период волны, 1/с;

$a_\tau = -0{,}042945843$; $b_\tau = 0{,}829615$; $c_\tau = 0{,}49200944$;

коэффициент регрессии — $r^2 = 0{,}99978$.

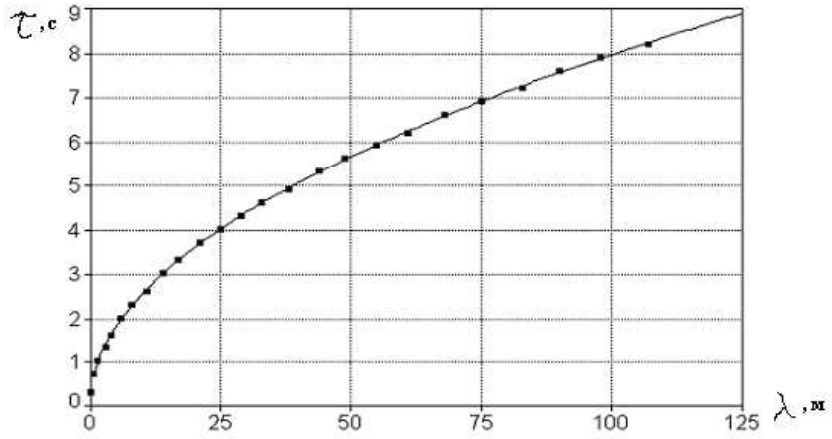


Рис. 5 – Зависимость периода колебаний от длины ветровой волны

При изменении скорости ветра от 1 м/с до 10 м/с для условий эксплуатации яхты «Архимед» [12] были получены значения параметров ветровой волны на глубоком море (табл. 1). По данным значениям параметров ветровой волны проводится расчет килевой качки и вертикальных колебаний яхты в зависимости от скорости ветра v, и скорости хода судна v_0. Расчет амплитудных функций (10) проводится с использованием программ, разработанных в среде MATLAB. Значения амплитудных функций килевой качки ψ и вертикальной качки ζ приведены в табл. 2.

Статистическая обработка результатов, приведенных в табл. 2 по методу наименьших квадратов по величине амплитудной функции килевой качки, дает следующую зависимость

$$\psi = a_\psi + b_\psi v^{c_\psi}; \tag{15}$$

где v — скорость ветра, м/с;

$a_\psi = 0{,}00230873$; $b_\psi = 0{,}0110393$; $c_\psi = 1{,}7725574$;

коэффициент регрессии — $r^2 = 0{,}9970$.

График зависимости (15) представлен на рис. 6.

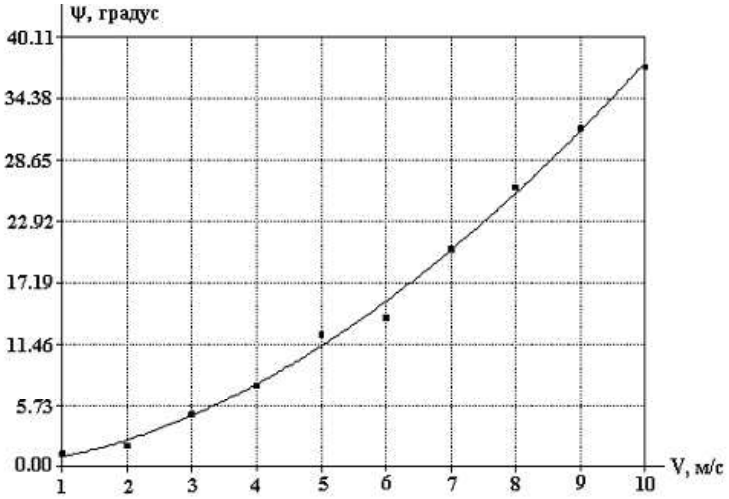


Рис. 6 – Зависимость амплитуды килевой качки от скорости ветра

Таблица 1 – Расчетные параметры ветровой волны

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Высота волны, м	0,3007	0,4149	0,5794	0,788	1,0374	1,3248	1,6482	2,0061	2,3971	2,82
Длина волны, м	0,65175	1,76248	3,61709	6,21672	9,56218	13,6540	18,4929	24,0791	30,4130	37,4950
Крутизна волны	0,46	0,24	0,16	0,13	0,11	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
Период колебаний, с	0,6291	1,0535	1,5187	1,9956	2,4766	2,9592	3,4425	3,9258	4,4091	4,8921
Частота колебаний, 1/с	9,9874	5,9643	4,1371	3,1486	2,537	2,1232	1,8252	1,6005	1,4251	1,2844
Скорость волны, м/с	1,0360	1,6730	2,3816	3,1152	3,8670	4,6141	5,3720	6,1335	6,8978	7,6645

Таблица 2 – Расчетные параметры вертикальной и килевой качки

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Высота волны, м	0,3007	0,4149	0,5794	0,788	1,0374	1,3248	1,6482	2,0061	2,3971	2,82
Частота колебаний, 1/с	9,9874	5,9643	4,1371	3,1486	2,537	2,1232	1,8252	1,6005	1,4251	1,2844
Амплитуда килевой качки, рад	0,018	0,032	0,08	0,13	0,212	0,240	0,351	0,453	0,550	0,650
Амплитуда вертикальных колебаний, м	0,008	0,01	0,036	0,1	0,15	0,199	0,315	0,395	0,474	0,569

Выводы

1. Условие $\alpha = -\Psi = 5°$, при котором рабочие поверхности при пленочном течении хладагента в теплообменных элементах АХМ могут занимать горизонтальное положение соответствует скорости ветра < 3 м/с. При скоростях ветра, превышающих данное значение, использование, работа бытовых АХП в традиционном исполнении невозможна.

2. При больших возмущениях ветровых волн на малых судах (катерах, яхтах) следует применять специальные АХП, в которых предусмотрены элементы, предотвращающие неблагоприятное воздействие качки на гидродинамику потоков рабочего тела.

Литература

1. Тітлов О.С. Науково-технічні основи створення енергозберігаючих побутових абсорбційних холодильних приладів [Текст] / О.С. Тітлов, М.Д. Захаров // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2009. – № 35. – Т.1. – С. 113–127.
2. Титлов А.С. Современный уровень разработок и производства бытовых абсорбционных холодильных приборов [Текст] / А.С. Титлов // Холодильный бизнес. – 2007. – № 8. – С. 12–17; № 9. – С. 28–30; № 10. – С. 47–49; № 11. – С. 46–47.
3. Терехов А.А. Ремонт холодильников абсорбционного типа [Текст] : монография // А.А. Терехов. – М.: Легкая индустрия, 1973. – 70 с.
4. Сводные данные товаров народного потребления: Часть 1. Холодильники и морозильники бытовые электрические, термостаты бытовые [Текст] – М.: Министерство общего машиностроения СССР, 1990. – 102 с.
5. Бабакин Б.С. Бытовые холодильники и морозильники. (Справочник) [Текст] / Б.Бабакин, В. Выгодин. –3-е изд., испр. и доп. – Рязань: Узоречье, 2005. – 860 с.
6. Деклараційний патент на корисну модель № 18462 Україна, МПК(2006) F 25 B 15/10. Холодильник для парусної яхти / О.С. Тітлов, Ю.О. Очеретяний, М.Д. Захаров, С.К. Чернишов (Україна). – № 200604524; заявл. 25.04.2006; опубл. 15.11.2006, Бюл. № 11.

7. Исаченко В.П. Теплопередача [Текст] / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – М.: Энергия, 1975. – 488 с.
8. Исаченко В.П. Теплообмен при конденсации [Текст] : монография / В.П. Исаченко. – М.: Энергия, 1977. – 240 с.
9. Семенов-Тян-Шанский В.В. Качка корабля [Текст] / В.В. Семенов-Тян-Шанский, С.Н. Благовещенский, А.Н. Холодилин. – Л.: Судостроение, 1969. – 392 с.
10. Благовещенский С.Н. Справочник по статике и динамике корабля. Динамика (качка) корабля [Текст] / С. Благовещенский, А. Холодилин. – Л.: Судостроение, 1976. – Том 2. – 176 с.
11. Справочник по управлению кораблем [Текст] / А.П. Броневицкий [и др.]; – М.: Военное издательство министерства обороны СССР, 1974. – 140 с.
12. Правила классификации и постройки малых судов. [Текст] / В.В. Севрюков, В.В. Бабий, А.А. Билокурец. – Киев: Официальное издание регистра судоходства Украины, 2004. – Т. 1. – 70 с.

УДК 621.575.932:621.565.92

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССООБМЕНА ГЕНЕРАТОРНЫХ УЗЛОВ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ (АХА)

Очеретяный Ю.А., Кирилов В.Х., д-р техн. наук, профессор
Одесский национальный морской университет, Одесса
Титлов А.С., д-р техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Представлены результаты моделирования процессов теплообмена при дефлегмации паровой смеси воды и аммиака в абсорбционном холодильном агрегате. Показано, что полученные результаты расчетов согласуются с экспериментальными данными.

The results of design of processes of heat exchange are presented at дефлегмации of steam mixture of water and ammonia in an absorption refrigeration aggregate. It is rotined that the got results of calculations comport with experimental information.

Ключевые слова: паровая смесь, конденсация, пленочное течение, абсорбционный холодильный агрегат

Генераторный узел АХА состоит из генератора-термосифона, дефлегматора и жидкостного теплообменника и является одним из важнейших элементов, определяющий энергетическую эффективность работы всего АХА [1]. Основной задачей его является подача пара холодильного агента (аммиака) в конденсатор с одновременной его очисткой, которая происходит в дефлегматоре.

Цель данного исследования заключается в создании методики математического моделирования процессов дефлегмации паровой водоаммиачной смеси (полной конденсации пара воды и частично пара аммиака) на внутренней поверхности подъёмного канала дефлегматора. При этом предполагается известным распределение температуры стенки вертикального канала дефлегматора и температура и концентрация пароаммиачной смеси на входе в дефлегматор.

Дефлегматор представляет собой подъёмный канал (круглого сечения) частично теплоизолирован, а остальная часть канала охлаждается окружающим воздухом (рис. 1). В верхней части дефлегматора происходит конденсация паров воды и частично паров аммиака с образованием флегмы (слабый раствор аммиака в воде), которая в виде плёнки стекает вниз по внутренней поверхности канала в сборник слабого раствора генератора.

На выходе из дефлегматора необходимо обеспечить концентрацию хладагента (аммиака) $\xi_{NH3} = 1$ или парциальное давление насыщения p_{NH3}.

Исходные данные для моделирования: L — длина дефлегматора ($L = 0{,}18$ м); O — начало координат оси x (x направлена вертикально вниз); $L_{из}$ — высота термоизоляции ($L_{из} = 0{,}11$ м); мощность теплового источника $Q = 75$ Вт; диаметр трубы дефлегматора $\varnothing$ 0,011 м; температура окружающей среды $t_{OC} = 22$ °С.

Экспериментальные данные по температуре стенки дефлегматора в зависимости от высоты h представлены в виде

$$T_{ст} = T(h).$$

Начало координат O_1 оси h соответствует входному сечению дефлегматора. Изменение температур стенки по высоте вертикального дефлегматора АХА приведено в табл. 1.

Таблица 1 – Изменение температур стенки (*Tcm*) по высоте (*h*) вертикального дефлегматора АХА

В зоне установки теплоизоляции							
h, см	0	2	4	6	8	10	11
Tcm, °C	50	55	60	58	60	54	54
В зоне без теплоизоляции							
h, см	12	13	14	15	16	17	18
Tcm, °C	54	58	60	58	82	75	54

Экспериментальные данные, приведенные в табл. 1, свидетельствуют о том, что конденсация водоаммиачного пара происходит в области термоизоляции на высоте $h = 0{,}11$ м. Температура внешней поверхности плёнки конденсата $T_{гр}$ постоянна и заранее неизвестна, однако судя по температуре стенки, она равна ≈52...54 °C.

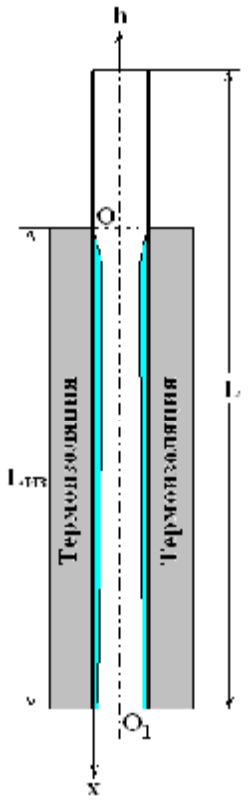


Рис. 1 – Изменение температуры стенки по высоте дефлегматора

Рассмотрим задачу о ламинарной плёночной конденсации двухкомпонентного (водоаммиачного) пара на вертикальной стенке дефлегматора. Впервые задача о плёночной конденсации однокомпонентного пара была решена Нуссельтом [7].

На вертикальной стенке, температура которой является переменной по высоте $T_{cm}(x)$ происходит конденсация паров смешивающихся жидкостей (рис. 2). Плёнка флегмы, толщину которой обозначим через $\delta = \delta(x)$, течёт ламинарно.

При исследовании принимаются следующие допущения:

1) силы инерции, возникающие в плёнке конденсата, пренебрежимо малы по сравнению с силами вязкости и силами тяжести;

2) конвективный перенос теплоты в плёнке, а также теплопроводность вдоль неё несущественны по сравнению с теплопроводностью поперёк плёнки;

3) трение на границе раздела паровой и жидкой фаз отсутствует;

4) температура внешне поверхности плёнки конденсата постоянна и равна $T_{гр}$ при заданном давлении пара ($T_{гр}$ — неизвестна и подлежит определению);

5) физические параметры конденсата не зависят от температуры;

6) силы поверхностного натяжения на свободной поверхности плёнки не влияют на характер её течения;

7) плотность пара мала по сравнению с плотностью конденсата.

Принятые допущения позволяют существенно упростить математическую формулировку задачи. Уравнение теплопроводности и движение имеют следующий вид:

$$\frac{d^2T}{dy^2} = 0\,, \tag{1}$$

$$\mu_{ж}\frac{d^2V_x}{dy^2} = -\rho_{ж}g\,, \tag{2}$$

где $\mu_{ж}$ — динамическая вязкость флегмы, Па с;

$\rho_{ж}$ — плотность флегмы, кг/м^3.

Граничные условия:

при $y = 0$

$$T = T_c(x), \qquad V_x = 0; \tag{3}$$

при $y = \delta(x)$

$$T = T_{гр}, \quad \frac{\partial V_x}{\partial y} = 0. \tag{4}$$

Интегрирование уравнения теплопроводности даёт $T(x, y) = a\,y + b$.
Из граничных условий (3), (4) находим

$$b = T_c(x), \quad a = \frac{T_{гр} - T_c(x)}{\delta(x)}.$$

Таким образом, температура конденсата равна

$$T(x, y) = \frac{T_{гр} - T_c(x)}{\delta(x)} \cdot y + T_c(x). \tag{5}$$

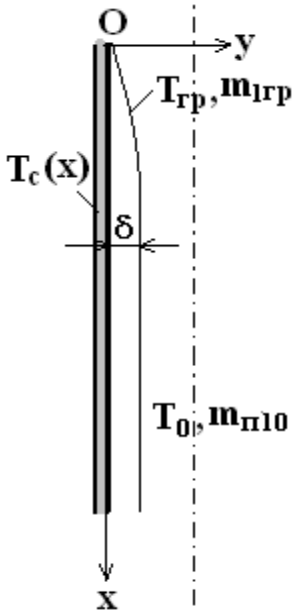


Рис. 2 – Схема течения пленки флегмы по вертикальной поверхности дефлегматора

Локальный коэффициент теплоотдачи

$$\alpha(x) = \frac{q_c}{T_{гр} - T_c(x)} = \frac{\lambda_{ж}\left(\frac{dT}{dy}\right)_{y=0}}{T_{гр} - T_c(x)} = \frac{\lambda_{ж}}{\delta(x)}. \tag{6}$$

Интегрирование уравнения движения с учётом граничных условий (3), (4) даёт параболический профиль распределения продольной скорости

$$V_x(x, y) = \frac{\rho_{ж} g}{\mu_{ж}} \cdot \delta(x) y - \frac{\rho_{ж} g}{2\mu_{ж}} \cdot y^2, \tag{7}$$

Средняя скорость течения конденсата $\overline{V}_x$ в сечении x равна

$$\overline{V}_x(x) = \frac{1}{\delta} \cdot \int_0^{\delta} V_x dy = \frac{\rho_{ж} g}{3\mu_{ж}} \cdot \delta^2. \tag{8}$$

В уравнения (5) — (8) входят переменная толщина плёнки конденсата $\delta = \delta(x)$, причём увеличение толщины плёнки $\left(\frac{d\delta}{dx} > 0\right)$ обусловлено непрерывным вдоль x поступлением конденсата в плёнку. Если полагать, что теплота, отданная стенке, есть теплота фазового перехода, то приращение расхода плёнки на элементе dx можно выразить следующим образом

$$dG = \frac{q_c}{r} dx.$$

Здесь $\frac{q_c}{r} = j_{гр}$ — плотность потока массы, кг/(м^2 с);

$q_c = \frac{\lambda_{ж}}{\delta}\left(T_{гр} - T_c(x)\right)$ — плотность теплового потока у стенки, Вт/м^2.

В результате

$$dG = \frac{\lambda_{ж}}{\delta} \cdot \frac{1}{r} \cdot \left(T_{гр} - T_c(x)\right).$$

С другой стороны, изменение расхода конденсата можно описать выражением

$$dG = d\left(\int_0^{\delta} \rho_{ж} V_x dy\right) = d\left(\rho_{ж} \overline{V}_x \delta\right).$$

Из последних двух соотношений следует, что

$$\frac{d}{dx}\left(\overline{V}_x \delta\right) = \frac{\lambda_{ж}}{r \delta \rho_{ж}} \cdot \left(T_{гр} - T_c(x)\right).$$

Подставляя в это выражение значение средней скорости $\overline{V}_x$ из (8), получаем следующее дифференциальное уравнение относительно переменной толщины плёнки конденсата $\delta = \delta(x)$

$$\delta^3 \frac{d\delta}{dx} = \frac{\lambda_{ж}\mu_{ж}}{r\rho_{ж}^2 g} \cdot \left(T_{гр} - T_c(x)\right). \tag{9}$$

Начальное условие для уравнения (9) имеет вид

$$\text{при } x = 0 \quad \delta = 0. \tag{10}$$

Из уравнения (9) видно, что толщина конденсата зависит от распределения температуры стенки $T_c(x)$. Приведём задачу (9), (10) к безразмерному виду. Вводится линейный масштаб

$$l = \sqrt[3]{\frac{\lambda_{ж}\mu_{ж}}{r\rho_{ж}^2 g}\cdot T_{гр}}\ , \text{м} \tag{11}$$

и безразмерные величины

$$\overline{\delta} = \frac{\delta}{l}, \quad \overline{x} = \frac{x}{l}, \quad \overline{T_c} = \frac{T_c}{T_{гр}}. \tag{12}$$

Дифференциальная задача (9), (10) в безразмерной форме примет вид

$$\begin{cases} \overline{\delta}^3 \dfrac{d\overline{\delta}}{d\overline{x}} = 1 - \overline{T_c}(\overline{x}) \\ при \quad \overline{x} = 0 \quad \overline{\delta} = 0 \end{cases}. \tag{13}$$

Решим задачу (9), (10), определив функцию $T_c(x)$ по экспериментальным данным. В области теплоизоляции, где формируется конденсат флегмы, относительно оси x экспериментальные значения температур приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Экспериментальных данные по температурам в области течения конденсата флегмы

x, см	0	1	3	5	7	9	11
Tcm, °C	54	54	60	58	60	55	50

Проведём аппроксимацию эти данных $T_{ст} = T_{ст}(x)$ по методу наименьших квадратов. Получаем следующую зависимость в виде полинома четвёртой степени

$$T_{ст}(x) = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4,$$

где a = 54,162698, b = 4,4517196, c = – 1,2204861, d = 0,13831019,
e = –0,0065104167, коэффициент регрессии r^2 = 0,9132.

Дифференциальная задача (9), (10) может быть записана как

$$\begin{cases} \delta^3 \dfrac{d\delta}{dx} = A P_4(x), \qquad 0 \le x \le 11 \\ при \quad x = 0 \quad \delta = 0 \end{cases},$$

здесь $A = \dfrac{\lambda_{ж}\mu_{ж}}{r\rho_{ж}^2 g}$, $P_4(x) = T_{гр} - a - bx - cx^2 - dx^3 - ex^4$.

Решение данной задачи

$$\delta_1(x) = (a_1 x - b_1 x^2 + c_1 x^3 - d_1 x^4 + e_1 x^5)^{0.25}. \tag{14}$$

В выражении (14) приняты следующие обозначения

$\delta_1 = \dfrac{\delta}{\sqrt[4]{A}}$, a_1 = 4 $T_{гр}$ – 216,650792, b_1 = 8,9034392, c_1 = 1,6273148, d_1 = 0,13831019, e_1 = 0,00520833.

Визуализация приведенной толщины плёнки конденсата $\delta_1(x)$ (в системе MatLab) приведена на рис. 3.

Рассмотренная задача о ламинарной плёночной конденсации смешивающихся жидкостей не является завершённой, поскольку конденсируемая плёнка флегмы представляет смесь воды и аммиака. Теплофизические свойства флегмы $\lambda_{ж}$, $\rho_{ж}$, $\mu_{ж}$, r, а также температура на поверхности конденсата $T_{гр}$ являются неизвестными, так как эти величины зависят от концентрации каждого компонента флегмы.

В связи с этим необходимо проанализировать процессы переноса в смеси паров происходящих в ядре потока дефлегматора. Следует иметь в виду, что водоаммиачный пар во всём объёме на значительном расстоянии от поверхности разрыва является насыщенным, его температура и давление равны соответственно T_o и p, соответствующие состоянию насыщения. В насыщенном состоянии находится также поверхность конденсата. Температуре поверхности раздела фаз $T_{гр}$ соответствуют массовые доли в паре $m_{п1гр}$ и $m_{п2гр} = 1 - m_{п1гр}$ и массовые доли в жидкости (флегме) $m_{ж1гр}$ и $m_{ж2гр} = 1 - m_{ж1гр}$. В общем случае $m_{п1гр} \neq m_{ж1гр}$ и $m_{п2гр} \neq m_{ж1гр}$. Полагая, что $T_{гр}$ = const приходим к постоянству вдоль поверхности разрыва

концентраций $m_{ж1гр}$ и $m_{ж2гр}$, полагая также, что виде непроницаемости стенки можно считать, что концентрации $m_{ж1}$ и $m_{ж2}$ в жидкости всюду равны соответственно $m_{ж1гр}$ и $m_{ж2гр}$.

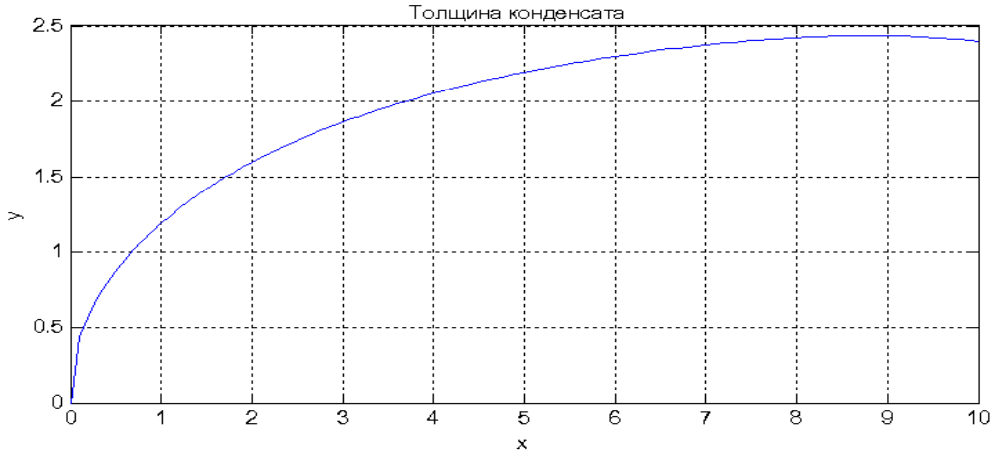


Рис. 3 – Изменение толщины флегмы по высоте дефлегматора (при расчётах принято $T_{гр}$ = 54 °С)

Проведём исследование процессов переноса в паровой фазе. Поля скоростей, температуры и конденсации аммиака в пограничных слоях описываются уравнениями:

$$\begin{cases} V_x\dfrac{\partial V_x}{\partial x}+\dfrac{\partial V_x}{\partial x}+V_y\dfrac{\partial V_x}{\partial y}=g\left(1-\dfrac{\rho_0}{\rho}\right)+\nu\dfrac{\partial^2 V_x}{\partial y^2}, \quad \dfrac{\partial V_x}{\partial x}+\dfrac{\partial V_y}{\partial y}=0 \\ V_x\dfrac{\partial T}{\partial x}+V_y\dfrac{\partial T}{\partial y}=a\dfrac{\partial^2 T}{\partial y^2} \\ V_x\dfrac{\partial m_1}{\partial x}+V_y\dfrac{\partial m_1}{\partial y}=D\dfrac{\partial^2 m_1}{\partial y^2} \end{cases} \tag{15}$$

Все физические свойства пара, входящие в эти уравнения, считаются постоянными, исключая плотность смеси ρ.

Полагая, что двухкомпонентная паровая смесь подчиняется уравнению состояния

$$p = Z\rho RT\ .$$

И коэффициент сжимаемости Z равен Z_0, можно получить, что

$$1-\frac{\rho_0}{\rho}=A_m\frac{m_{n1}-m_{n10}}{m_{n1гр}-m_{n10}}+A_T\frac{T-T_0}{T_{гр}-T_0}-A_mA_T\frac{m_{n1}-m_{n10}}{m_{n1гр}-m_{n10}}\cdot\frac{T-T_0}{T_{гр}-T_0},$$

где $A_m=\dfrac{(M_1-M_2)\cdot(m_{n1гр}-m_{n10})}{M_1-m_{n10}\cdot(M_1-M_2)}$, M — молекулярная масса;

$A_T=\dfrac{T_0-T_{гр}}{T_0}$.

Уравнения (15) допускает преобразование этих уравнений в частных производных к системе обыкновенных дифференциальных уравнений.

Вводится независимая переменная (автомодельное преобразование)

$$\eta=\frac{c\cdot(y-\delta)}{x^{1/4}}, \tag{16}$$

где $c=\left(g\,A_m/4\nu^2\right)^{1/4}$.

Вводятся также новые неизвестные функции

$$f(\eta)=\frac{\psi}{4c\nu x^{3/4}},\ \psi-\text{функция тока}\ \left(V_x=\frac{\partial\psi}{\partial y},\ V_y=-\frac{\partial\psi}{\partial x}\right), \tag{17}$$

$$\varphi(\eta) = \frac{m_{n1} - m_{n10}}{m_{n\text{гр}} - m_{n10}}, \tag{18}$$

$$\theta(\eta) = \frac{T_0 - T}{T_0 - T_{гр}}. \tag{19}$$

В результате, уравнения (15) в новых переменных приводятся к системе

$$f''' + 3 f f'' - 2(f')^2 + \varphi + \theta \frac{A_T}{A_m} - \varphi\theta A_T = 0; \tag{20}$$

$$\varphi'' + 3\,\mathrm{Pr}_D\, f \varphi' = 0; \tag{21}$$

$$\theta'' + 3\,\mathrm{Pr}\, f \theta' = 0. \tag{22}$$

К уравнениям (20) — (22) нужно добавить граничные условия и условия сопряжения на поверхности раздела. Последние условия можно задать, используя уравнения сохранения массы, количества движения и энергии. Конкретизируем эти условия. Предварительно запишем уравнения потока масс через поверхность раздела $y = \delta$.

Составляющие скорости V_x и V_y получаются дифференцированием функции тока

$$V_x = 4\nu c^2 x^{1/2} f', \quad V_y = \frac{\nu c}{x^{1/4}}\left(\frac{c y}{x^{1/4}} f' - 3 f'\right). \tag{23}$$

Плотность потока массы первого компонента (аммиака) через свободную поверхность конденсата есть сумма потоков, переносимых диффузией и конвекцией

$$j_{1гр} = \rho_1 \cdot \left(V_x \frac{d\delta}{dx} - V_y\right)_{гр} - \rho D \cdot \left(\frac{\partial m_{n1}}{\partial y}\right)_{гр}. \tag{24}$$

Подстановка переменных даёт

$$j_{1гр} = \left[\varphi'(0) + 3 f(0)\,\mathrm{Pr}_D \cdot \left(\frac{m_{n1гр}}{m_{n1гр} - m_{n10}}\right)\right] \cdot \rho D \left(m_{n1гр} - m_{n10}\right) c\, x^{-1/4}. \tag{25}$$

Аналогично, для второго компонента

$$j_{2гр} = \left[-\varphi'(0) + 3 f(0)\,\mathrm{Pr}_D \cdot \left(\frac{1 - m_{n1гр}}{m_{n1гр} - m_{n10}}\right)\right] \cdot \rho D \cdot \left(m_{n1гр} - m_{n10}\right) c\, x^{-1/4}. \tag{26}$$

Суммируя $j_{1гр}$ и $j_{2гр}$, находим плотность потока массы обоих компонент на поверхности разрыва

$$j_{гр} = 3\mu c\, x^{-1/4} f(0). \tag{27}$$

В уравнения (24) — (27) входят только теплофизические свойства пара.

Согласно условию задачи содержание первого компоненте (аммиака) m_{n10} определяется по заданной температуре насыщения T_0.

Теперь условие равновесия на поверхности разрыва можно сформулировать следующим образом:

$$\frac{m_{ж1гр}}{m_{ж2гр}} = \frac{j_{1гр}}{j_{2гр}}. \tag{28}$$

Используя уравнения (25) и (26), последнее условие запишется как

$$\frac{m_{ж1гр}}{m_{ж2гр}} = \frac{\varphi(0) + 3 f(0)\,\mathrm{Pr}_D\left(\dfrac{m_{n1гр}}{m_{n1гр} - m_{n10}}\right)}{-\varphi(0) + 3 f(0)\,\mathrm{Pr}_D\left(\dfrac{1 - m_{n1гр}}{m_{n1гр} - m_{n10}}\right)}. \tag{29}$$

Решения уравнений (22) — (24) проводится численным методом Рунге-Кутта, используя математический пакет MatLab.

В области отсутствия теплоизоляции имеет место однофазный поток хладагента (аммиака). Здесь используется, при математическом описании движения паровой среды уравнения пограничного слоя, а теплообмен с окружающей средой описывается уравнениями конвективного теплообмена, с учётом переменной по высоте температуры стенки. Для данной области решения уравнений в частных производных проводится методом конечных элементов, используя математический пакет FemLab.

Результаты расчётов приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Основные расчетные параметры режима работы дефлегматора при номинальной тепловой нагрузке генератора АХА

№	Участок дефлегматора	Температура, °С	Концентрация аммиака, кг/кг смеси	Массовый расход, кг/с
1	Вход паровой смеси в дефлегматор	114,36	0,94	$1{,}696 \cdot 10^{-5}$
2	Выход флегмы из дефлегматора	126,96	0,36	$0{,}1585 \cdot 10^{-5}$
3	Выход паров аммиака из дефлегматора (вход в конденсатор)	46,04	1	$1{,}538 \cdot 10^{-5}$

Приведенные в табл. 3 результаты расчетов удовлетворительно согласуются с данными экспериментальных исследований серийных АХП типа «Киев» АШ-35.

Выводы

1. Предложена методика расчёта генераторного узла АХА на основе математического моделирования процессов конденсации паров воды и частично паров аммиака на внутренней поверхности подъёмного канала дефлегматора из пароаммиачной смеси. При этом предполагается известным распределение температуры стенки вертикального канала дефлегматора и температура и концентрация пароаммиачной смеси на входе в дефлегматор.

2. В области отсутствия теплоизоляции имеет место однофазный поток хладагента (аммиака). Для данной области решения уравнений в частных производных проводится методом конечных элементов, используя математический пакет FemLab.

3. Проведенные в работе теоретические исследования позволяют на основе экспериментальных значений температуры наружной стенки генераторного узла, установить все характеристики двухфазного потока дефлегматора (расход, температура, состав) в любом сечении подъемного участка.

4. В дальнейших исследованиях предполагается обобщить результаты испытаний типовых моделей АХА и на их основе разработать универсальную методику расчета дефлегматора АХА, на основе которой можно будет разработать систему управления энергосберегающими режимами АХП.

Литература

1. Тітлов О.С. Науково-технічні основи створення енергозберігаючих побутових абсорбційних холодильних приладів [Текст] / О.С. Тітлов, М.Д. Захаров // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2009. – № 35. – Т.1. – С. 113–127.
2. Титлов А.С. Оптимизация температурно-энергетических характеристик абсорбционно-диффузионных холодильных агрегатов и аппаратов бытовой техники на их основе [Текст] / А.С. Титлов, Ю.С. Ботук, А.В. Мазур, В.В. Завертаный // Тепловые режимы и охлаждение радиоэлектронной аппаратуры. – 1995. – № 1 – 2. – С. 69-78.
3. Пат. №2350857, Российская Федерация , МПК F 25 B 15/10. Способ работы абсорбционного холодильного агрегата / В.В. Ильиных (Россия), А.С. Титлов (Украина), Д.Н. Ивакин (Россия), Г.И. Овечкин, А.А. Кишкин – СибГАУ; № 2007116257/06; заявл. 28.04.2007; опубл. 27.03.2009, Бюл. № 9.
4. Титлов А.С. Экспериментальные исследования температурно-энергетических характеристик низкотемпературных камер на основе АДХМ [Текст] / А.С. Титлов, В.В. Завертаный, О.Б. Васылив, Л.Р. Ленский //Тепловые режимы и охлаждение радиоэлектронной аппаратуры. – 1998. – №1. – С. 60-67.
5. Васылив О.Б. Поиск энергосберегающих режимов работы серийных абсорбционных холодильных аппаратов [Текст] / О.Б. Васылив, А.С. Титлов // Холодильная техника и технология. – 1999. – №60. – С. 28-37.
6. Тітлов О.С. Оптимізація режимів роботи абсорбційних холодильних апаратів різного функціонального призначення [Текст] / О.С. Тітлов, Д.С. Тюхай, О.Б. Василів, О.В. Мазур // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2003. – № 26. – С. 208-213.
7. Исаченко В.П. Теплообмен при конденсации [Текст] : монография / В.П. Исаченко. – М.: Энергия, 1977. – 240 с.

УДК 637.5.037:621.584.1

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ОХЛАЖДЕНИЯ БИТОЙ ПТИЦЫ

Титлов А.С., д-р техн. наук, доцент, Васылив О.Б., канд. техн. наук, доцент,
Горыкин С.Ф., канд. техн. наук, доцент, Савинок О.Н., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Выполнен анализ литературных источников по свойствам и практическому использованию принципиально нового хладоносителя — бинарного льда (binary ice). Рассмотрены различные аспекты целесообразности его применения для охлаждения битой птицы.

The analysis of the literature on the properties and practical application of principles, a fundamentally new coolant — binary ice (binary ice). Various aspects of its use for cooling of dead birds.

Ключевые слова: охлаждение, птица, бинарный лед, айс-сларри.

Качество мяса птицы в значительной степени зависит от технологии его охлаждения на всех этапах переработки.

Согласно существующей технологии переработки цыплят-бройлеров тушку необходимо охладить от температур плюс 38 °С до температуры не выше 4 °С за 1...2 часа. Для этого на отечественных птицекомбинатах используют мощные холодильные установки с одной из перечисленных ниже систем [1, 2]:

- воздушное охлаждение тушек на рамах;
- воздушно-капельное охлаждение на ленте конвейера;
- иммерсионное охлаждение в ледяной воде.

Наиболее широкое распространение в настоящее время получило охлаждение в ледяной воде, при котором тушки погружают в ледяную воду, обычно охлаждённую в испарителях проточного типа. Способ весьма эффективен, однако имеет ряд недостатков, наиболее существенным из которых является адсорбция воды в ткани тушки. Это связано с тем, что в начале процесса охлаждения соединительнотканные белки находятся в гидратированном состоянии, в которые легко проникает вода в количестве до 2,1…2,2 % от массы птицы. А это в значительной степени снижает срок хранения продукции из-за наличия свободной воды на поверхности тушки. Кроме того, при реальной температуре охлаждающей воды 1...3 °С достаточно долго устанавливается конечная температура тушки.

Перечисленные недостатки могут быть существенно уменьшены при использовании технологий охлаждения на основе жидкого льда (binary ice — дальнейшем BI). Запатентованный ещё в 1967 году аспирантом Ленинградского технологического института холодильной промышленности В.А. Чижиковым, этот принципиально новый двухфазный хладоноситель привлек внимание производственников и ученых ряда стран, в том числе и на Украине [3-5].

Первые опыты промышленного внедрения BI-технологии уже реализованы в Канаде, США и некоторых европейских странах для охлаждения рыбы, птицы, фруктов и овощей, а также на предприятиях торговли. Предпринимаются попытки её внедрения и на постсоветском пространстве. Так, российская компания «Фабрика холода» уже внедрила её на предприятиях рыбной промышленности и в настоящее время разрабатывает такую технологию для птицекомбинатов на основе параметрического ряда льдогенераторов жидкого льда DWT, производительностью по BI от 6,5 до 67,5 т/сутки. Такие агрегаты представляют собой полностью готовое к использованию оборудование, смонтированное на единой раме.

Основой для получения BI в этих льдогенераторах служит морская, либо обычная подсоленная вода, предварительно прошедшая специальную электрообработку. Попадая в зону низких температур BI-льдогенератора, такой раствор синтезирует микроскопические кристаллы льда размером менее 0,01 мм, которые образуют гелеобразную консистенцию, используемую в целях охлаждения как жидкий лёд. Некоторое количество жидкой фазы разделяет кристаллы льда, что препятствует образованию снежных комков. При этом одновременно сохраняются преимущества ледяного и жидкостного охлаждения пищевых продуктов: высокая аккумулятивная способность хладоносителя (до 300 кДж/кг) при практически постоянной низкой температуре фазового перехода лёд-вода, с одной стороны, и принципиальная возможность его транспортировки с помощью насоса по трубопроводам, с другой [6]. Кроме того, появляется идеальный изотермический контакт хладоносителя с охлаждаемым продуктом любой геометрической формы и размеров.

Важными технологическими преимуществами BI-технологии при охлаждении тушек птицы является быстрое охлаждение поверхности тушки вплоть до криоскопической температуры на уже существующих

на предприятиях системах иммерсионного охлаждения в ледяной воде, что позволяет существенно снизить количество адсорбированной в тушку воды и скорость протекания биохимических процессов в мышечной и жировой тканях, а также более эффективно использовать анолиты для борьбы с микрообсеменением тушек.

В рекламных материалах упомянутой выше фирмы «Фабрика холода» (http://www.fbh.ru/chlazdenie_tusek_ptici) приведены экспериментальные данные по динамике охлаждения тушек бройлеров от температуры плюс 38 °С до плюс 1 °С при использовании жидкого льда (рис.1).

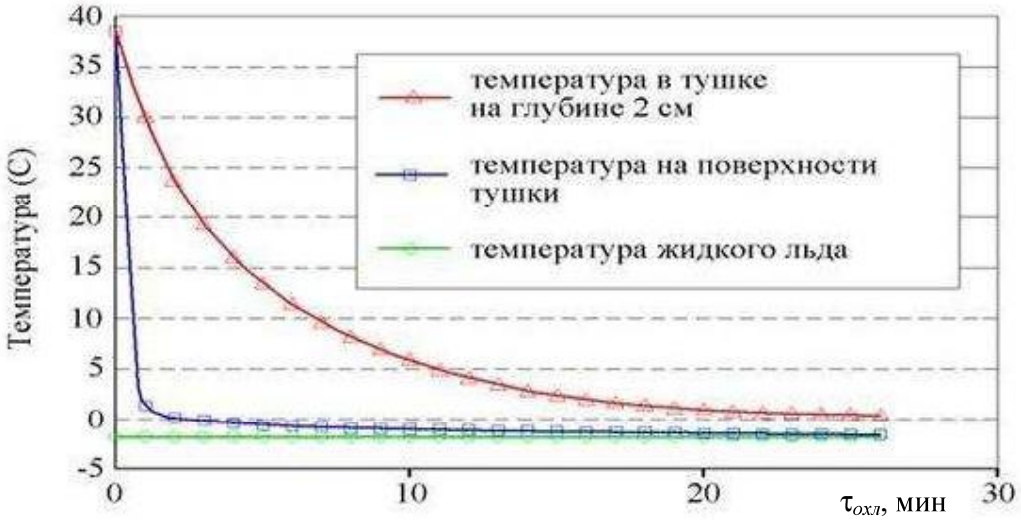


Рис. 1 – Результаты экспериментальных исследований процесса охлаждения тушек бройлеров, проведенные фирмой «Фабрика холода»

Из приведенных графиков видно, что при таком способе охлаждения удается охладить мышечную ткань бройлера на глубине 2 см за 20...25 минут, а температура поверхности тушки понижается до +1 °С буквально за 1...2 минуты. Не вызывает сомнений, что при подобной динамике процесса полное охлаждение тушки можно завершить за 40...45 мин при существенном сокращении поступления компонентов хладоносителя в тушку.

Определённым недостатком BI-технологии можно считать повышенную энергоемкость, связанную с необходимостью использования большого количества жидкого льда. Расчет теплового баланса установки на стационарном режиме работы показывает, что для наиболее примитивных технологических схем расход жидкого льда может составлять 30...35 % от массы охлаждаемой птицы, что существенно удорожает технологию.

Для оценки необходимого расхода льда необходимо выполнить тепловой баланс ванны охлаждения птицы. Если не учитывать потери холода в окружающую среду, то его можно записать в виде:

$$G_{пт}\, c_{пт}\, (t_{нач} - t_{кон}) = G_{л}\, q_{л}\,,$$

где $G_{пт}$, $G_{л}$ — массовый расход птицы и льда, соответственно, кг/с;
$c_{пт}$ — удельная теплоемкость птицы, кДж/(кг·К);
$t_{нач}$, $t_{кон}$ — начальная и конечная температуры птицы, °С;
$q_{л}$ — удельная холодопроизводительность жидкого льда, кДж/кг.

$$q_{л} = g_1 \cdot r + c \cdot (t_1 - t_2)\,,$$

где g_1 — массовая доля твердой фазы в BI;
r — удельная теплота льдообразования воды, кДж/кг;
c — удельная теплоемкость жидкой фазы, кДж/(кг·К);
t_1, t_2 — конечная и начальная температуры жидкой фазы, °С

Отсюда расход жидкого льда, отнесенный к 1 кг охлаждаемой птицы $g_{л}$ можно выразить как:

$$g_{л} = \frac{G_{л}}{G_{пт}} = \frac{c_{пт} \cdot (t_{нач} - t_{кон})}{g_1\, r_{л} + c \cdot (t_1 - t_2)}.$$

Принимая значения $c = 3{,}22$ кДж/(кг·К), $t_{нач} = 38$ °С, $t_{кон}$ = плюс 3 °С, $g_1 = 0{,}95$, $r_л = 335$ кДж/кг, $c = 4{,}18$ кДж/(кг·К), $t_1 = 2$ °С и t_2 = минус 2 °С, получим $g_л = 0{,}33$, т. е. для охлаждения 1 кг птицы на основе BI-технологии от температуры плюс 38 °С до плюс 4 °С необходимо затратить 0,33 кг жидкого льда.

В связи с этим в работе были рассмотрены ряд принципиальных схем, направленных на резкое снижение расхода жидкого льда.

Наиболее перспективными в энергетическом плане оказались комбинированные схемы охлаждения, совмещающие BI-технологию с существующей системой водяного охлаждения тушек. При этом рассматривались принципиальные схемы охлаждения тушек в одной ванне охлаждения (только жидким льдом), в двух последовательно расположенных ваннах (BI-технология в первой и существующая схема охлаждения ледяной водой во второй) и в трех последовательно расположенных ваннах охлаждения (BI-технология в первой и третьей ваннах и водяное охлаждение во второй). При этом, несмотря на очевидную энергетическую выгоду использования водяного охлаждения в начальной стадии охлаждения, во всех рассматриваемых схемах для сокращения количества адсорбированной в тушки воды и соли, на первой стадии процесса использовалась только BI-технология. Для некоторых из подобных схем удалось в 2-3 раза сократить расчетный удельный расход жидкого льда.

Внимание авторов также привлек параметрический ряд генераторов жидкого льда Bubble Slurry фирмы Crytek, которые, наряду с жидким льдом, способны вырабатывать также смесь, состоящую из 25 % жидкого льда и 75 % ледяной воды. Использование такой смеси может оказаться весьма перспективным, как в плане сокращения энергопотребления, так и как один из эффективных способов борьбы с просаливанием тушек птицы.

Ниже в таблице 1 приведены характеристики льдогенераторов фирмы Crytek

Таблица 1 – Характеристики льдогенераторов фирмы Crytek

Модель льдогенератора	Мощность Q_o, кВт	Производительность, т/сут		Габаритные размеры, см
		жидкий лед	25 % лед + 75 % вода	
CR-004	13,5	3,5	14	175×120×135
CR-010	40	8,5	34	
CR-020	70	15,5	62	

Выводы

Проведенные расчёты в рамках выполнения дипломного проекта студентки Одесской национальной академии пищевых технологий Солоденко Т.В. на тему: «Реконструкция птицекомбината «Дружба народов Нова» показали перспективность работ по внедрению BI-технологии – за счёт интенсификации процесса охлаждения появилась возможность вместо существующих на предприятии трех ванн охлаждения тушек птицы предусмотреть две и существенно улучшить санитарно-гигиенические показатели мясного сырья и технико-экономические показатели предприятия.

Литература

1. Переработка птицы [Текст] : монография / Н.С. Митрофанов [и др.] – М.: Агропромиздат, 1990. – 303 с.
2. Винникова Л.Г. Технология мяса и мясных продуктов [Текст] : монография / Л.Г. Винникова. – Киев: ИНКОС, 2006.
3. Цветков О.Б. Айс-сларри и однофазные теплоносители [Текст] / О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев // Холодильная техника. – 2004. – № 3. – С. 2–4.
4. Зимин А.В. К вопросу использования жидкого льда как хладоносителя [Текст] / А.В. Зимин, С.Ю. Ларьяновский // Холодильная техника и технология. – 2008. – № 3. – С. 11–15.
5. Bellas Tassou. Present and future applications of ire slurries [Текст] / Tassou Bellas // International Journal of Refrigeration. – 2005. – January. – P. 115-121.
6. Freia B. Characteristics of different pump types operating with ice slurry [Текст] / B. Freia., H. Huber // International Journal of Refrigerating. – 2005. – January. – P. 92.

УДК 621.4-8; 621.4:620.9

К РАСЧЕТУ ПАРОВЫХ ТУРБИН НА НИЗКОКИПЯЩИХ РАБОЧИХ ТЕЛАХ

Карасев В.П., канд. техн. наук, доцент, Черненко Д.В., канд. техн. наук, доцент,
Морозов Н.В., аспирант, Жуйков Д.А., канд. техн. наук, доцент,
Сибирская государственная аэрокосмическая академия им. Решетнева, г. Красноярск
Титлов А.С., д-р техн. наук., доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Описана схема парогенераторной установки с органическим рабочим телом. Рассматривается алгоритм расчета паровых турбин на низкокипящих рабочих телах с учетом изменения показателя адиабаты в зависимости от давления и температуры в зоне перегретого пара.

The chart of the steam-generating setting is described with an organic working body. The algorithm of calculation of steam-turbines is examined on low-boiling workings bodies taking into account the change of index of adiabatic depending on pressure and temperature in the area of the overheated steam.

Ключевые слова: утилизация низкопотенциального тепла, турбина, расчет цикла

В ходе повседневной деятельности промышленных предприятий с различными теплоносителями сбрасывается огромное количество тепла, возможность использования которого в рабочем цикле предприятия в данное время не реализована. Некоторые источники тепла и их температуры представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Теплоносители

Вид теплоносителя	Температура, °С
Сточные воды	15 – 19
Производственные выбросы газа	250 – 300
Температура от оборудования	30 – 100
Масло из двигателя ТВ3-117	80 – 150
Масло из редуктора ВР-14	70 – 80

Низкие температуры большинства источников тепла и их негазообразное состояние, например, масло в системах вертолета, а также отсутствие высокого давления в газообразных источниках, не дают возможности использовать их тепловую энергию напрямую. Энергию источников необходимо снимать при помощи низкокипящих рабочих тел. После снятия тепла с источника производится преобразование энергии в механическую.

Исходя из экологических и экономических соображений, рабочий контур установки должен иметь замкнутую схему. Для реализации замкнутой схемы необходимо ввести в систему элемент, обеспечивающий циркуляции рабочего тела в системе. В качестве такого устройство, возможно, использовать насос. Установка (рис. 1) состоит из емкости с рабочим телом, насоса, испарителя, турбогенератора, конденсатора. В качестве рабочего тела рассматривается хладагент фреон R22 (хлордифторметан), по своим физико-химическим характеристикам наиболее подходящий для данной системы и широко использующийся в современной холодильной технике.

Рабочий цикл системы включает в себя четыре участка (рис. 2). На первом участке 1-2 происходит подача рабочего тела насосом в испаритель, при этом увеличивается давление фреона. Второй участок 2-3 показывает испарение и перегрев рабочего тела в испарителе при постоянном давлении, отбор тепла от источника. Третий участок 3-4 соответствует переводу тепловой энергии рабочего тела в механическую, при этом понижается температура и давление. На четвертом участке 4-1 происходит конденсация рабочего тела, необходимая для осуществления замкнутого цикла работы.

Основными точками, влияющими на выдаваемую системой мощность, являются точка 3 и точка 4 (рис. 2). Точка 4 — точка начала конденсации рабочего тела зависит от типа конденсатора и вещества, используемого для теплосъема. Точка 3 — точка оптимального перегрева рабочего тела. Показывает оптимальный перегрев рабочего тела при заданном давлении испарения, и выбирается в зависимости от точки 4. Максимальная температура в точки 3 ограничивается предельной температурой конкретного хладагента. Исходя из значений параметров рабочего тела в точке 3, можно судить о наиболее подходящих источниках тепла. Так, при использовании в системе воздушного конденсатора (параметры пара в точке 4 составляют 11,8 бар и 36 °С) оптимальное значение температуры в точке 3 равно 100 °С при давление 30 бар. Для такой системы подходят все источники с температурой более 110 °С. Для повышения эффективности работы системы можно осуществлять частичный перевод рабочего тела в жидкую фазу, тем самым, увеличивая эффективность машины.

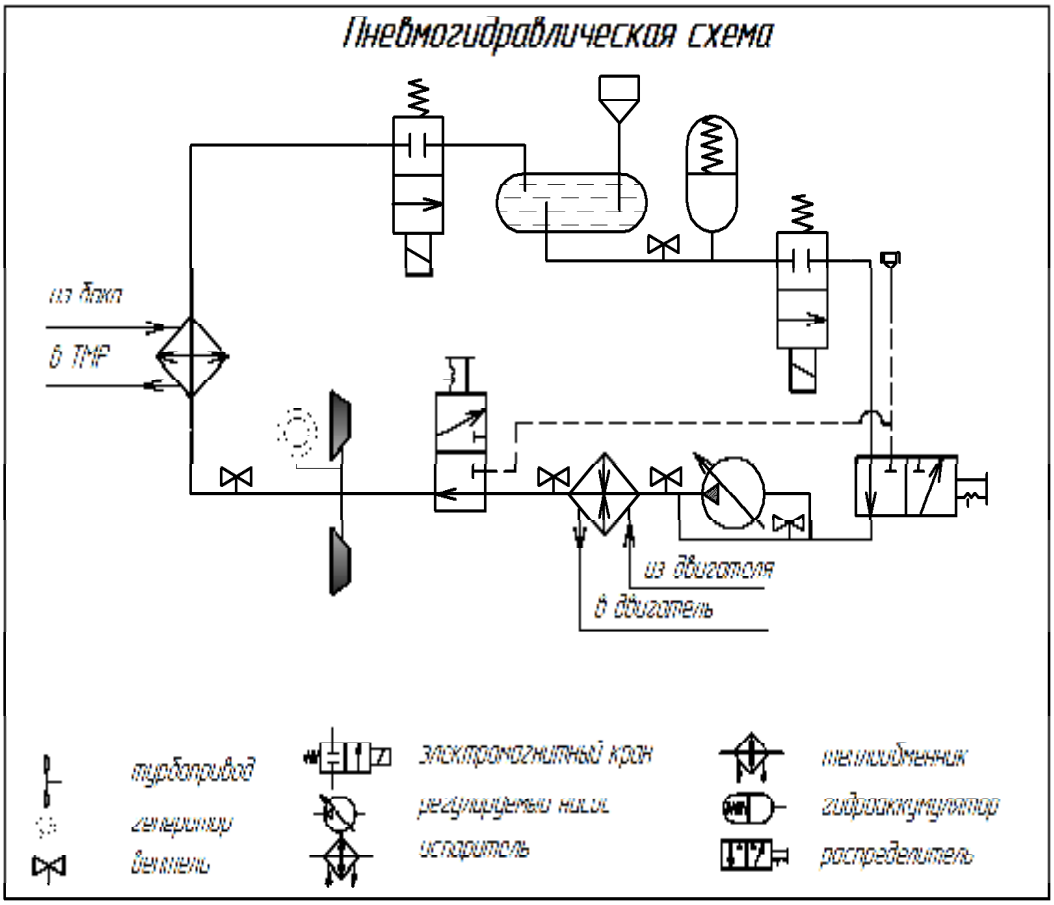


Рис. 1 – Пневмогидравлическая схема системы при использовании в качестве источника тепла маслосистему вертолета

Для трубопроводов с небольшим расходом рабочего тела и высоким перепадом давления наиболее оптимальной по КПД является осевая турбина с парциальным подводом рабочего тела.

Мощность на валу турбины и компрессора определяется через адиабатную работу L_{ad}, расход рабочего тела, КПД турбины η_m или компрессора $\eta_к$ [3], [4].

$$N = G \cdot L_{ad} \cdot \eta_m ,$$

где N — мощность на валу турбины, Вт;

L_{ad} — работа адиабатическая, кДж/кг;

G — расход рабочего тела, кг/с;

η_m — КПД турбины.

Адиабатическая работа на валу турбины и компрессора определяется через параметры рабочего тела

$$L_{ad.m} = \frac{k}{k-1} \cdot R \cdot T_Г^* \cdot \left(1 - \frac{1}{\left(P_1 / P_2 \right)^{\frac{k-1}{k}}} \right);$$

$$L_{\text{ðàê.s}} = \frac{k}{k-1} \cdot R \cdot T_{\text{âõ.ê}} \cdot \left(\pi_{\text{ðàê}}^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right),$$

где $L_{ад.т}$ — работа адиабатическая турбины, кДж/кг;
R — газовая постоянная, Дж/кг·К;
$T^*_г$ — температура газа на входе в турбину, К;
P_1 и P_2 — давление газа до и за турбины, Па;
k — показатель изоэнтропы;
$L_{цбк.s}$ — работа адиабатическая компрессора, кДж/кг;
$\pi_{цбк}$ — степень повышения давления в компрессоре;
$T_{вх.к}$ — температура газа на входе в компрессор, К.

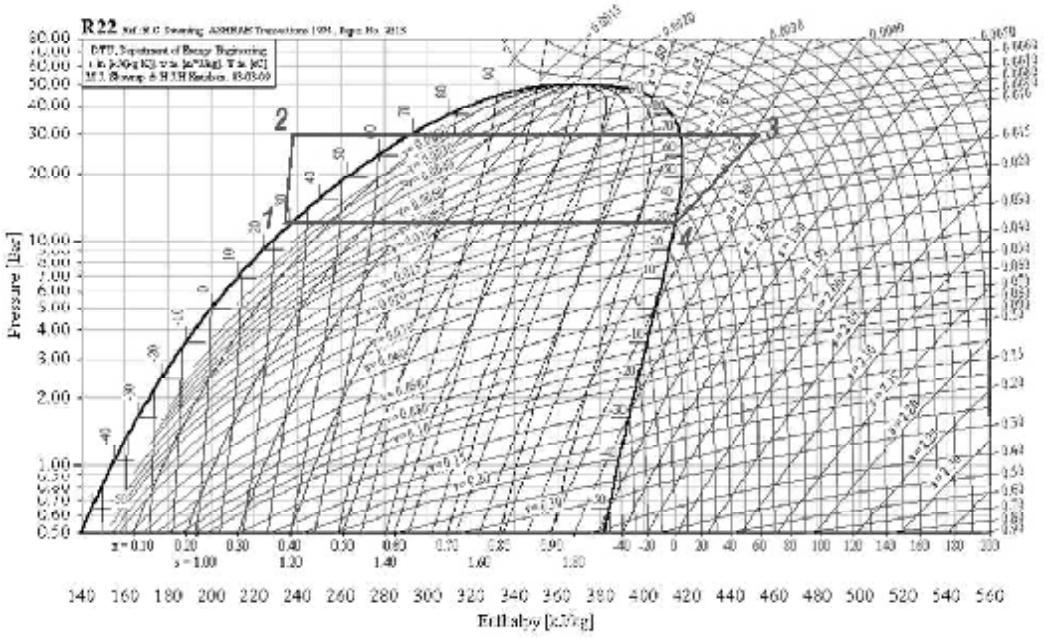


Рис. 2 – Цикл установки в *Lg P – I* координатах

По адиабатической работе определяется адиабатическая скорость, скорость звука и температура на выходе из турбины и компрессора

$$c = \sqrt{2 \cdot L_{ад}}\ ; \qquad a_{кр} = \sqrt{2 \cdot \frac{k}{k+1} \cdot R \cdot T_{вх}}\ ;$$

$$T_{вых.т} = T_Г - \frac{L_{ад.т}}{R\dfrac{k}{k-1}}; \qquad T_{вых.к} = T_{вх.к} + \frac{L_{цбк.s}}{R\dfrac{k}{k-1}},$$

где c — адиабатическая скорость, м/с;
$\alpha_{кр}$ — скорость звука в сопле, м/с;
$T_{вых.к}$ — температура газа на выходе из компрессора, К;
$T_{вых.т}$ — температура газа на выходе из турбины, К.

Данные параметры являются определяющими для выполнения кинематического расчета и проектирования лопаток направляющего аппарата и рабочего колеса компрессора, а также соплового аппарата и рабочего колеса турбины.

Процессы в компрессоре и газовой турбине на традиционных рабочих телах исследованы достаточно полно, и алгоритмы расчета позволяют достаточно точно определять параметры проточной части.

Особенности низкокипящих рабочих тел это переменный показатель адиабаты, зависящий от температуры и давления [1].

Аналитической зависимости показателя адиабаты от температуры не существует, а имеется только табличные значения.

По литературным источникам [1], [2] построена поверхность показателя адиабаты в зависимости от температуры и давления рис. 3.

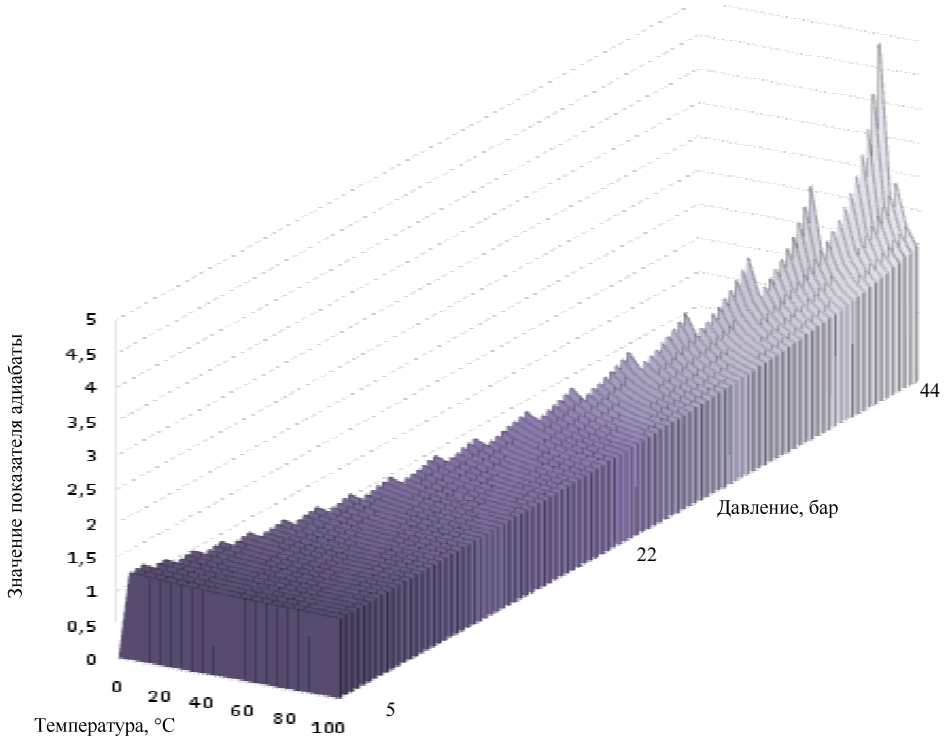


Рис. 3 – Изменение показателя адиабаты в зависимости от давления и температуры

Предлагается расчет адиабатической работы на валу турбины и температуры на выходе с учетом переменного коэффициента адиабаты

$$L_{ад.т} = \frac{k'}{k'-1} \cdot R \cdot T_Г^* \cdot \left(1 - \frac{1}{\left(P_1 / P_2 \right)^{\frac{k'-1}{k'}}} \right);$$

$$T_{вых.т} = T_Г - \frac{L_{ад.т}}{R \frac{k'}{k'-1}},$$

где $k' = f(P, T)$.

Поскольку поверхность имеет сложный характер с пикообразными выступами, описать ее одной аналитической зависимостью не возможно.

Расчет проводился методом конечных разностей, путем разбития участка на малые интервалы по давлению и суммированию адиабатной работы каждого участка.

Расчетные зависимости приведены на рис. 4 и рис. 5.Наибольшее влияние изменения показателя адиабаты отмечается в области температуры близкой к температуре разложения рабочего тела, до 5 % по адиабатной работе и до 20 % по температуре рабочего тела на выходе. Так же влияние показателя адиабаты увеличивается при увеличение давления входа.Аналогичные зависимости можно построить для компрессора. При работе компрессора влияние переменности показателя адиабаты будет более существенно, так как рабочее тело находится в зоне фазового перехода.

Выводы

Проведенные расчеты показывают, что для более точного определения термодинамических параметров процессов в турбине и компрессоре необходимо проводить учет изменения показателя адиабаты. Расчет кинематических параметров потока по тракту и проектирование проточной части и лопаток турбин и компрессоров также необходимо проводить с учетом переменного показателя адиабаты.

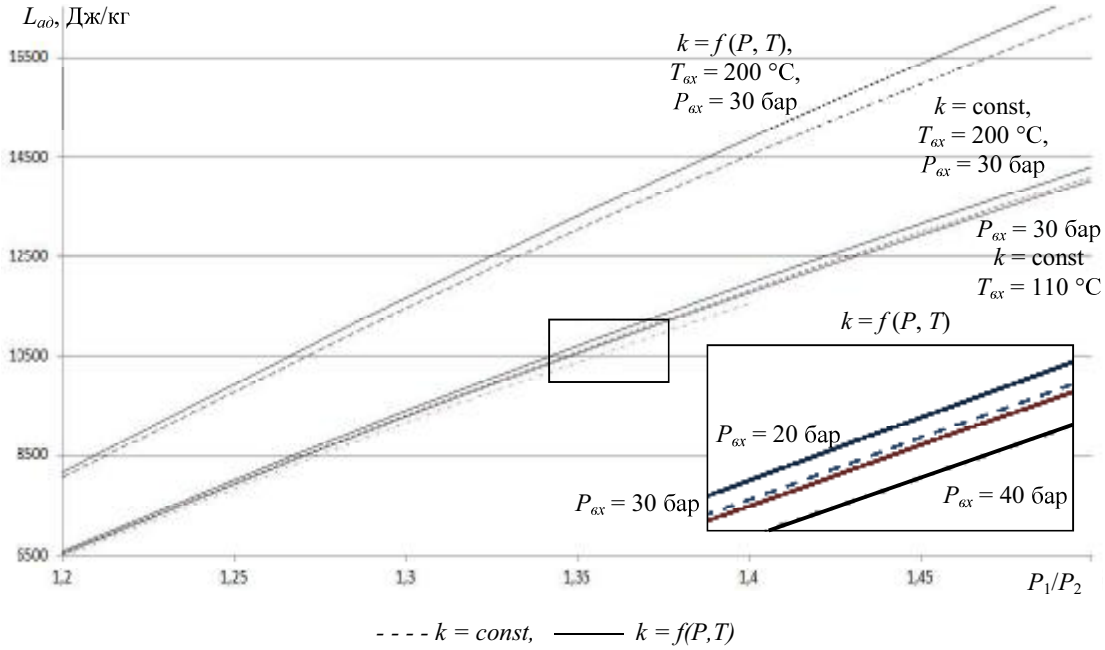


Рис. 4 – Значение адиабатической работы при различных параметрах

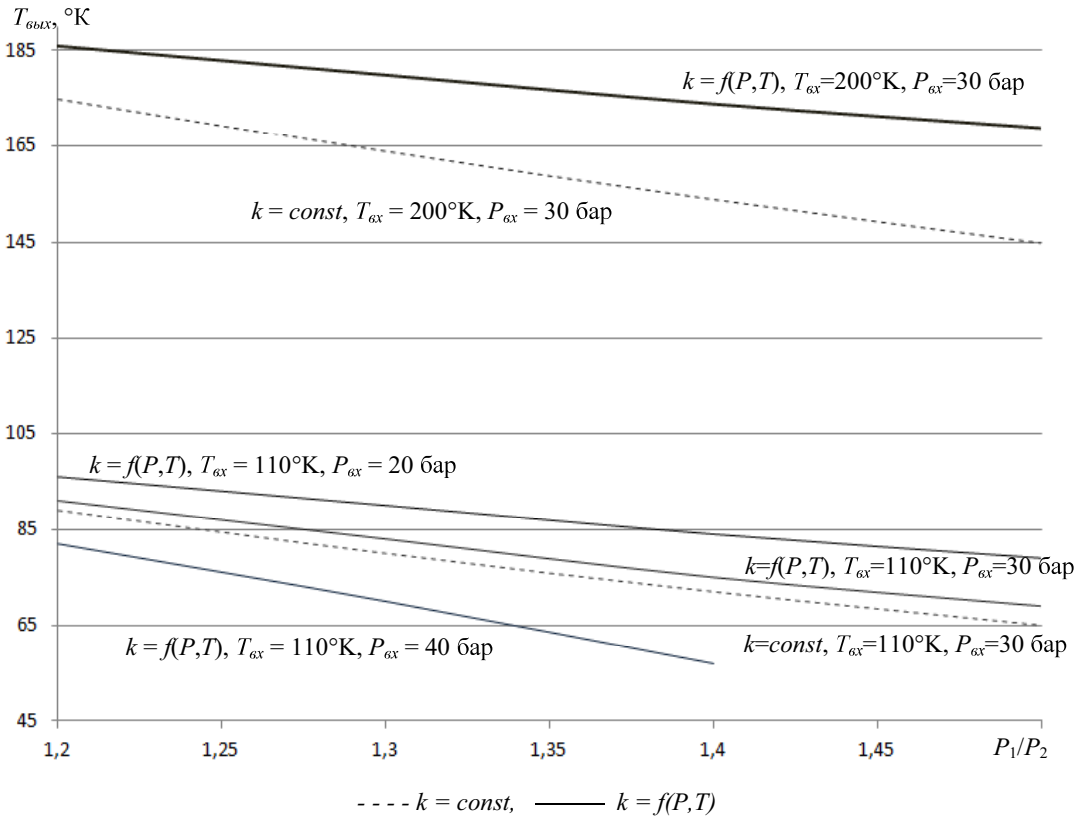


Рис. 5 – Значение температуры потока на выходе из турбины при различных показателях адиабаты

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (государственный контракт П 1657 от 15.09.09 г.)

Литература

1. Теплофизические свойства фреонов. Фреоны метанового ряда: Справочные данные [Текст] / Алтунин В.В. [и др.]; под ред. С.Л. Ривкина. – М.: Госстандарт; ГСССД. Изд-во стандартов, 1980. – Т.1– 232 с.
2. Нимич Г.В. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст] / Г.В. Нимич, В.А. Михайлов, Е.С. Бондарь. – Киев: Изд-во ИВИК, 2003. – 626 с.
3. Компрессорные и расширительные турбомашины радиального типа [Текст] : монография / В.И. Епифанова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. – 624 с.
4. Паротурбинные установки с органическими рабочими телами [Текст] / М.М. Гришутин [и др.] – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. – 219 с.

УДК 658.26; 621.165.1

ПАРОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ НА НИЗКОКИПЯЩЕМ РАБОЧЕМ ТЕЛЕ

Мелкозеров М.Г., канд. техн. наук, доцент, Зуев А.А., канд. техн. наук, доцент,
Делков А.В., магистрант, Ходенков А.А., магистрант
Сибирский государственный аэрокосмический университет

Оценены перспективы использования паротурбинных установок на низкокипящем рабочем теле в качестве потребителей возобновляемых и низкопотенциальных источников энергии. Построен цикл установки и произведен его термодинамический анализ. Разработаны методика испытания и алгоритм расчета подобных установок.

The prospects of the use of steam turbines at low-boiling working body as consumers renewable and low-grade sources of energy are estimated. The cycle of installation is constructed and its thermodynamic analysis is made. Methodologies for testing and algorithm similar installations are developed.

Ключевые слова: низкокипящее рабочее тело, паротурбинная установка, утилизация низкопотенциального тепла.

Из года в год все большую силу набирает призрак энергетического кризиса, переползая со страниц газет в солидные научные журналы. Особенно актуальна тема кризиса для России и стран СНГ. Причин этому несколько, и если одна из них, по подсчетам ученых, наступит в отдаленном будущем, то другая назревает в настоящее время.

Согласно оценкам экспертов [1], 37 % мощностей электростанций выработали свой ресурс и требуют замены. Износ линий электропередач всех классов превышает 25 %, подстанций — 45 %. Все это свидетельствует о нарастающей вероятности аварий в системе централизованного электроснабжения.

Кроме того, по оценкам ученых [2], вследствие адекватных законов развития спад добычи энергоемких полезных ископаемых, главным образом нефти, наступит в ближайшие десятилетия.

Между тем, энергозависимость прогрессивного человечества с развитием технологий возрастает. Выходом из сложившейся ситуации можно считать внедрение альтернативной энергетики или более эффективное использование существующей. В развитых странах мира 10…25 % электроэнергии производится средствами малой и альтернативной энергетики. В России всего 0,5 % [1]. Развитие этого направления тормозится из-за высоких финансовых вложений и длинного (до 3 лет) срока окупаемости установок.

Техническая сторона вопроса обуславливает использование возобновляемых источников (энергии солнца, термальных вод) или утилизацию выбросов ТЭС. В этом случае встает проблема низкопотенциальности используемого тепла: на выходе паровой турбины температура отработавшего пара колеблется в районе 100 °С, эффективный тепловой поток солнечной энергии меньше. Здесь актуальность приобретают тепловые двигатели на низкокипящем рабочем теле (НРТ). Затраты на парообразование таких рабо-

чих тел значительно меньше, чем, например, для воды. В качестве теплового двигателя ввиду низких уровней энергии тела целесообразно использовать паровую турбину.

Паротурбинным установкам (ПТУ) на низкокипящих рабочих телах за рубежом начинают уделяться все больший интерес. Эти установки в силу благоприятных сочетаний теплофизических и эксплуатационно-технологических свойств НРТ имеют лучшие техноэкономические показатели по сравнению с классическими паротурбинными установками большей энергетики. По оценке на 2004 г. суммарная установленная мощность электрических станций на НРТ составляла около 750 МВт при общем количестве станций более 50. Мощность энергоблоков этих станций лежит в диапазоне 0,2…6,5 МВт. Стоит отметить, что отечественные исследования ПТУ на НРТ ориентированы к области энергодостаточных геотермальных источников тепла.

Внедрение утилизационных установок, использующих бросовое тепло (менее 100 °С) промышленных и энергетических предприятий с переменным успехом осуществляется лишь последние 5 лет. Анализ зарубежных источников показал, что большая часть работ по исследованию и проектированию паротурбинных установок на НРТ закрыта по причине конкурентных интересов компаний занимающихся их внедрением. Следует отметить, что в исследованных литературных источниках граница верхнего потенциала НРТ большею частью ограничено температурой разложения рабочего тела. В случае низкопотенциальных бросовых источников тепла верхняя граница определяется теплотой самого источника и как следствие определяет низкий термический КПД ПТУ. Очевидно, что в этом случае необходимо максимально использовать теплосодержание НРТ при максимально возможном КПД и минимуме нижней границы в зоне конденсации НРТ.

В связи с изложенным выше возрастает потребность анализа, расчета и проектирования подобных установок. Особую актуальность в этом аспекте приобретает проектирование энергогенерирующих систем на основе тепловых машин, использующих низкопотенциальные источники теплового сброса большой энергетики, технологических процессов в химии и металлургии, геотермальных, солнечных и т.п. источников.

Традиционно при проектировании энергомашин совместно используются теоретический и экспериментальный методы, с помощью которых определяются гидродинамические (распределение скоростей, давлений) и теплофизические (коэффициент теплоотдачи, количество переданного тепла, распределение температур) характеристики. Несмотря на то, что эксперимент по-прежнему играет очень важную роль, особенно при исследовании сложных течений, во многих работах проявляется тенденция использования теоретических моделей с использованием физических законов. Так или иначе, но и для использования таких моделей, и для построения корреляционных зависимостей необходимо их экспериментальное подтверждение.

Таким образом, возникает задача разработки теоретических моделей протекающих процессов экспериментальных установок и методов исследования ПТУ НРТ. В ходе исследований авторы предприняли попытку решить эту задачу.

При планировании эксперимента в качестве горячего источника была выбрана вода, нагреваемая тепловыми электронагревателями. Максимальная мощность ТЭН составляет 30 кВт. Максимальная температура нагрева воды (плюс 90)°С. Средняя температура кипения хладагента была установлена (плюс 50)°С. Холодный источник — холодная водопроводная вода. Температура воды (плюс 12)°С. Средняя температура конденсации хладагента была установлена (плюс 20)°С.

В качестве рабочего тела наиболее доступным из удовлетворяющих температурным требованиям определен хладагент R-22.

С учетом аналогии работы установки по принципу паротурбинной установки на водяном паре, для ее работы был взят цикл Ренкина. Цикл Ренкина нашёл применение в современных тепловых электростанциях большой мощности, использующих в качестве рабочего тела водяной пар.

Рабочий цикл установки представлен на lg(p)-i диаграмме (рис. 1).

Цикл состоит из следующих процессов:

— нагрев и испарение хладагента, а затем перегрев пара (изобара),

— расширение пара в турбине, то есть её вращение паром (адиабата),

— конденсация отработанного пара с отводом теплоты (изобара),

— сжатие сконденсировавшегося хладагента до первоначального давления с затратой работы (адиабата).

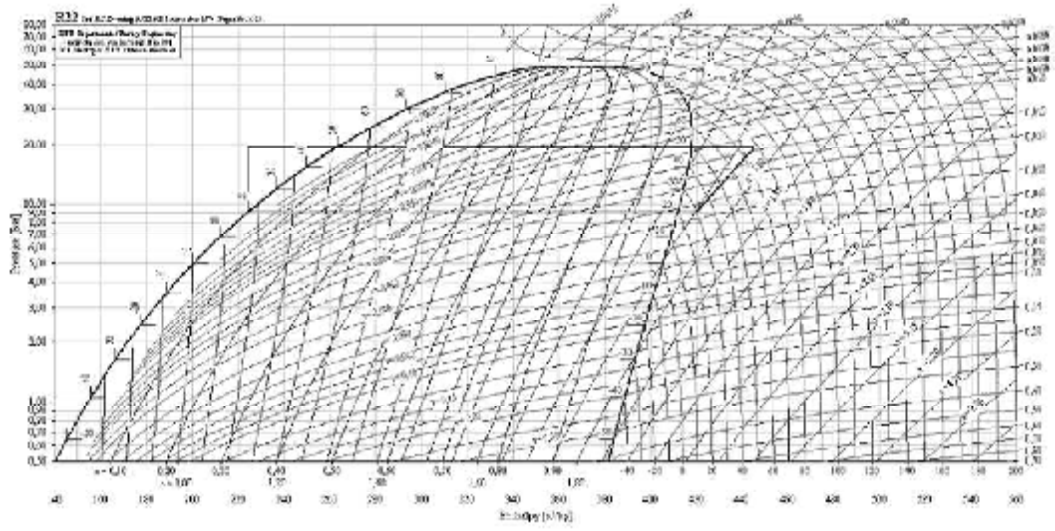


Рис. 1 – Рабочий цикл экспериментальной установки

Термодинамический анализ цикла показал КПД порядка 16 %, т. е. при затрате 30 кВт тепловой мощности бросового источника эффективная мощность турбины составит 4,8 кВт. Следует отметить, что особенность автономных турбин в том, что важно получить не максимальное значение КПД, а высокую удельную работу.

На основе цикла была спроектирована установка ПТУ НРТ, которая объединяет в себе следующие конструктивные элементы (рис. 2):

1. Турбина — используется активная осевая турбина для превращения энергии пара хладагента в работу.
2. Конденсатор — предназначен для передачи тепла хладагента источнику холода и перевода хладагента в жидкую фазу.
3. Циркуляционный насос — предназначен для повышения давления жидкого хладагента и подачи его в испаритель.
4. Испаритель — предназначен для передачи тепла от источника к хладагенту.
5. Запорные вентили.
6. Система пуска.

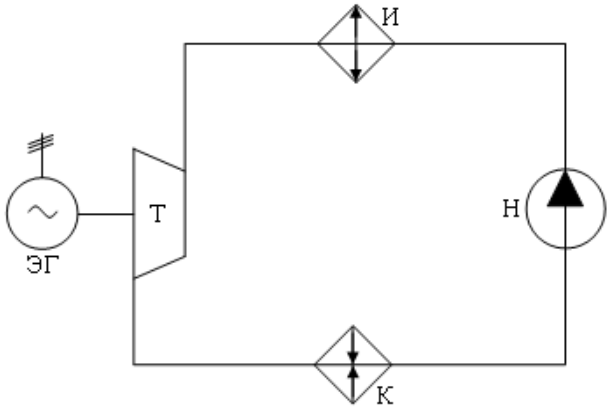


Рис. 2 – Принципиальная схема установки

Принцип работы установки следующий. Хладагент получает тепло от источника (горячая вода) в испарителе (И), за счет чего он испаряется и нагревается. После этого хладагент поступает на экспериментальный участок, где расширяется с отводом энергии в турбине (Т). Давление и температура хладагента при этом снижаются. Далее хладагент поступает в конденсатор (К), где конденсируется за счет взаимодействия с источником холода (холодная вода). Жидкий хладагент сливается в ресивер, откуда отбирается циркуляционным насосом Н и подается в конденсатор.

Основной элемент конструкции — паровая турбина. Для проведения исследований авторами был сконструирован турбопривод. Подобные автономные турбины всегда выполняются активными, со сверхзвуковым потоком газа [3]. Конструкция установки представлена на рис. 3.

Подвод рабочего тела на лопатки турбины осуществляется через одно спрофилированное сопло. Парциальность турбины обусловлена малым значением расхода рабочего тела. Сопло крепится в верхней крышке камеры с помощью пайки. Отработавшее рабочее тело отводится через выхлопной патрубок. Подводящий и отводящий патрубки размещены в нижней части рабочей камеры для исключения возможности скапливания здесь конденсата рабочего тела.

Ввиду высокой текучести фреона для обеспечения герметичности рабочей камеры в конструкции предусмотрены специфические элементы:

— между проставкой и крышками камеры вместо резиновых уплотнительных колец продавливаются алюминиевые кольца;

— рабочая камера по валу отделяется от остальной части торцовым уплотнением.

Целью эксперимента является исследование работы паротурбинной установки на фреоне R22 и получение характеристик турбины.

Измерение эффективной мощности турбины производится пневмотермометрическим методом на потребителе — гидротормозе. В качестве него используется центробежный насос, перекачивающий воду. Для оценки мощности турбины требуются параметры сообщенного воде количества энергии, что оценивается посредством данных о давлении и температуре воды на входе и на выходе из насоса.

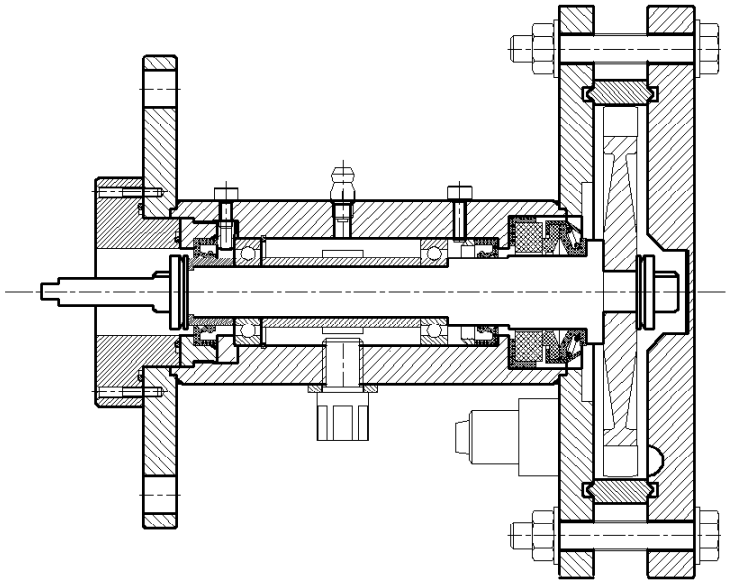


Рис. 3 – Конструкция экспериментальной установки турбопривода.

Характеристики газовой турбины по параметру U/C_1, где U — окружная скорость колеса на среднем диаметре лопаток, C_1 — скорость пара на входе в турбину, получают двумя способами:

1) изменением числа оборотов турбины. При этом окружная скорость U на среднем диаметре лопаток турбины будет меняться при постоянном значении входной скорости C_1;

2) изменением скорости C_1 при неизменном значении скорости U, т. е. числа оборотов турбины.

В первом случае, когда поддерживается постоянным значение C_1, необходимо обеспечить неизменность давления газа p_{00}, температуры T_{00} на входе в турбину и давления на выходе из нее p_2.

Во втором случае (U = const) при постоянном числе оборотов вала турбины нужно менять либо давление газа p_{00}, либо давление p_2 (если температура T_{00} остается неизменной).

На установке можно снимать характеристики, меняя отношение U/C_1 любым из указанных способов.

На каждом режиме замеряют следующие значения:

1) число оборотов ротора турбины;
2) расход через гидротормоз, давления и температуры на входе и выходе из него;
3) давление на входе в сопловой аппарат и выходе из турбины;
4) температуру рабочего тела на входе в турбину;
5) полное и статическое давления после соплового аппарата и на выходе из рабочей решетки турбины.

Для анализа экспериментальных данных был разработан алгоритм. Особенность планируемых экспериментальных исследований в том, что коэффициенты потерь в сопловом аппарате и рабочем колесе определяются экспериментально, исходя из измеренных полных и статических давлений.

Алгоритм анализа экспериментальных данных состоит из следующих пунктов:

1. Эффективная мощность турбины (затраченная мощность насоса $N_m = N_n$), оценивается по выражению:

$$N_m = \rho \cdot C_P \cdot \dot{V} \cdot (t_{вых} - t_{вх}) + (p_{вых} - p_{вх}) \cdot \dot{V},$$

где $t_{вх}$, $t_{вых}$, $p_{вх}$, $p_{вых}$ — температуры и давления воды на входе и выходе гидротормоза;

$\dot{V}$ — объемный расход воды;

C_p и ρ — теплоемкость и плотность воды.

2. Расход рабочего тела через турбину:

$$\dot{m}_T = \dot{V}_T \cdot \rho,$$

где $\dot{V}_{\dot{o}}$ — объемный расход рабочего тела;

ρ — плотность рабочего тела.

3. Эффективная работа турбины, Дж/кг:

$$L_m = \frac{N_m}{\dot{m}_{\dot{a}}}.$$

4. Адиабатная работа, Дж/кг:

$$L_{\dot{a}\dot{a}} = i_2 - i_1,$$

оценивается по диаграмме рабочего процесса для фреона R22.

5. Эффективный КПД турбины:

$$\eta_m = \frac{L_m}{L_{ad}}.$$

6. Теоретическая скорость истечения, м/с:

$$C_{1ad} = \sqrt{2 \cdot L_{ad}}.$$

7. Скоростной коэффициент сопла

$$\varphi = \sqrt{\frac{P_1 - P_1^{st}}{P_0 - P_0^{st}}}.$$

8. Потери энергии в сопловом аппарате, Дж/кг:

$$L_\varphi = (1 - \varphi^2) \cdot \frac{C_{1ad}^2}{2}.$$

9. Действительная скорость истечения, м/с:

$$C_1 = \varphi \cdot C_{1ad} \cdot$$

10. Строится график зависимости КПД от отношения U/C_1 (рис. 4).

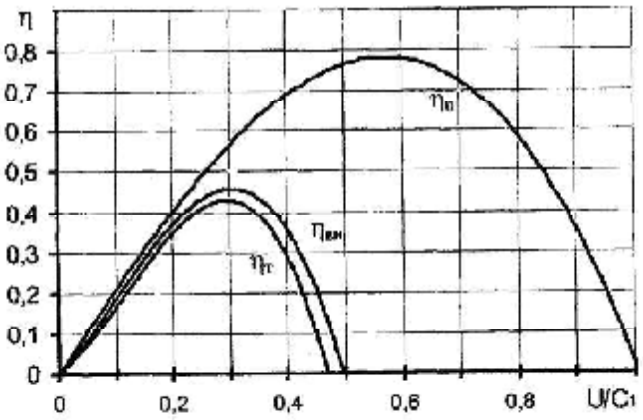


Рис. 4 – График зависимости КПД от отношения скоростей U/C_1.

11. Коэффициент потери энергии в каналах колеса ψ

$$\psi = \sqrt{\frac{P_2 - P_2^{st}}{P_1 - P_1^{st}}}.$$

12. Потери энергии в каналах рабочего колеса, Дж/кг:

$$L_\psi = (1 - \psi^2) \cdot \frac{W_1^2}{2}.$$

13. Относительная скорость на выходе из колеса, м/с:

$$W_2 = \psi \cdot W_1.$$

14. Потери энергии с выходной скоростью, Дж/кг:

$$L_C = \frac{C_2^2}{2}.$$

Абсолютную скорость на выходе колеса C_2 определяют по построенному треугольнику скоростей (рис. 5).

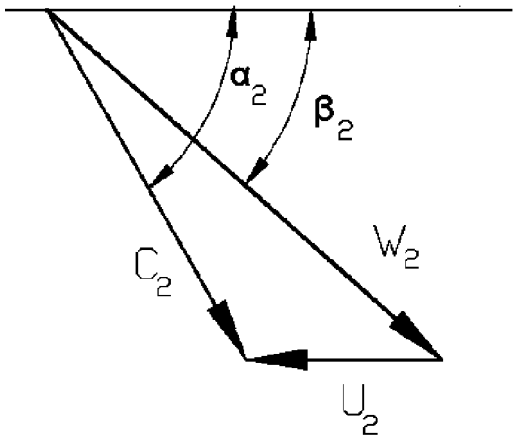


Рис. 5 – Треугольник скоростей на выходе из турбины.

Ведется изготовление, монтаж и комплектация испытательного стенда. Планируется проведение экспериментальных исследований по разработанным методикам.

Выводы

Результаты теоретических исследований показали актуальность теоретических и экспериментальных исследований ПТУ НРТ. Проведенный термодинамический анализ выявил КПД установки в районе 16 %, что является высоким показателем для подобного рода установок. Разработаны расчетно-конструкторские методики и алгоритмы анализа эффективности подобных установок.

Разработка подобных установок — актуальное и перспективное направление малой энергетики.

Литература

1. Перспективы развития автономных источников энергоснабжения на базе газопоршневых и газотурбинных двигателей [Текст] / А.Н. Терехин [и др.] // Двигателестроение. – 2007. – № 1 (227). – С. 30–33.
2. Макаров О. В. Когда настанет «пик-ойл» [Текст] // Популярная механика, № 5 (91) – 2010. – С. 32–40.
3. Теплотехника: Учебник для вузов [Текст] / А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт [и др.] – М.: Энергоиздат, 1982. – 325 с.
4. Холщевников К.В. Теория и расчет авиационных лопаточных машин — 2-е изд., перераб. и доп. [Текст] / К.В. Холщевников, О.Н. Емин, В.Т. Митрохин. – М.: Машиностроение, 1986. – 432 с.

УДК 621.575

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИКЛОВ НАСОСНЫХ И БЕЗНАСОСНЫХ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Ищенко И.Н., аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Разработаны оригинальные алгоритмы расчета традиционных насосных и безнасосных схем абсорбционных водоаммиачных холодильных машин (АВХМ). Представлены результаты расчетов для реальных холодильных циклов в практическом диапазоне параметров эксплуатации. Анализируются факторы, влияющие на энергетическую эффективность циклов АВХМ.

The original algorithms of calculation of traditional pump and pumpless charts of absorption vater-annonia refrigeration machines are developed (AVRM). The results of calculations are presented for the real refrigeration cycles in the practical range of parameters of exploitation. Factors, influencing on power efficiency of cycles of AVRM, are analysed.

Ключевые слова: абсорбционная водоаммиачная холодильная машина, моделирование, энергетическая эффективность

Абсорбционные водоаммиачные холодильные машины (АВХМ) насосного и безнасосного типа относятся к теплоиспользующим системам и могут работать с неэлектрическими источниками энергии. Это характерное отличительное свойство АВХМ привлекают разработчиков холодильного оборудования для фермерских и крестьянских хозяйств, где зачастую отсутствует гарантированное электроснабжение, а качество поставленной энергии невысокое (имеют место скачки напряжения в сети) [1-3].

Циклы АВХМ реализованы в насосной и безнасосной схеме. Насосные схемы имеют более высокую энергетическую эффективность, но содержат циркуляционный насос и неавтономны. Безнасосные схемы автономны, но недостаточно эффективны.

Рабочее тело насосных АВХМ — водоаммиачный раствор (ВАР), безнасосных — ВАР с добавкой инертного газа (водорода).

Одной из особенностей АВХМ является взаимозависимость температур в характерных процессах цикла — температуры греющего источника t_h, температуры охлаждающей среды t_W и температуры объекта охлаждения t_{ob}. Из трех температур только две могут быть заданы произвольно [4-7].

Как показывает практика, работа холодильной установки должна обеспечивать заданный уровень охлаждения (t_{ob}, °С), а сама установка работать в определенных климатических условиях, т.е. при заданной температуре охлаждающей среды [8]. Поэтому реальным параметром, который может меняться, является только температура греющего источника.

Современные методики расчета [9-12] не учитывают такую взаимосвязь температур в абсорбционном холодильном цикле, так как предполагают наличие источника тепловой энергии с необходимым температурным потенциалом.

В тоже время анализ параметров источников бросовой и альтернативной тепловой энергии показывает, что значительное их число не может быть использовано для реализации традиционных циклов АВХМ из-за недостаточно высокого температурного потенциала. К таким источникам относятся выхлопные газы ДВС, геотермальные источники и солнечные коллектора.

Для работы с низкопотенциальными источниками тепловой энергии разработан алгоритм расчета циклов АВХМ насосного и безнасосного типа.

На рис. 1 изображена схема насосной АВХМ с двумя регенеративными теплообменниками — регенеративный теплообменник растворов (РТР) и регенеративный теплообменник холодильного агента — аммиака (РТА).

Исходными данными для расчета являются:

а) температура охлаждающей среды t_w;

б) температура объекта охлаждения t_{ob};

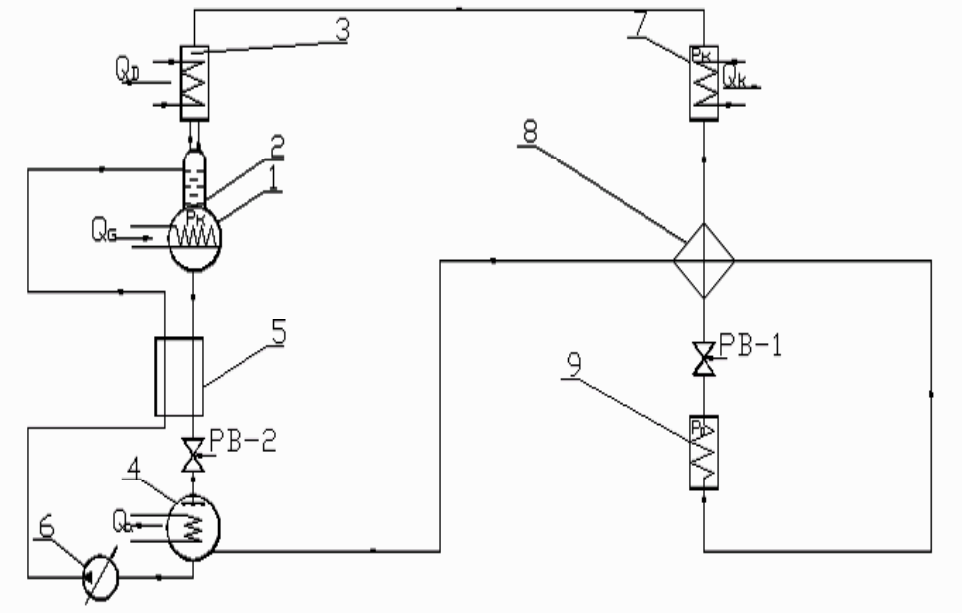
в) перепады температур на элементах, которые неявно учитывают условия теплообмена и недорекуперацию тепла:

Δt_h — перепад температур между слабым ВАР и греющим источником тепла генератору;

Δt_{WK}, Δt_{WA}, $\Delta t_{деф}$ — температурный напор в конденсаторе, абсорбере, дефлегматоре с охлаждающей средой;

Δt_{TO} — температурный напор между потоками слабого и крепкого ВАР на холодном конце РТР;

г) холодопроизводительность испарителя Q_0.



1 – генератор; 2 – ректификатор; 3 – дефлегматор; 4 – абсорбер;
5 – регенеративный теплообменник растворов; 6 – циркуляционный насос; 7 – конденсатор;
8 – регенеративный теплообменник холодильного агента — аммиака; 9 – испаритель

Рис. 1 – Схема АВХМ с двумя регенеративными теплообменниками

Варьируемым параметром является температура греющего источника тепла t_h. Для расчета термодинамических параметров и функций использованы справочные данные [13].

Для насосной схемы алгоритм расчета следующий.

На первом этапе определяются два уровня давления в цикле:

а) по температуре конденсации аммиака

$$t_K = t_W + \Delta t_{WK} \tag{1}$$

— давление в конденсаторе, генераторе, дефлегматоре

$$P_K = f(t_K)\,. \tag{2}$$

Давление в испарителе определяется по температуре объекта охлаждения:

$$P_0 = f(t_{ob})\,. \tag{3}$$

Затем находятся термодинамические параметры (температура и массовая доля) и функции (удельная энтальпия) в характерных точках цикла (входе-выходе элементов).

Температура слабого ВАР на выходе генератора:

$$t''_{сл.G} = t_h - \Delta t_h\,. \tag{4}$$

Массовая доля аммиака в слабом ВАР на выходе генератора:

$$\xi'_{сл.} = f(P_K, t''_{сл.G})\,. \tag{5}$$

Температура крепкого ВАР на выходе абсорбера:

$$t''_{кр.A} = t_W + \Delta t_{WA}\,. \tag{6}$$

Массовая доля аммиака в крепком ВАР:

$$\xi'_{кр.} = f(P_0, t''_{кр.A})\,. \tag{7}$$

Температура крепкого ВАР на входе в генератор:

$$t'_{кр.\mathrm{G}} = f(P_K, \xi'_{кр.}). \tag{8}$$

Массовая доля аммиака в паровой смеси на выходе генератора — входе дефлегматора:

$$\xi''_{GD} = f(P_K, t''_{сл.G})\,. \tag{9}$$

Кратность циркуляции ВАР в цикле:

$$f = \frac{\xi''_{GD} - \xi'_{сл.}}{\xi'_{кр.} - \xi'_{сл.}}. \quad (10)$$

Температура крепкого ВАР на входе РТР:

$$t'_{кр.TO} = t''_{кр.A}. \quad (11)$$

Температура слабого ВАР на входе РТР

$$t'_{сл.TO} = t''_{сл.G} \quad (12)$$

и на выходе РТР

$$t''_{сл.TO} = t'_{кр.TO} + \Delta t_{TO}. \quad (13)$$

Удельная энтальпия, соответственно, крепкого и слабого ВАР на входе в РТР:

$$i_{кр.TO.in} = f(P_0, t'_{кр.TO}), \quad (14)$$

$$i_{сл.TO.in} = f(P_K, t'_{сл.TO}). \quad (15)$$

Удельная энтальпия крепкого ВАР на выходе абсорбера:

$$i_{кр.A} = f(P_0, t'_{кр.TO}). \quad (16)$$

Массовая теплоемкость слабого ВАР на входе РТР

$$C_{вх.TO.} = f(P_K, t'_{сл.TO}) \quad (17)$$

и на выходе РТР

$$C_{вых.TO.} = f(P_K, t''_{сл.TO}). \quad (18)$$

Средняя массовая теплоемкость слабого ВАР в РТР:

$$C_{ср.TO} = \frac{C_{вх.TO} + C_{вых.TO}}{2}. \quad (19)$$

Удельная энтальпия слабого ВАР на выходе РТР:

$$i_{сл.TO.out} = i_{сл.TO.in} - C_{ср.TO} \cdot (t'_{сл.TO} - t''_{сл.TO}). \quad (20)$$

Удельную энтальпию слабого ВАР на входе в абсорбер считаем равной на выходе РТР:

$$i_{сл.A} = i_{сл.TO.out}. \quad (21)$$

Удельная энтальпия крепкого ВАР на выходе ТОР:

$$i_{кр.TO.out} = i_{кр.TO.in} + \frac{(f-1) \cdot (i_{сл.TO.in} - i_{сл.TO.out})}{f}. \quad (22)$$

Температура флегмы на выходе дефлегматора:

$$t_{Ф} = (t'_{кр.G} + t''_{сл.G})/2. \quad (23)$$

Массовая доля аммиака в флегме:

$$\xi'_{Ф} = f(P_K, t_{Ф}). \quad (24)$$

Кратность циркуляции флегмы в дефлегматоре:

$$R_{Ф} = \frac{1 - \xi''_{GD}}{\xi''_{GD} - \xi'_{Ф}}. \quad (25)$$

Удельная энтальпия пара аммиака на выходе дефлегматора — входе конденсатора определяется из условия полной очистки от пара воды:

$$i''_X = f(P_K, \xi''_D = 1). \quad (26)$$

Удельная энтальпия жидкого аммиака на выходе конденсатора:

$$i'_X = f(P_K, \xi'_K = 1). \quad (27)$$

Удельная энтальпия пара аммиака на входе испарителя:

$$i''_0 = f(P_0, \xi''_0 = 1). \quad (28)$$

Удельная энтальпия, соответственно, паровой смеси и флегмы на выходе генератора:

$$i''_G = f(P_K, t''_{сл.G}) \quad (29)$$

$$i'_{Ф} = f(P_K, \xi'_{Ф}). \quad (30)$$

Удельная энтальпия, соответственно, жидкого аммиака и пара аммиака на входе в РТА:

$$i_{PTO.in.li} = i'_X, \quad (31)$$

$$i_{PTO.in.v} = i''_O. \quad (32)$$

Определяем массовую теплоемкость пара аммиака в РТА:

$$C_V = f(t_0). \quad (33)$$

Удельная энтальпия пара аммиака на выходе РТА:

$$i_{PTO.out.v} = i''_O + C_V \cdot \Delta t_{PTO}\,. \tag{34}$$

Удельная энтальпия жидкого аммиака на выходе РТА:

$$i_{PTO.out.li} = i_{PTO.in.li} - i_{PTO.out.v} + i_{PTO.in.v}\,. \tag{35}$$

Определяются удельные тепловые нагрузки элементов:

а) холодопроизводительность испарителя

$$q_0 = i''_0 - i_{PTO.out.li.}\,; \tag{36}$$

б) дефлегматора

$$q_D = (1 - R_Ф)\cdot i''_G - i''_X - R_Ф \cdot i'_Ф\,; \tag{37}$$

в) генератора

$$q_G = (1 + R_Ф)\cdot i''_G - f \cdot i_{кр.TO.out} + (f - 1)\cdot i_{сл.TO.in} - R_Ф \cdot i'_Ф\,; \tag{38}$$

г) конденсатора

$$q_K = i''_X - i'_X\,; \tag{39}$$

д) абсорбера

$$q_A = i_{PTO.out.v} - f \cdot i_{кр.A} + (f + 1)\cdot i_{сл.A}\,; \tag{40}$$

е) циркуляционного насоса

$$l_{pump} = \upsilon' \cdot f \cdot (P_K - P_0)\,, \tag{41}$$

где $\upsilon' = f(P_K, t''_{кр.A})$ — удельный объем крепкого ВАР. (42)

Находится подводимое тепло:

$$q_1 = q_G + q_0 + l_{pump} \tag{43}$$

и отводимое тепло:

$$q_2 = q_A + q_K + q_D\,. \tag{44}$$

Массовый расход пара аммиака в испарителе составляет:

$$D = \frac{Q_0}{q_0}\,. \tag{45}$$

Полные тепловые нагрузки:

а) генератор

$$Q_G = q_G \cdot D\,; \tag{46}$$

б) абсорбер

$$Q_A = q_A \cdot D\,; \tag{47}$$

в) конденсатор

$$Q_K = q_K \cdot D\,; \tag{48}$$

г) дефлегматор

$$Q_D = q_D \cdot D\,; \tag{49}$$

д) циркуляционный насос

$$L_{pump} = l_{pump} \cdot D\,. \tag{50}$$

Тепловой коэффициент цикла насосной АВХМ:

$$\eta = Q_0 / Q_G\,. \tag{51}$$

На первом этапе исследований по приведенному выше алгоритму был выполнен поиск диапазонов температур греющего источника (t_h), который бы удовлетворял условиям работы АВХМ (t_W) и требования к объекту охлаждения (t_{ob}) [14].

Актуальность такого исследования была связана с тем, что некоторые режимы работы АВХМ не могут быть организованы из-за недостаточно высокой температуры греющего источника. Так, например, уровень температур охлаждения в испарителе требует соответствующего уровня давления P_o и в испарителе, и в абсорбере. Равновесная температура крепкого ВАР в абсорбере $t''_{кр.A}$ должна быть выше температуры охлаждающей среды, чтобы обеспечить отвод теплоты абсорбции. Массовая доля аммиака в крепком ВАР $\xi'_{кр}$ определяется значениями P_o и $t''_{кр.A}$, а для организации процесса абсорбции необходима некоторая зона дегазации — разность массовых долей аммиака в крепком $\xi'_{кр}$ и слабом $\xi'_{сл}$ ВАР. В свою очередь массовая доля аммиака в слабом ВАР $\xi'_{сл}$ определяется значениями давления конденсации-генерации P_k и температурой греющего источника t_h.

Как показал анализ [14] при низких температурах охлаждающей среды и греющего источника зона дегазации может отрицательные значения, т.е. цикл АВХМ не может быть реализован.

На втором этапе проведен анализ циклов насосных АВХМ и определены энергетические характеристики циклов — тепловой коэффициент и работа циркуляционного насоса в зависимости от температуры греющего источника.

Температура объекта охлаждения в расчетах составила: минус 5 °С; минус 15 °С; минус 25 °С, температура охлаждающей среды: от 10 до 32 °С.

Температурные напоры Δt_{TO}, Δt_{WK}, Δt_{WA}, $\Delta t_{деф}$ были приняты равными 5 °С, а Δt_h — 10 °С.

Минимальная температура греющей среды при анализе составила 90 °С, максимальная 170 °С. Значение минимальной температуры выбрано на границе реализации циклов АВХМ, а максимальной — с учетом начала активной коррозии конструкционного материала [15].

Результаты расчета насосной схемы АВХМ представлены в виде графических зависимостей на рис. 2.

Анализ этих результатов позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, в диапазоне расчетных параметров имеет место максимум энергетической эффективности АВХМ. Наиболее явно наличие максимума для условий работы при температурах охлаждающей среды 20...32 °С и низких температурах объекта охлаждения (минус 25 °С).

При снижении температур объекта охлаждения максимум энергетической эффективности смещается в область высоких температур греющей среды, а его численные значения уменьшаются.

Так, например, при температуре охлаждающей среды 26 °С и температуре объекта охлаждения минус 5 °С максимум теплового коэффициента цикла имеет место при температуре объекта охлаждения 110 °С, при минус 15 °С — при 120 °С, при минус 25 °С — при 140 °С, соответственно значения теплового коэффициента составляют: 0,53; 0,44; 0,34.

Анализ результатов расчета показал, что такой ход зависимостей объясняется:

а) в области низких температур греющей среды (до максимума теплового коэффициента) — высокой кратностью циркуляции ВАР между генератором и абсорбером (от 6 до 112), которая обусловлена узкой областью дегазации ($\Delta\xi = \Delta\xi_{кр} - \xi_{сл}$) – $\Delta\xi$ = 0,006…0,033;

б) в области высоких температур греющей среды (после максимума теплового коэффициента) — увеличением доли воды в паровом потоке водоаммиачной смеси, выходящем из генератора — например при температуре охлаждающей среды 26 °С и температуре объекта охлаждения минус 5 °С рост доли пара воды в смеси составляет от 0,036 до 0,408, т.е. более, чем в 10 раз.

В первом случае имеют место дополнительные теплопритоки в генератор с потоком крепкого ВАР.

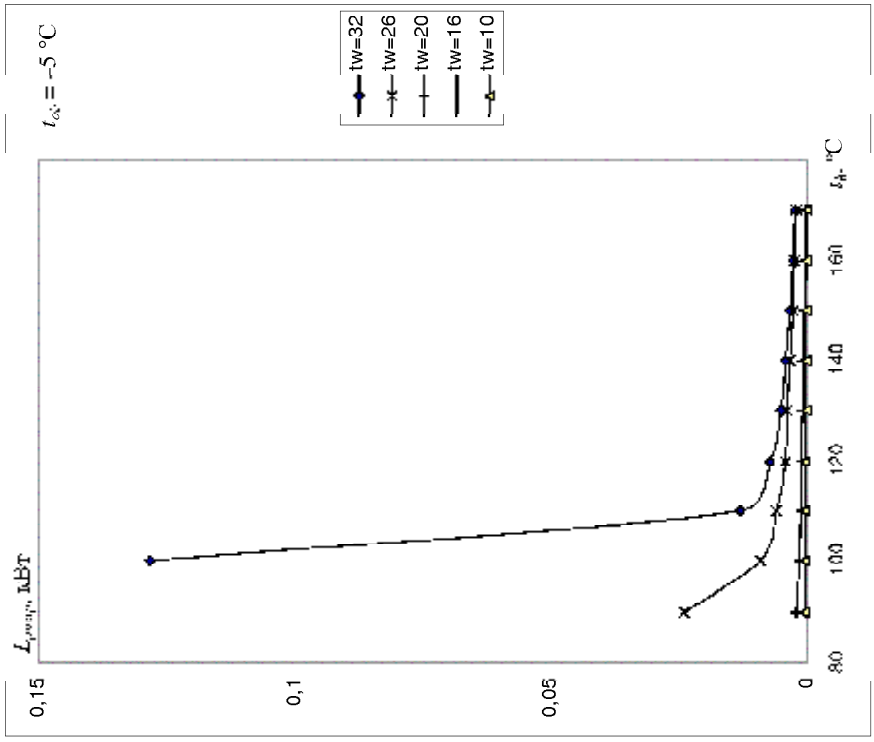
Во втором случае, несмотря на снижение кратности циркуляции ВАР, тепловая нагрузка в генераторе увеличивается из-за дополнительных затраты на выпаривание абсорбента-воды. Рост тепловой нагрузки дефлегматора при этом, соответственно также увеличивается более, чем в 10 раз (при температуре охлаждающей среды 26 °С и температуре объекта охлаждения минус 5 °С — от 0,024 кДж/кг до 2,200 кДж/кг).

Уменьшение теплового коэффициента цикла АВХМ при снижении уровня температур охлаждения объясняется тем, что для реализации низкотемпературного цикла требуется ВАР с повышенной долей абсорбента в абсорбере, а это связано с дополнительным выпариванием воды в генераторе. Так, например, при температуре охлаждающей среды 26 °С снижение температуры объекта охлаждения от минус 5 °С до минус 25 °С требует снижение доли аммиака в слабом ВАР от 0,439 до 0,129. При этом, несмотря на снижение тепловой нагрузки генератора из-за уменьшения кратности циркуляции ВАР опережающее неблагоприятное воздействие оказывает процесс дополнительного выпаривания пара воды.

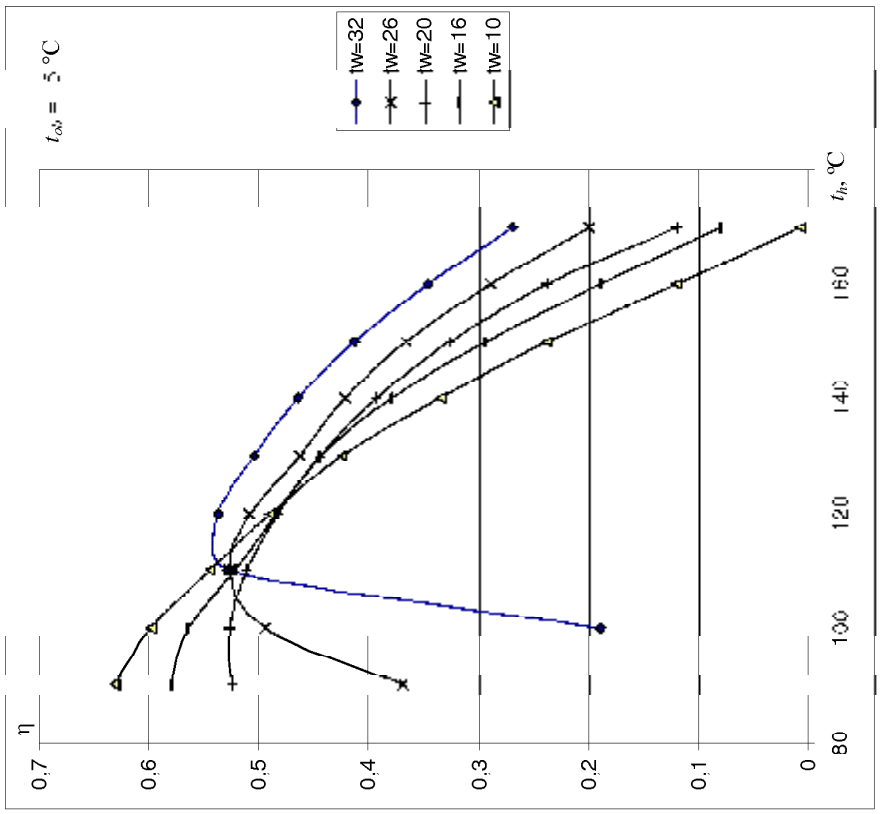
В расчетном диапазоне во всех случаях увеличение температуры греющего источника приводит к резкому уменьшению мощности циркуляционного насоса, перекачивающего крепкий раствор из абсорбера в генератор.

Как показали расчеты, при температурах греющего источника от 90 °С до 130 °С (в зависимости от температуры охлаждающей среды) мощность циркуляционного насоса имеет максимальное значение. В дальнейшем с ростом температуры греющего источника наблюдается ее ассимптоматическое снижение и медленное уменьшение. Наибольшие изменения при этом происходит при повышенных температурах охлаждающей среды (32 °С).

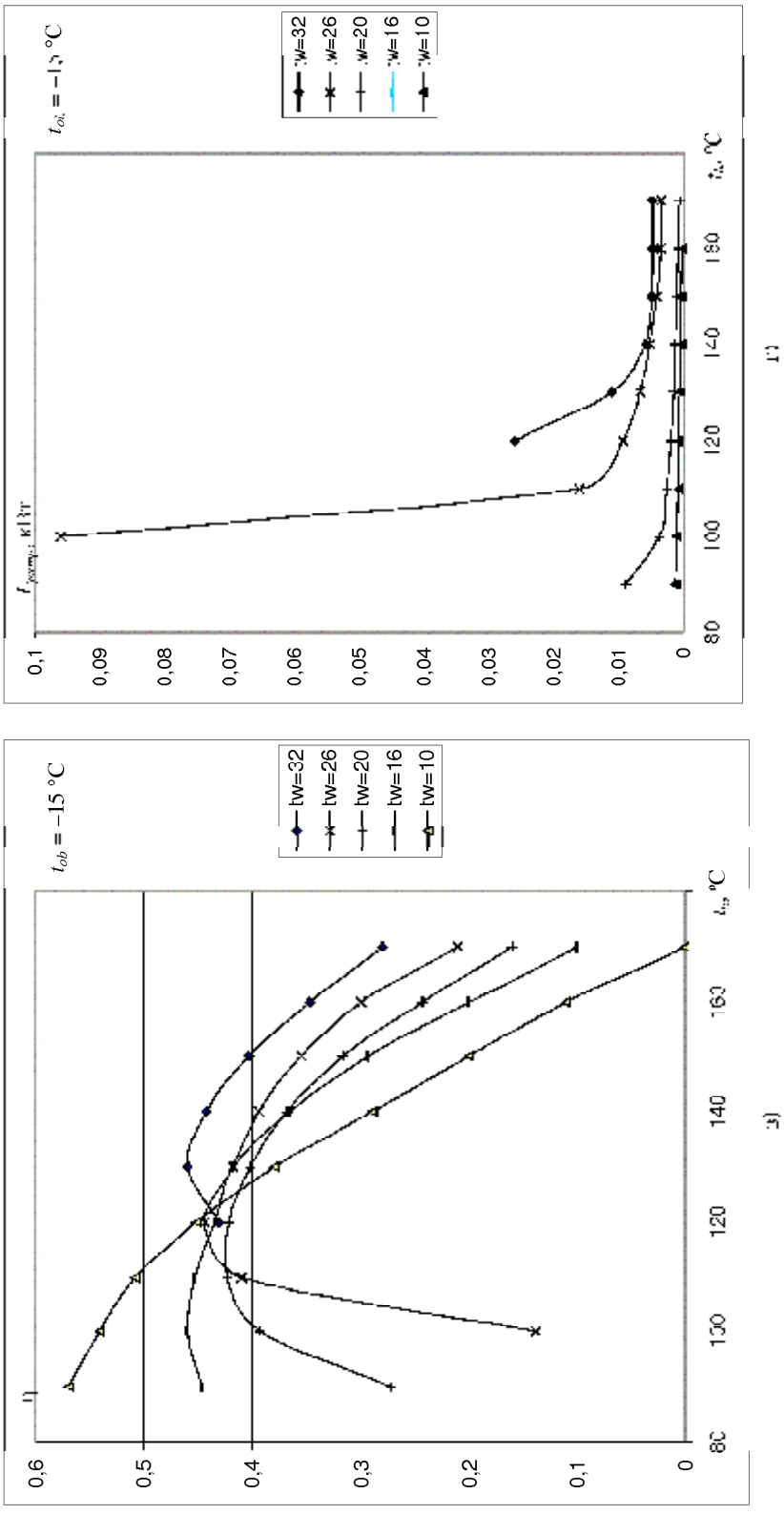
Полученная зависимость для циркуляционного насоса совпадает с результатами исследований других авторов [16, 17] и объясняется увеличением зоны дегазации в абсорбере за счет снижения массовой доли аммиака в слабом ВАР.


tw=32
tw=26
tw=20
tw=16
tw=10
0,15
0,1
0,05
0
80
100
120
140
160

б)


tw=32
tw=26
tw=20
tw=16
tw=10
η
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
80
100
120
140
160

а)


tw=32
tw=26
tw=20
tw=16
tw=10
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
80
100
120
140
160
180

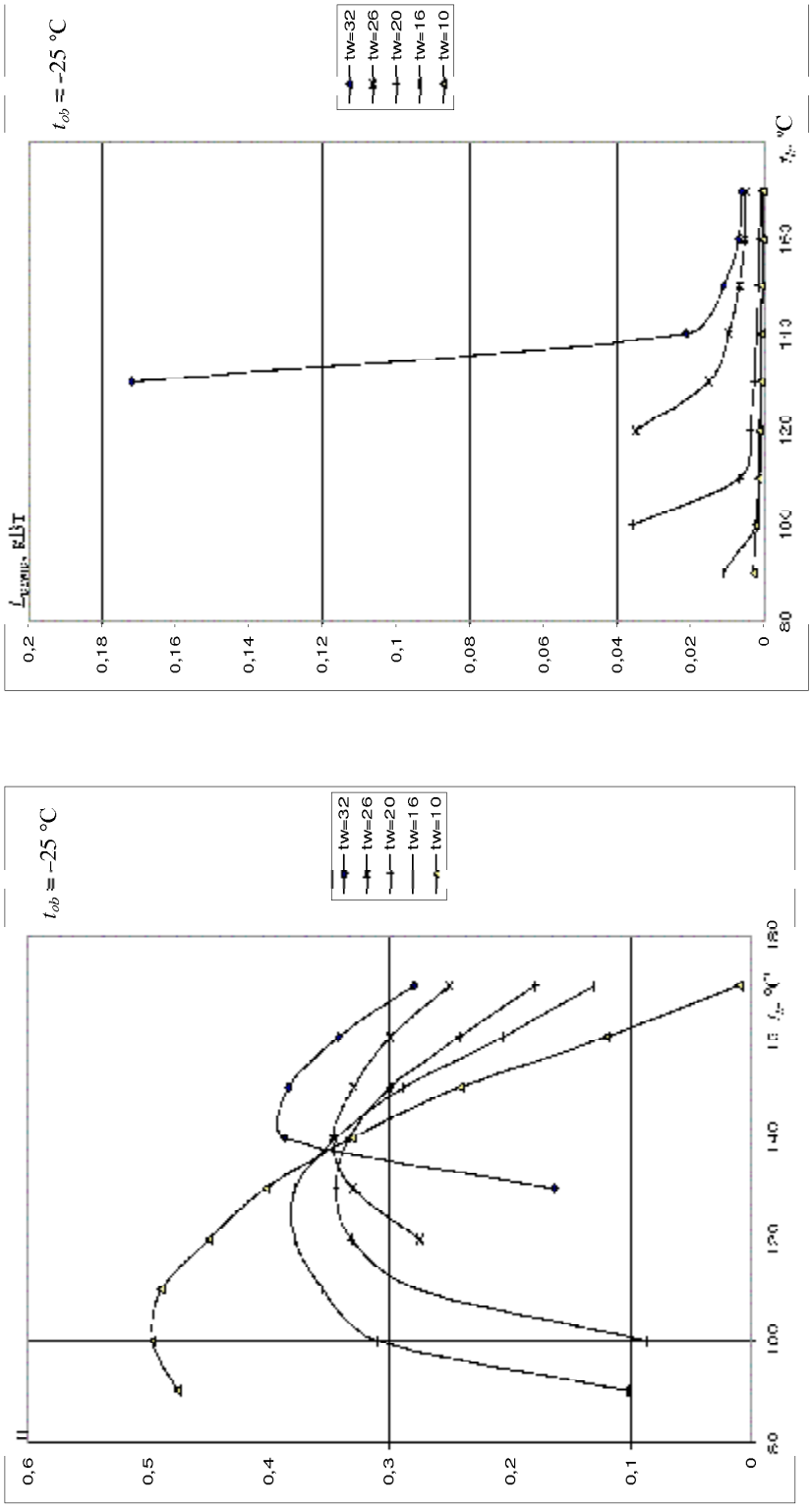
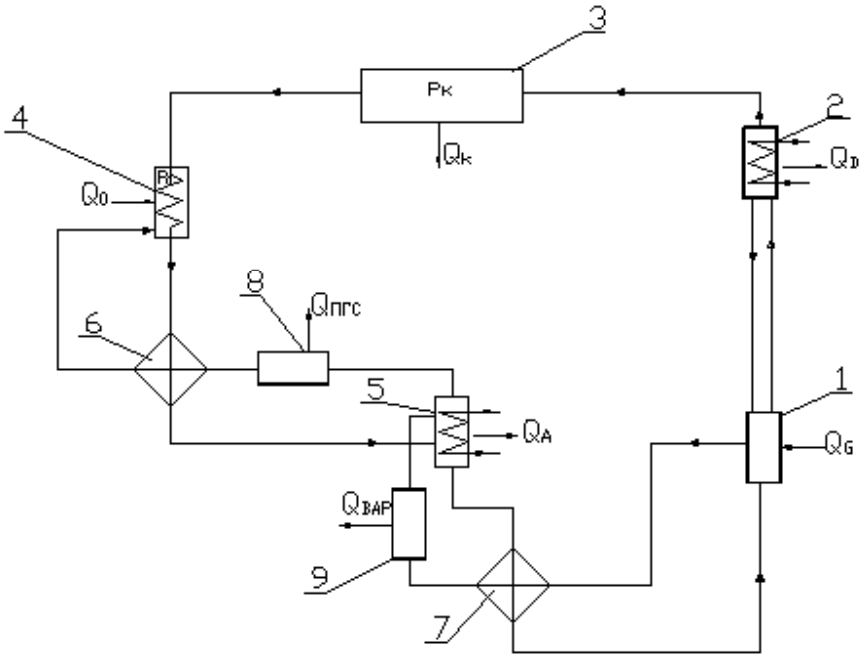


Рис. 2 – Результаты расчета энергетических характеристик (теплового коэффициента пуска и мощности переключения насоса) насосной АВХМ при различных температурах объекта охлаждения ($t_{об}$), охлаждающей (t_w) и греющей среды ($t_г$)

Схема традиционной безнасосной схемы АВХМ приведена на рис. 3.



1 – генератор; 2 – дефлегматор; 3 – конденсатор; 4 – испаритель; 5 – абсорбер;
6(7) – регенеративный теплообменник ПГС (РТР); 8(9) – охладитель насыщенной ПГС (слабого ВАР)

Рис. 3 – Схема безнасосной АВХМ с двумя регенеративными теплообменниками

Схема содержит два регенеративных теплообменника, которые позволяют максимально использовать потоки слабого раствора, выходящего из генератора и холод потока парогазовой смеси (ПГС), выходящего из испарителя.

Алгоритм расчета безнасосной схемы включает элементы расчета насосной схемы для узлов, не содержащих процессы с инертным газом — генератора, дефлегматора, конденсатора, РТР.

В безнасосной схеме АВХМ, в отличии от насосной, проводится расчет контура естественной циркуляции, содержащего испаритель, абсорбер, регенеративный теплообменник ПГС и охладителя ПГС.

В связи с наличием инертного газа исходные данные дополняются следующими параметрами:

а) движущий напор процесса испарения в начале — $\Delta P'$ и в конце — $\Delta P''$;

б) температура испарения в начале — $t_{\min}$ и в конце — $t_{\max}$;

в) перегревы по сравнению с температурой охлаждающей среды:

1) потока ПГС на входе (выходе) испарителя — $\Delta t''_{ПГС}$ ($\Delta t''_{ПГС}$);

2) потока жидкого аммиака на входе в испаритель — Δt_X;

3) потока слабого (крепкого) ВАР на входе (выходе) абсорбера — $\Delta t_{сл}$ ($\Delta t_{кр}$);

Задается движущий напор в абсорбере $\Delta P_{крА}$ и величина зоны дегазации в абсорбере $\Delta\xi_A$.

Термодинамические параметры рабочего тела на входе-выходе испарителя, соответственно, при минимальной и максимальной температуре испарения определяются по формулам, приведенных в табл. 1.

С учетом термодинамических параметров на входе и выходе испарителя определяются удельное (отнесенные к 1 кг испаряющегося аммиака) количество пара аммиака и водорода в потоке очищенной ПГС:

$$M_{ХПГС} = \frac{\dfrac{1-\xi_{x\max}}{\xi_{x\max}}}{\dfrac{1-\xi_{\min}}{\xi_{\min}} - \dfrac{1-\xi_{x\max}}{\xi_{x\max}}}; \tag{52}$$

$$M_{Г} = M_{ХПГС} \cdot \frac{1-\xi_{\min}}{\xi_{\min}}. \tag{53}$$

Таблица 1 – Формулы для определения термодинамических параметров рабочего тела в испарителе безнасосной АВХМ

Наименование параметра	Испаритель	
	вход	выход
Давление пара аммиака	$P_{\min} = f(t_{\min})$	$P_{\max} = f(t_{\max})$
Парциальное давление пара аммиака в ПГС	$P_{x\min} = P_{\min} - \Delta P'$	$P_{x\max} = P_{\max} - \Delta P''$
Парциальное давление инертного газа	$P_{r\min} = P_K - P_{x\min}$	$P_{r\max} = P_K - P_{x\max}$
Объемная доля пара аммиака в ПГС	$\varphi_{x\min} = \frac{P_{x\min}}{P_K}$	$\varphi_{x\max} = \frac{P_{x\max}}{P_K}$
Массовая доля пара аммиака в ПГС	$\xi_{x\min} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\varphi_{x\min}} - 1\right) \cdot \frac{M_{H_2}}{M_{NH_3}} + 1}$	$\xi_{x\max} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\varphi_{x\max}} - 1\right) \cdot \frac{M_{H_2}}{M_{NH_3}} + 1}$

Определяются температуры потоков по испарителю:

а) ПГС, соответственно на входе и выходе

$$t'_{ПГС} = t_W + \Delta t'_{ПГС}; \tag{54}$$

б) жидкого аммиака на входе

$$t'_X = t_W + \Delta t_X. \tag{55}$$

Полезная удельная холодопроизводительность испарителя определяется из уравнения теплового баланса:

$$q_0 = M_Г \cdot (i''_{Г(исп)} - i'_{Г(исп)}) + M_{ХПГС} \cdot (i''_{x(исп)} - i'_{x(исп)}) + (i''_x - i'_x), \tag{56}$$

где $i''_{Г(исп)}$; $(i'_{Г(исп)})$ — удельная энтальпия водорода в потоке ПГС на выходе (входе) испарителя, Дж/кг;

$i''_{x(исп)}$; $(i'_{x(исп)})$ — удельная энтальпия пара аммиака в потоке ПГС на выходе (входе) испарителя, Дж/кг;

i''_x — удельная энтальпия пара аммиака при максимальной температуре испарения, Дж/кг;

i'_x — удельная энтальпия жидкого аммиака при температуре t'_x.

Удельные энтальпии водорода и пара аммиака на входе-выходе испарителя находятся при соответствующих температурах и парциальных давлениях при помощи справочных данных [13, 18].

В формуле (56) первые два члена характеризуют охлаждение очищенной ПГС и они имеют знак «минус», третий член представляет собой скрытую температуру парообразования аммиака.

Расчет абсорбера также начинается с определения термодинамических параметров на его входе-выходе.

Определяется температура потоков слабого и крепкого ВАР:

а) на входе абсорбера

$$t_{сл} = t_W + \Delta t_{сл}; \tag{57}$$

б) на выходе абсорбера

$$t_{кр} = t_W + \Delta t_{кр}. \tag{58}$$

Парциальные давления крепкого ВАР на выходе абсорбера:

$$P_{крА} = P_{x\max} - \Delta P_{крА}. \tag{59}$$

С учетом $P_{крА}$ и $t_{кр}$ рассчитывается массовая доля аммиака в крепком ВАР на выходе абсорбера:

$$\xi_{крА} = f_2(P_{крА}, t_{крА}). \tag{60}$$

Массовая доля аммиака в слабом ВАР на входе абсорбера:

$$\xi_{слА} = \xi_{кр} - \Delta\xi_A. \tag{61}$$

По значениям $\xi_{слА}$ и $t_{сл}$ определяется парциальное давление слабого ВАР в абсорбере:

$$P_{слА} = f(\xi_{слА}, t_{сл}). \tag{62}$$

Определяются температуры ПГС — очищенной на выходе абсорбера $t''_{ПГС(А)}$ и насыщенной на входе — $t'_{ПГС(А)}$:

Можно принять эти температуры равные соответствующим температурам ПГС на входе-выходе испарителя:

$$t''_{ПГС(А)} = t'_{ПГС}; \tag{63}$$

$$t'_{ПГС(А)} = t''_{ПГС}. \tag{64}$$

Удельные расходные характеристики потоков в абсорбере:

а) аммиака в слабом ВАР

$$M_{хсл} = \frac{\frac{1-\xi_{кр}}{\xi_{кр}}}{\frac{1-\xi_{сл}}{\xi_{сл}} - \frac{1-\xi_{кр}}{\xi_{кр}}}; \tag{65}$$

б) воды в слабом ВАР

$$M_{всл} = M_{хсл} \cdot \frac{1-\xi_{сл}}{\xi_{сл}}; \tag{66}$$

в) слабого ВАР

$$M_{сл} = M_{хсл} + M_{всл}; \tag{67}$$

г) крепкого ВАР

$$M_{кр} = M_{сл} + 1. \tag{68}$$

Удельная тепловая нагрузка абсорбера определяется из уравнения теплового баланса потоков:

$$q_A = (i_{слА} \cdot M_{сл} - i_{крА} \cdot M_{кр}) + M_Г \cdot (i'_{Г(абс)} - i''_{Г(абс)}) + M_{ХПГС} \cdot (i'_{х(абс)} - i''_{х(абс)}) + i'_{х(абс)}, \tag{69}$$

где $i'_{Г(абс)}$, $i''_{Г(абс)}$ ($i'_{х(абс)}$, $i''_{х(абс)}$) — удельные энтальпии потока инертного газа (пара аммиака) соответственно, на входе и выходе абсорбера, Дж/кг.

По значении массовой доли в слабом ВАР ($\xi_{сл}$) и полному давлению в системе (P_K) определяется температура на выходе генератора:

$$t_{Гсл} = f_3(P_K, \xi_{сл}). \tag{70}$$

Далее расчет генератора, дефлегматора и РТР выполняется по методикам для насосной АВХМ.

В случае, если в схеме предусматривается специальные теплообменники для переохлаждения нагретых потоков очищенной ПГС после абсорбера и слабого раствора между РТР и абсорбером, то расчет их тепловой нагрузки проводится, соответственно, следующим образом:

$$q_{ПГС} = M_{ХПГС} \cdot (i''_{х(абс)} - i'_{х(абс)}) + M_Г \cdot (i''_{Г(абс)} - i'_{Г(исп)}); \tag{71}$$

$$q_{слВАР} = M_{сл} \cdot (i''_{слРТР} - i_{слА}). \tag{72}$$

Подводимое тепло в цикле безнасосной АВХМ

$$q_1 = q_G + q_0. \tag{73}$$

Отводимое тепло:

$$q_2 = q_A + q_K + q_D + q_{ПГС} + q_{слВАР}. \tag{74}$$

Расчет цикла выполнен верно, если

$$q_1 = q_2. \tag{75}$$

Расход аммиака в цикле:

$$G_X = \frac{Q_0}{q_0}. \tag{76}$$

С учетом рассчитанных удельных тепловых нагрузок на элементы и расход аммиака рассчитываются тепловые нагрузки, соответственно, генератора, абсорбера, конденсатора, дефлегматора и тепловой коэффициент цикла:

$$Q_G = q_G \cdot G_X; \tag{77}$$

$$Q_A = q_A \cdot G_X; \tag{77}$$

$$Q_K = q_K \cdot G_X; \tag{78}$$

$$Q_D = q_D \cdot G_X; \tag{79}$$

$$\eta = \frac{Q_0}{Q_G}. \tag{80}$$

Выполнен вариантный расчет цикла безнасосной АВХМ, при котором изменились:

а) минимальная температура охлаждения (минус 30 °С; минус 25 °С; минус 20 °С при фиксированной температуре конца испарения минус 10 °С);

б) температура охлаждающей среды: 32 °С; 25 °С; 20 °С; 12 °С; 10 °С.

Исходные данные для расчета были сформированы для безнасосной АВХМ с принудительным охлаждением теплорассеивающих элементов — температурные напоры Δt_X, $\Delta t''_{ПГС}$, $\Delta t''_{ПГС}$, $\Delta t_{сл}$, $\Delta t_{кр}$ приняты равными 5 °С.

Движущий напор в начале процесса испарения и в конце и со стороны крепкого ВАР задается с учетом опыта практических разработок [9-12, 19, 20], соответственно, $\Delta P' = 0{,}1$ МПа, $\Delta P'' = 0{,}05$ МПа, $\Delta P_{крА} = 0{,}1$ МПа.

При расчете должна быть задана величина зоны дегазации в абсорбере $\Delta\xi_A$, которая определяет массовую долю аммиака в слабом ВАР ($\xi_{сл}$), а также кратность циркуляции ВАР ($M_{сл}$, $M_{кр}$) между генератором и абсорбером и максимальную температуру генератора ($t''_{слG}$). В нашем случае $\Delta\xi_A$ являлась варьируемой величиной и составляла: 0,10; 0,12; 0,14; 0,16; 0,18; 0,20.

Результаты расчета для случая с минимальной температурой охлаждения, равной минус 30 °С, представлены на рис. 4. Верхние точки графиков соответствуют максимальной величине зоны дегазации в абсорбере $\Delta\xi_A = 0{,}2$, а нижние точки — минимальной $\Delta\xi_A = 0{,}1$.

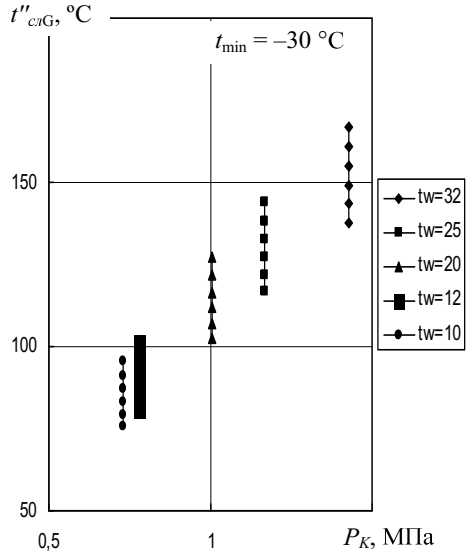


Рис. 4 – Результаты расчета безнасосной АВХМ — влияние полного давления в системе и температур охлаждающей среды на уровень температуры конца кипения в генераторе

Анализ представленных зависимостей показывает, что:

а) с ростом температуры охлаждающей среды должны увеличиваться и температуры греющей среды и полное давление в системе;

б) минимальная температура конца кипения в генераторе соответствует минимальной зоне дегазации в абсорбере.

Получены также аналогичные с насосной схемой результаты о влиянии температуры конца кипения в генераторе на энергетическую эффективность безнасосного цикла АВХМ.

Выводы

1. При реализации традиционных циклов насосной и безнасосной АВХМ имеются режимы с максимальной энергетической эффективностью в практических диапазонах температур охлаждающей среды (от 10 до 32 ºС) и объектов охлаждения (от минус 25 до минус 5 ºС). Для достижения таких оптимальных режимов необходимо соответствующая комбинация состава крепкого ВАР и температуры греющего источника.

2. Работа насосной схемы АВХМ в области низких температур греющего источника (от 90 до 120 °С) предполагает наличие циркуляционного насоса с установочной мощностью на 2-3 порядка превышающую мощность насоса, работающего в схеме в диапазоне температур греющего источника от 120 до 170 °С.

Литература

1. Чумак И.Г. Создать современные условия комфорта в домашнем укладе и трудовой деятельности сельских жителей Украины. Концепция долгосрочной науч.-техн. программы (Усадьба Украины) [Текст] / И.Г. Чумак, Ю.Н. Бугай. – Одесса.: ОИНТЭ, 1991. – 27 с.
2. Чумак І.Г., Старчевський І.П., Кочетов В.П. Концепція створення сучасної системи зберігання сільськогосподарської продукції в Україні [Текст] / І.Г. Чумак, І.П. Старчевський, В.П. Кочетов // Холодильная техника и технология. – 2000. – № 65. – С. 10-15.
3. Чумак И.Г. Холодильное хозяйство в сфере хранения продовольствия. Проблемы модернизации и методы их решения [Текст] / И.Г. Чумак, В.П. Кочетов, С.А. Усатюк, А.В. Ломакин // Холодильная техника и технология. – 2002. – № 1(75). – С. 5-8.
4. Stierlin H. Die thearetichen Grundlagen der Absorption – Kaltemaschinen [Текст] //Kalte and Klima Rundshau. – 1971. – № 3. – S. 57-64.
5. Stirlin H. Die Verdienste AltenKirchs in die Absorptions-Kuhltechnik [Текст] //Klima-Kalte-Heizung. – 1991. – № 4. – S. 1-8.

6. Бадылькес И.С. Абсорбционные холодильные машины [Текст] / И.С. Бадылькес, Р.Л. Данилов. – М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 356 с.
7. Niebergal W. Sorptoin-kalte – maschinen [Текст]. – Berlin.: Springer, 1959. – 554 S.
8. Холодильные установки для стран с тропическим климатом: Учебное пособие [Текст] / И.Г. Чумак, С.Ю. Ларьяновский, Э.Г. Парцхаладзе и др. – К.: Либідь, 1992. – 224 с.
9. Исследование абсорбционных холодильных машин с целью повышения эффективности их работы и создания перспективных моделей: Отчет о НИР (заключ.) [Текст] / Ленинград. технол. ин-т. холод. пром-сти; № ГР74023943; Инв. № Б763698. – Л., 1978. – 165 с.
10. Завертаный В.В. Разработка низкотемпературных камер с абсорбционно-диффузионными холодильными машинами. Дисс. ... канд. техн. наук: 05.04.03. – Одесса, 1995. – 223 с.
11. Васылив О.Б. Оптимизация режимов работы аппаратов различного функционального назначения с абсорбционно-диффузионными холодильными машинами: Дис... канд. техн. наук: 05.04.03. – Одесса, 1998. – 228 с.
12. Галимова Л.В. Абсорбционные холодильные машины и тепловые насосы [Текст]. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 1997. – 226 с.
13. Богданов С.Н. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ: Справочник [Текст] / С.Н. Богданов, С.И. Бурцев, О.П. Иванов, А.В. Куприянова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999. – 320 с.
14. Іщенко І.М. Моделювання і аналіз циклів абсорбційних водоаміачних холодильних машин [Текст] / І.М. Іщенко, О.С. Тітлов // Наукові праці ОНАХТ. – 2009. – № 36. – Т.2. – С. 263-266.
15. Ксенофонтова Т.С. Влияние температуры кипения водоаммиачного раствора на коррозию в агрегате бытового абсорбционного холодильника [Текст] / Т.С. Ксенофонтова, Э.Я. Маркив, Д.А. Поляков, Т.А. Ходаковская // Холодильная техника. – 1986. – № 11. – С. 31-33.
16. Sathyabhama A. Thermodynamic simulation of ammonia-water absorption refrigeration system [Текст] / A. Sathyabhama, T.P. Ashok Babu // Thermal science. – 2008. – Vol.12. – № 3. – P. 45-53.
17. Andrew Delano. Design Analysis of the Einstein Refrigeration Cycle [Текст]. Georgia Institute of Technology, June 1998.
18. Рид Р. Свойства газов и жидкостей [Текст] / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Л.: Химия., 1982. – 592 с.
19. Дмитриев В.И. Коэффициенты тепло- и массоотдачи при испарении аммиака в водоаммиачную смесь [Текст] / В.И. Дмитриев, Н.П. Третьяков // Холодильная техника. – 1970. – № 6. – С. 32-35.
20. Емельянов Р.В. Исследование движения парогазовой смеси в абсорбционно-диффузионных холодильных машинах [Текст] / Р.В. Емельяно, Н.П. Третьяков // Холодильная техника. – 1974. – № 10. – С. 32-35.

УДК 663/664

СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ УПАКОВКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ: ВЛАСТИВОСТІ І ЕКОЛОГІЯ

Соколов О. Д., д-р техн. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуто нові тенденції використання сучасних матеріалів для упаковки харчових продуктів. Проведено аналіз публікацій по основних ефективних напрямках зниження екологічної небезпеки відходів упаковки: розробка пакувальних матеріалів, які саморозкладаються у природному середовищі за короткий час; зменшення кількості матеріалів і енерговитрат при виготовленні одиниці упаковки; застосування таких пакувальних матеріалів, вторинна сировина з яких знаходить використання, і повернення до упаковки багаторазового використання.

The new tendencies of the use of modern materials are considered for packing of food products. The analysis of publications is conducted on basic effective directions of decline of ecological danger of wastes of packing: development of packing materials which collapse in a natural environment for short time; diminishing of amount of materials and energy is at making of packing unit; application of such packing materials, the second raw material from which finds the use, and returning to packing of multiple-use.

Ключові слова: упаковка харчових продуктів, полімерна упаковка, екологічність упаковки, утилізація упаковки.

Десять років тому у нашій оглядовій роботі [1] було описано активне зростання виробництва і застосування упаковки харчових продуктів в Україні, яка швидко наздоганяла світовий рівень. Були виявлені тенденції розвитку, показано, як традиційні матеріали упаковки удосконалюються, поєднуються з новими, полімерними, народжуючи нові багатошарові матеріали упаковки – більш сучасні, зручні та високоякісні, широко застосовуються нові наукові та технологічні досягнення щодо покращання властивостей матеріалів, створюються нові конструкції упаковки із спеціальними властивостями.

Світове виробництво упаковки на сьогодні складає близько 1,5 млрд. т на рік, у т. ч. картон та папір (40 – 50) %, полімери (30 – 40) %, метали (10 – 15) %, скло (5 – 10) %. Аналіз останніх досліджень і публікацій показує виправданість сучасного розвитку упаковки, за яку споживач сплачує в середньому 7 % ціни харчового продукту, що менше його втрат на харчові відходи при купівлі не упакованого товару. Упаковка дає можливість вживати різноманітні продукти незалежно від країни та сезону, дає інформацію для правильного вибору товару, знижує захворювання і витрати на їжу, покращує рівень життя і полегшує його жінкам, інвалідам і пенсіонерам, створює робочі місця з високою платнею. В країнах без упаковки втрати продуктів складають 30 %, з упаковкою – 3 %. За даними ООН, удосконалення тари й упаковки може збільшити світовий запас зерна на 40 млн. т, що в 2 рази більше світового дефіциту по зерну [2–4].

У той самий час у нашій роботі [5] було констатоване загрозливе екологічне становище в Україні і, зокрема, в Одеському регіоні з відходами сучасної упаковки. На той час щорічно у житлофонді міст та селищ міського типу накопичувалося близько 11 млн. т твердих побутових відходів, з яких понад 50 % припадало на таропакувальні матеріали. З розвитком упаковки з початку 90-х років у Європейській Спільноті (ЄС) щорічно утворювалося 50 млн. т відходів упаковки і тільки 20 % з них повторно використовувались. Для покращання становища з 1994 року почала діяти Європейська директива по упаковці № 94/62/ЄС, в котрій дані єдині правила для створення і утилізації упаковки у ЄС і поставлена мета – до 2004 року досягнути утилізації 90 % маси відходів упаковки і 60 % вміщених у неї сировинних матеріалів. Подальша мета – досягти 100 % повернення використаної упаковки виробникам для повторного використання або утилізації [6–8].

Для допомоги різним країнам при створенні державних програм діє Європейська Асоціація по регенерації і переробці відходів. Її висновки показують, що 70 % витрат державної програми необхідно зробити, щоб населення мало сприйняти проблему поводження з відходами, 20 % витрат слід направити на створення в країні вигідної для комерційних структур комплексної системи поводження з відходами і 10 % витрат потрібно, щоб вирішити науково-технічні питання переробки відходів упаковки [9, 10].

Невирішеною на сьогодні проблемою для нашої держави є невідповідність об'єму використаної упаковки харчових продуктів об'єму переробки відходів упаковки. Оскільки ця проблема характерна для всього світу, бажано розглянути світовий досвід за напрямками її вирішення. Досі існує певний матеріалознавчий конфлікт: виробник та споживач хочуть бачити упаковку міцною, комбінованою із різних матеріалів зі своїми спеціальними властивостями і функціональним призначенням, а фахівці переробки і утилізації упаковки – навпаки, хочуть мати справу з найпростішою упаковкою з одного матеріалу, та ще й екологічно нешкідливого. Такий конфлікт може бути вирішений тільки тоді, коли конструктори, виробники, споживачі і фахівці з утилізації упаковки будуть займатися питаннями створення і переробки упаковки разом, як у науковому, так і в організаційному аспектах.

Метою роботи є огляд останніх досягнень у виробництві екологічно безпечних матеріалів упаковки харчових продуктів і в методах утилізації відходів упаковки.

Основними ефективними напрямками зниження екологічної небезпеки відходів упаковки на сьогодні вважаються: розробка пакувальних матеріалів, які саморозкладаються у природному середовищі за короткий час; зменшення кількості матеріалів і енерговитрат при виготовленні одиниці упаковки; застосування таких пакувальних матеріалів, вторинна сировина з яких знаходить використання, і повернення до упаковки багаторазового використання. Розглянемо ці напрямки.

Полімерна упаковка при всій її зручності, міцності і дешевизні є найбільшою проблемою відходів у світі, оскільки не розкладається у природному середовищі у середньому близько 80 років. Тому пошуку матеріалів, які мають значно менший термін розкладання, присвячено багато розробок [11, 12].

Екологічним можна вважати пакувальний LEAN-матеріал, зроблений на основі карбонату кальцію (крейди) і поліолефінів, який розкладається під дією ультрафіолету за (120 – 150) днів. Він поширюється у світі, замінюючи кашировану фольгу, жиростійкий папір і пластмасу, дешевший за фольгу, виробляється м'яким і твердим і здатний до будь-якого способу друку [13, 14].

Передові світові компанії розробляють нові класи біополімерів, що саморозкладаються, з яких можна було б робити упаковку, яка руйнується під дією природних факторів за термін до 60 днів. Це екструзійні та спінені матеріали на основі крохмалю, модифікована целюлоза, поліефіри, поліефіраміди та ви-

сокомолекулярні спирти [15, 16]. Їх ціни ще високі, властивості ще поступаються звичайним полімерам, але ясно, що це найкращі матеріали для одноразової упаковки і подальше їх відпрацювання та звільнення від відрахувань на утилізацію, які у розвинених країнах у два рази більші за ціну самого полімеру, дасть змогу їх широкого застосування.

За останні роки виявилися три шляхи отримання біополімерів: часткова модифікація природних полімерів (крохмалю); отримання мономерів на біооснові хімічним шляхом або ферментацією з наступною полімеризацією (полілактонова кислота); виробництво полімерів у мікроорганізмах або рослинних культурах (полігідрооксіалконоати). Світовим стандартом біорозкладання полімерної упаковки вважається здатність 90 % її маси розкластися у природних умовах на фрагменти розміром до 2 мм за 6 місяців при компостуванні. За даними останніх досліджень вже розроблені полімери з природної сировини, що руйнуються навіть без промислового компостингу, за три роки на звичайному звалищі під впливом кисню, сонця і механічного струсу [17].

Біополімери сьогодні – сфера упаковки, що динамічно розвивається і має великий потенціал. Світове виробництво їх складає 360 тис. т на рік і на 2013 рік прогнозується на рівні 2,3 млн. т. Чинники, що впливають на розвиток цієї галузі у світі – нестійка ситуація на ринку нафти, проблеми охорони навколишнього середовища, величезні скупчення полімерних відходів і необхідність зниження рівня їх спалювання через обмеження викиду парникових газів у атмосферу. З чинників, що обмежують розвиток біоупаковки, найважливішими є її висока вартість, майже у 10 разів більша за традиційну поліетиленову, менші, ніж у традиційних полімерів, властивості непроникності, необхідність її окремого збирання і компостування.

Такі недоліки біополімерів не дають можливості зробити остаточний висновок на її користь, особливо з точки зору переробників полімерних відходів, які вважають переробку відходів у нові вироби більш економічним і перспективним шляхом для людства [18-21]. Альтернативний шлях – оксібіододатки до традиційного поліетилену і поліетилентерефталату, які не знижують його властивостей і не потребують зміни технології виробництва, але дають можливість біологічно розкласти відходи упаковки. Такі додатки при подорожчанні упаковки на 10 % дають можливість повністю розкласти поліетиленові плівки за 2 роки, термоформовану упаковку за 5 років, а упаковку, вироблену литтям під тиском, – за 10 роківОкремо хочеться приділити увагу матеріалу, який вже 100 років супроводжує упаковку харчових продуктів, – целофану. Будучи целюлозним матеріалом, він, як і папір, є біоматеріалом і не є екологічно небезпечним, але його низька вологонепроникність у міру зростання популярності поліолефінів призвела до його забуття. Останнім часом, коли питання екології виходять на перший план, целофан отримав друге життя. Нова генерація целофанових плівок під назвою Nature Flex ™ вносить новий вклад у виробництво екологічно чистих пакувальних плівок. Така плівка містить 75 % целюлози, 7 % води і 18 % різних агентів, які разом з лаковим покриттям надають целофану вологонепроникність, термозварюваність та інші властивості плівок із штучних полімерів [22].

Зменшення кількості матеріалів та енерговитрат при виготовленні одиниці упаковки – за цим напрямком роботи йдуть вже більше 20 років. Так, маса деревинної тари знижена на 50 % конструкційним шляхом [23], зниження маси скляної тари проводять за рахунок зміцнення скла обробкою газоподібними продуктами солей амонію в процесі виготовлення, що підвищує хімічну стійкість скла у 5 разів, міцність на 20 % та термостійкість [24, 25]. Склад паперу і картону постійно вдосконалюють, підвищуючи їхні водо-, жиро-, газо- та запахонепроникність за допомогою покриттів з полівінілового спирту і металізації алюмінієм, для підвищення міцності застосовують гофрований картон [26–27]. Удосконалення алюмінієвої фольги і алюмінієвих банок пов’язане із зниженням товщини, що забезпечує економію алюмінію, але потребує вирішення проблем прокатування, аморфізації, поруватості. Дослідженнями останніх років вдалося знизити товщину фольги з 9 до 5 мкм [28, 29].

Матеріалознавчі розробки останніх років щодо білої (лудженої) жерсті спрямовані на зменшення товщини стальної основи та шару олова. Досягнуто товщини жерсті 0,15 мм методом подвійного холодного прокатування та товщини шару олова 0,1 мкм електролітичним засобом. З різних сторін листа товщину олова роблять різною, поверх наносять харчовий лак із загусниками з порошків алюмінію, олова, оксиду титану, цинку. За останні 20 років вагу жерстяних консервних банок знижено на 19 %, планують випускати не тільки луджену жерсть, але й хромовану, котра дешевша за луджену, має корозійну стійкість у 30 разів вище і призначена для контакту із сухими продуктами [30–31].

З точки зору екологічного навантаження на земну атмосферу потрібно знижати витрати енергії вже на етапі виробництва пакувальних матеріалів, бо на виготовлення 1 тис. кубічних метрів корисного об’єму упаковки витрачається енергія, еквівалентна розходу нафти у тоннах: алюміній – 446; скло – 228; полімери – 135; біла жерсть – 100; картон – 34. Тобто екологічно вигідно виготовляти упаковку з паперу, картону і полімерів. Але упаковка з полімерів не може захистити харчовий продукт від вологи і кисню як

скляна або жерстяна банка, тому на допомогу приходять високі технології. Така швейцарська технологія Ceramis^{R} дозволяє нанести випаровуванням у вакуумі тонкий неорганічний шар оксидів кремнію на полімерну пакувальну плівку і запечатати на ній усі пори, через які в упаковку потрапляють кисень і волога [32]. Плівки з цим покриттям ламінуються іншими плівками для захисту від механічних пошкоджень і застосовуються у багатошарових упаковках різного призначення, навіть у матеріалі Ceramis^{R}-PLA, що має здатність біологічно розкладатися.

В останні роки роботи за цим напрямком проводяться дуже інтенсивно [33–39], але, на жаль, в Україні відходи виробництва і споживання застосовуються як вторинні матеріальні ресурси тільки на 10 % від їх утворення, а 90 % складуються у поверхневі полігони і накопичуються.

Лідером вторинного використання упаковки у світі є Німеччина, де загальний рециклінг перевершує 70 %, у тому числі: папір і картон – 90 %; скло – 82 %; полімери – 60 %; жерсть – 64 %; комбіновані матеріали – 51 % [40]. Технологія утилізації простих традиційних пакувальних матеріалів не становить складнощів: скло і метал переплавляють у нові вироби, з паперових відходів виготовляють, збираючи макулатуру, різні види паперу і картону, з жерстяних консервних пляшок знімають полуду, а сталь переплавляють. Сучасні потреби у цій справі – інформація про наявність відходів, їх щорічну кількість і склад для регулярної переробки. Піонером у країнах СНД стала Росія, де за допомогою міжнародного фонду створюється електронна біржа відходів у Ярославлі [41].

Набагато складніші справи з утилізацією відходів полімерної упаковки, розмаїтість і загальна кількість якої постійно зростає. Поки що налагоджуються справи з вторинною переробкою тільки поліетилентерефталатних (лавсанових) пляшок від харчових рідин, частка яких постійно зростає, бо ПЕТ має найкращі з усіх інших матеріалів пляшок фізико-хімічні властивості, низьку проникність по вуглекислому газу і не виявляє токсичної дії на організм людини. Такий цінний і дорогий матеріал вигідно переробляти у вироби іншого призначення, наприклад, у матеріали лакофарбового покриття, текстильні та конструкційні матеріали. В Україні з 1999 року працює ТОВ “Інтерпет” (м. Львів), яке виробляє ПЕТ преформи та ПЕТ пляшки для 90 підприємств України і освоює збір та переробку використаної ПЕТ тари з одержанням якісного вторинного матеріалу – агломерату ПЕТ. На сьогодні в Україні діють 6 підприємств, які здійснюють збір, подрібнення та доставку ПЕТ пластівців на “Інтерпет” [42–44].

Щодо вторинного використання відходів іншої полімерної упаковки світовий досвід показує, що зараз тільки 10 % від усієї маси відходів можуть бути використані для упаковки ще раз, бо їх властивості стають суттєво нижчими, вони вміщують помітну кількість шкідливих сполук і годяться тільки на каналізаційні труби, полімерний шифер тощо. Щоправда, такий крок може бути чи не єдиним, коли мова йде про відходи багатошарових комбінованих пакувальних матеріалів, наприклад, Німеччина різними способами довела утилізацію відходів такої упаковки до 63 % [45].

У розвинених країнах останнім часом поширені технології одержання полімерних композиційних матеріалів, наповнювачами яких є відходи деревинної і паперової тари та упаковки, а зв’язувальною речовиною – відходи полімерів. Такі матеріали використовуються як оздоблювальні, облицювальні й конструкційні в автомобілебудуванні, промисловості будівельних матеріалів, а також для виготовлення деталей жорсткої тари й піддонів. Введення до складу полімерних матеріалів і гумових сумішей подрібнених органічних і неорганічних відходів як наповнювачів не тільки значно полегшує вирішення проблеми їх утилізації, але й сприяє економному використанню далеко не дешевих полімерів і каучуків. При цьому механічні, фізичні, естетичні, експлуатаційні та економічні показники таких композиційних матеріалів не тільки не знижуються, але й у деяких випадках значно покращуються.

Вторинна переробка відходів упаковки є найбільш економічним і екологічним напрямком поводження з ними. Перспективною є переробка відходів полімерів у штучне рідке дизельне паливо, гас і бензин. Відповідні технології вже розроблені, причому в Німеччині та Японії ціни на таке паливо виходять нижчими, ніж на паливо з нафти. Миколаївські науковці разом з НВП “Екотехнологія” вже розробили високорентабельний енерготехнологічний комплекс, де відходи полімерів переробляються на рідке паливо, на якому працює газотурбінна електростанція. В умовах екологічної безпеки водночас вирішуються проблеми утилізації відходів і отримання енергії [46].

Окремо треба звернути увагу на роздільний збір сміття у населення і спалювання відходів упаковки, що в Україні йде дуже важко. При спалюванні відходів їх маса скорочується втричі, а об’єм на 90 %, причому одночасно можна вилучати матеріали, придатні для переробки. Звичайно й після спалювання створюється твердий залишок, що потребує підземного захоронення, однак пов’язані з цим витрати значно менші. На жаль, у більшості регіонів України, як і Росії, сміттєспалювальних заводів немає. Але ця перевага підприємств зі спалювання відходів (навіть коли теплова енергія використовується для виробництва гарячої води та пари) часто сходить нанівець внаслідок значного викиду у повітря токсичних сполук, очищення яких потребує коштовного обладнання, яке робить цей спосіб утилізації нерентабельним. З

усіх полімерних упаковок нешкідливе тільки спалювання ПЕТ пляшок, яке не забруднює довкілля шкідливими газами і залишками після утилізації, але, як ми вже казали, цей матеріал вигідніше переробляти.

Покращанням цього напрямку є піроліз відходів упаковки (нагрівання до 800 °С у безкисневому середовищі), який призводить до фізичного і хімічного розкладання органічних речовин. Газ, що виділяється під час цього процесу, може бути використаний як паливо для підтримання піролізу. Піроліз не потребує високих витрат, не забруднює довкілля і є сучасною альтернативою сміттєспалюванню [47].

Екологічні проблеми, пов'язані з довготривалим зберіганням харчопродуктів у полімерній упаковці і, особливо, з її утилізацією, привели до думок про повернення упаковки багаторазового використання. Особливо це відноситься до скляної упаковки, екологічна чистота якої і простота збирання й утилізації є неперевершеною. Примітно, що піонером у цьому напрямку виступає Німеччина, яка перша поширювала полімерну упаковку. Вже більше десяти років у Німеччині щорічно зростає тенденція до збільшення частки багаторазових упаковок, яку з екологічних міркувань підтримує уряд [48], організуються державні програми збирання скляного посуду дітьми із здаванням його до пунктів прийому, де їм платять більше, ніж залогова вартість посуду.

В Україні виробництвом скляної пляшки для напоїв і скляної банки для консервів займаються 11 склозаводів, але все одно цю продукцію імпортують до нас Росія, Польща, Франція, Італія, Молдова і Білорусь [49]. Загалом Україна випускала у 2008 році більше 4 млрд. штук склотари і ще 20 % імпортувала. Економічна криза знизила ці цифри на 23 %, але, незважаючи на зростання цін на газ і воду, виробництво скляної тари поступово виходить із кризи, і навіть планується найближчим часом опанування випуску полегшеної тонкостінної склотари.

Література

1. Соколов О. Д., Слободанюк О.М. Матеріалознавчі проблеми харчового обладнання та упаковки // Наукові праці ОДАХТ. – Одеса. – 2001. – Вип.22. – С. 195–198.
2. Кривошей В. М. Упаковка в нашому житті // Упаковка. – 2000. – №6. – С. 7–9.
3. Козак А. В. Упаковка. Экология. Инновации // Упаковка. – 2002 – № 1. – С. 30–31.
4. Кривошей В. М. Сучасне пакування – шлях до економії ресурсів // Упаковка. – 2002. – № 6. – С. 29–31.
5. Соколов О. Д., Костржицький А. І. Шляхи вирішення проблеми утилізації відходів харчової упаковки в одеському регіоні // Зб. наук. статей "Проблемы сбора, переработки и утилизации отходов". – Одеса: ОЦНТІ. – 2002. – С. 199–204.
6. Порядин А., Зимин Б., Гайгеров М., Боравский Б. Кризисное положение с отходами упаковки // Тара и упаковка. – 2001. - № 4. – С. 28–32.
7. Голованчиков А., Гончаренко В., Соколов В., Боравский Б. Российским упаковщикам нужен закон // Тара и упаковка. – 2001. – № 5. – С. 4–6.
8. Упаковочная отрасль на пути к устойчивому развитию // Тара и упаковка. – 2002. – № 3. – С. 4–7.
9. Франке М., Макдугалл Ф. Управление переработкой отходов в Европе // Упаковка. – 1999. – № 3. – С. 31–34.
10. Смиренный И., Бойко А. Проблемы раздельного сбора отходов // Тара и упаковка. – 2000. – № 6. – С. 38–38.
11. Замотаев П. В. Биоразлагаемые полимерные упаковочные материалы // Упаковка. – 2009. – № 5. – С. 14–16.
12. Замотаев П. В. Биоразлагаемые полимерные упаковочные материалы // Упаковка. – 2009. – № 6. – С. 14–17.
13. Оксюта А.Г. Масло в скорлупе // Упаковка. – 2000. – № 6. – С. 19–19.
14. «Ecolean» – упаковочный материал XXI века // Тара и упаковка. – 2001. – № 1. – С. 42–43.
15. Замотаев П. В. Полимеры, разрушающиеся под действием природных факторов // Упаковка. – 1999. – № 4. – С. 34–37.
16. Власова Г., Макаревич А., Сыцко В. Биоразлагаемые полимерные пленки // Упаковка. – 2001. – № 5. – С. 14–17.
17. Шибирин Е. В., Федоряк О. Д., Замотаев П. В. Тенденции развития мирового рынка биоразлагаемых полимеров // Упаковка. – 2010. – № 2. – С. 18–23.
18. Биоупаковка: единой позиции пока нет // Тара и упаковка. – 2009. – № 5. – С. 40–42.
19. «За» и «против» внедрения биоупаковки на современном этапе // Тара и упаковка. – 2009. – № 5. – С. 43–44.
20. Капинус Г. Экологичный полимер – это просто и недорого // Упаковка. – 2009. – № 4. – С. 26–27.
21. Капинус Г. Мудрая альтернатива дорогим биополимерам // Мир упаковки. – 2009. – № 2. – С. 50–51.
22. Корнацки А. Целлофан™ – 100 лет на рынке // Упаковка. – 2009. – № 2. – С. 28–29.

23. Гребенюк Н. В. Деревянная тонкостенная проволокоармированная тара // Упаковка. – 1998. – № 3. – С. 14–15.
24. Ящишин Й. М., Жеплинський Т. Б., Беряк Р. О. Шляхи підвищення надійності скляної тари // Упаковка. – 1999. – № 2. – С. 29–30.
25. Стеклотарщики объединяются и выходят из кризиса // Тара и упаковка. – 2001. – № 5. – С. 50–53.
26. Коптюх Л. А. Папір як пакувальний матеріал // Упаковка. – 2000. – № 3. – С. 10–12.
27. Седов Е. Картоны с водно-дисперсионным барьерным покрытием // Тара и упаковка. – 2002. – № 3. – С. 50–52.
28. Данилевский В., Жбанова А., Хромушина В. Упрочненный гофрированный картон // Тара и упаковка. – 2001. – № 5. – С. 42–43.
29. Лебедев Н. В., Никитин Н. Н. Фольга – сегодня и завтра // Упаковка. – 2000. – № 2. – С. 15–17.
30. Локшин М., Сиротинский М. Мировой и российский рынок алюминиевой упаковки // Тара и упаковка. – 2002. – № 5. – С. 44–49.
31. Коновалов Ю. В., Оробцев В. В., Руденко Е. А., Байков Е. В. Комплекс по производству жести // Упаковка. – 2000. – № 3. – С. 18–20.
32. Оксид кремния: будущее упаковочных материалов?.. // Мир упаковки. – 2010. – № 1. – С. 18–23.
33. Слабий В. Г. Роздільний збір відходів упаковки // Упаковка. – 2009. – № 4. – С. 58–60.
34. SCHAFER в Кременчуці // Упаковка. – 2009. – № 2. – С. 58–59.
35. Инновационные технологии управления отходами (практика компании «Гринко») // Упаковка. – 2009. – № 1. – С. 47–49.
36. Бабанин И. Отходов упаковки нет! Есть потенциально полезные ресурсы! // Тара и упаковка. – 2009. – № 6. – С. 28–29.
37. Бухкало С. Направленная модификация пленочных полиэтиленовых отходов // Тара и упаковка. – 2009. – № 1. – С. 36–38.
38. Ассоциация CEMPRE управляет отходами в Бразилии // Тара и упаковка. – 2009. – № 1. – С. 39–39.
39. Герасимчук В., Бут О. Отходы – это доходы // Мир упаковки. – 2009. – № 3. – С. 42–43.
40. Козак А. Упаковка: одноразова чи багаторазова // Харчова і переробна промисловість. – 2000. – № 1. – С. 31–31.
41. Гусев Д. Электронная биржа отходов в Ярославле // Тара и упаковка. – 2000. – № 5. – С. 54–54.
42. Серкіз О. Р. Рециклінг відходів ПЕТ упаковки // Упаковка. – 2002. – № 4. – С. 56–57.
43. Пахаренко В. О., Савченко Б. М. ПЕТ пляшки (технологічні аспекти вторинної переробки) // Упаковка. – 2002. – № 2. – С. 53–55.
44. Пахаренко В. О., Савченко Б. М. ПЕТ пляшки (технологічні аспекти вторинної переробки) // Упаковка. – 2002. – № 3. – С. 38–40.
45. Козак А. В. Упаковка и окружающая среда (практические результаты) // Упаковка. – 2002. – № 4. – С. 55–55.
46. Тимошевский Б. Г., Ткач М. Р. Энергия из отходов упаковки // Упаковка. – 2000. – № 2. – С. 46–49.
47. Мікульонок І. О., Рябцев Г. Л. Рециркуляція відходів упаковки // Упаковка. – 2000. – № 3. – С. 50–53.
48. Рынок стеклотары Украины. Инерция перспективы // Мир упаковки. – 2009. – № 5. – С. 18–23.

УДК [664.8/.9:621.798-034]:667.648.27

РОЗРОБКА КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ МЕТАЛЕВОЇ ТАРИ ВІД КОРОЗІЇ

Андріянов О.Д., канд. хім. наук, доцент, Кузнєцова І.О., канд. техн. наук, доцент,
Янченко К.А., асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розроблено композиційні електрохімічні покриття Ni-B і Co-B, що володіють підвищеною зносостійкістю. За допомогою електронографічних і рентгеноструктурних досліджень установлено фазовий склад одержаних покриттів. Установлено, що в системі Me-B (Me – нікель, кобальт) в області струму від 2 до 7 А/дм^2 електрохімічне утворюються речовини, ідентифіковані як Ni_2B і Co_2B. Електрохімічні дослідження корозійної стійкості композиційних покриттів проводили в розчинах оцтової, ортофосфатної та хлоридної кислот. Аналіз результатів електрохімічних досліджень показав, що композиційні

електрохімічні покриття підвищують корозійну стійкість вуглецевої сталі, а отже і корозійній стійкості бляхи в агресивних консервних середовищах.

Compositional electrochemical coatings Ni-B and Co-B, possessing higher wear stability were developed. With a help of electronographic and X-rays-structural researches a phase composition of obtained coatings was determined. It was established, that in system Me-B (Me – nickel, cobalt) in currant area since 2 to 7 A/dm^2 electrochemically formed substances are identified as Ni_2B і Co_2B. Electrochemical researches of compositional coatings' anticorrosion stability were conducted in solutions of acetate, orthophosphate and chloride acids. Electrochemical researches' analysis displayed, that compositional electrochemical coatings increase anticorrosion stability of carbonic steel and therefore the stability of tinplate in aggressive cunning mediums.

Ключові слова: композиційні покриття, корозія, металева тара.

Корозія металевої тари – дефект, що найбільш часто зустрічається при збереженні фруктових консервів.

Останнім часом широке застосування знаходять композиційні електрохімічні покриття (КЕП), у яких як добавки, що підвищують твердість і зносостійкість, застосовуються карбіди і бориди. Як правило композиційні електрохімічні покриття одержують електролізом з електролітів – суспензій, що являють собою водні розчини солей металів із добавкою високодисперсного порошку, що додає їм специфічні властивості: зносостійкість, твердість, підвищену корозійну стійкість при визначених видах механічних напруг. Захисні композиційні покриття Ni-B-З і Co-B-З можуть бути використані для поліпшення захисних антикорозійних властивостей металевої тари. Одним із визначальних критеріїв застосування композиційних електрохімічних покриттів є їхня підвищена зносостійкість і мікротвердість.

До покриттів ставляться різні вимоги. Пропоновані вимоги в значній мірі задовольняються при надійній підготовці основного металу, правильному виборі типу електроліту й оптимальної концентрації компонентів електроліту, а також належному виборі режиму електролізу. Загальною вимогою, якій повинні відповідати всі покриття, є їхнє міцне зчеплення з основою. Іншими вимогами, пропонованими до покриттів, є дрібна структура осаду. Покриття повинні мати максимально рівномірну товщину на різних ділянках, тому що товщина є найважливішою характеристикою покриття, що визначає термін його захисної дії. Покриття повинні мати мінімум пор (навіть мікроскопічних розмірів).

Доцільність використання різних сполук, що містять бор, для одержання покриттів не викликає сумнівів: ці речовини володіють значною відновною здатністю. Покриття, що утворяться при використанні боргідридних сполук містять у своїй сполуці бор, і саме цей факт відкриває перспективи для одержання сплавів із новими властивостями.

Покриття, що містить сполуки зі зв'язками метал-бор, відрізняються підвищеною твердістю, великий зносо- і корозійною стійкістю, високою температурою плавлення. Боргідридний метод дозволяє одержувати покриття при відносно невисоких температурах (приблизно 40 °С). Це дає можливість наносити борвмісні покриття з відносно невисокими витратами енергії.

Кількісний вміст бору в покриттях вивчали фотометричним методом за допомогою хіналазарину. Дане залежності вмісту бора в покритті від щільності струму приведені в таблиці 1.

У даній роботі розглянуто результати дослідження процесу електроосадження КЕП на основі сплавів Ni-B і Co-B із борогідридних електролітів. Вибір електрохімічних сплавів Ni-B і Co-B, а також фази кобальту та бору в кількісному співвідношенні кобальту до бору 7:1.

Таблиця 1 – Залежність вмісту бору в покритті нікель-бор від щільності струму

Щільність струму, А/дм^2	Масова частка B, %	Масова частка Ni, %
1	9,4	90,6
2	9,1	90,9
3	8,7	91,3
4	8,6	91,4
5	8,3	91,7
6	8,2	91,8
7	7,8	92,2

У табл. 2 наведено розраховані міжплощинні відстані, одержані при щільності струму 2 А/дм^2.

Таблиця 2 – Міжплощинні відстані й інтенсивність ліній покриття на основі бориду кобальту (Co_2B) при щільності струму 2 А/дм^2

r	I	d
6,13	сильна	5,17
11,62	дуже сильна	2,73
14,30	дуже сильна	2,22
15,57	дуже слабка	2,02
17,31	дуже слабка	1,83
18,67	слабка	1,69
20,78	середня	1,55
23,36	середня	1,36
24,84	слабка	1,27

Як матриці КЕП базуються на ряді унікальних властивостей сплаву: підвищеної стійкості до окиснення (зовнішній вигляд не змінюється після обробки за температури ~ 500 °С), підвищена корозійна стійкість, зносостійкість і твердість. Осаджували КЕП на основу – сталеві зразки. Процес електроосадження КЕП здійснювали при постійному перемішуванні електроліту. Якісні покриття Ni-B і Co-B з доброю адгезією може бути одержано за режиму електролізу: $I_к$ = 2 А/дм^2; t^o = 40 – 50 ^{o}, p = 8,5 – 9,5. Концентрація солей звичайно складає 0,02 – 0,2 моль/л. Концентрація боргідриду складала 0,005 – 0,05 моль/л. Для створення лужного середовища з концентрацією йонів OH^- 0,01 – 2,0 моль/л може бути використано гідроксид будь-якого лужного металу. Формувачем координаційної сфери (лігандами) для йонів кобальту та ніколу є молекули аміаку.

За допомогою електронографічних і рентгеноструктурних досліджень установлено фазовий склад одержаних покриттів. За щільності струму 1 – 6 А/дм^2 одержані фази нікелю та бору в кількісному співвідношенні нікелю до бору становили 9:1.

Таблиця 3 – Міжплощинні відстані й інтенсивність ліній покриття на основі бориду ніколу (Ni_2B) при щільності струму 2 А/дм^2

r	I	d
5,06	слабка	5,17
6,24	середня	2,73
7,54	слабка	2,22
10,22	середня	2,02
12,44	дуже сильна	1,83
14,54	сильна	1,69

Міжплощинні відстані розраховувалися виходячи з даних про параметр ґрат і просторової групи. Порівняння міжплощинних відстаней нової фази і відомих боридів ніколу та кобальту дозволяє припустити, що цією фазою є Ni_2B і Co_2B.

Установлено також, що покриття являють собою полікристалічний твердий розчин бору в нікелі, та відповідно бору в кобальті з досить досконалою кристалічною будовою.

Отримані покриття досліджувалися на корозійну стійкість. Використовувалися хімічний та електрохімічний методи. Дані досліджень приведені в таблиці 3.

Таблиця 4 – Вплив складу електроліту та щільності струму осадження на пористість покриття

Номер електроліту	Склад електроліту г/дм^3	Пористість покриття пор/см^2, за катодної щільності струму А/дм^2			
		2,5	8,0	14,0	16,0
1	$NiSO_4 \cdot 7H_2O$ – 200; $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ – 40; H_3BO_3 – 35	47	49	45	40
2	Електроліт № 1 + хлорамін – 0,8	30	31	29	24
3	Електроліт № 1 + сахарин – 1,5	15	15	14	14
4	$NiCl_2 \cdot 6H_2O$ – 20; $NaBH_4$ – 0,67; NaOH – 40; Сегнетова сіль – 65	7	7	6	6
5	$CoCl_2 \cdot 6H_2O$ – 10; $NaBH_4$ – 0,5; NaOH – 40	8	8	8	7

Як випливає з одержаних даних, використовувані покриття майже не мають пор.

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про те, що використання, електролітів, що містять солі нікелю і кобальту з мікродобавками натрій боргідриду, як показали дослідження вимірювання мікротвердості цих покриттів, забезпечують у півтора разу більші параметри даної величини (2200 кг/мм2), ніж при використанні чистого нікелювання (1300 кг/мм2). Така поведінка композиційних електролітичних покриттів пояснюється утворенням ковалентних зв'язків Ni-B і Co-B. Вплив вмісту бору на мікротвердість покриття наведено в таблиці 5.

Таблиця 5 – Вплив вмісту бору в покритті иа мікротвердість покриття

Покриття	Масова частка B, %	Мікротвердість, кг/мм^2
Ni	–	1280
Ni-B	9,4	2200
Co	–	1250
Co-B	7,1	2300

Електрохімічні дослідження корозійної стійкості композиційних покриттів проводили в оцтовій, ортофосфатній і хлоридній кислотах. Швидкість корозії оцінювали методом поляризаційного опору в комірках притискного типу за струмами поляризації й визначенням швидкості корозії за втратами маси, встановлюваними гравіметрично.

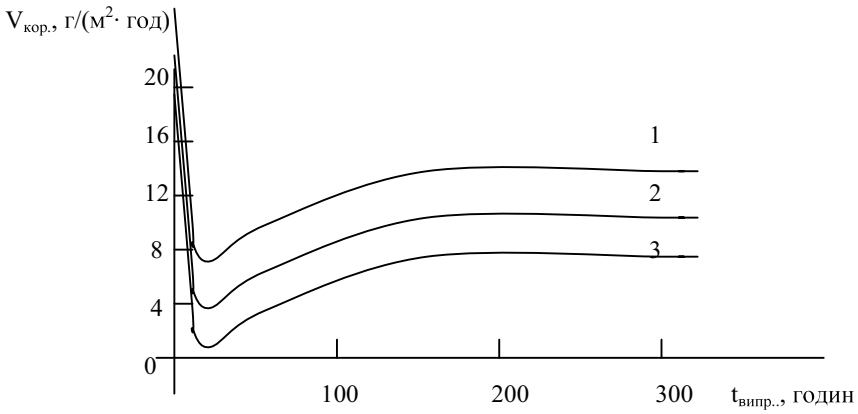


Рис. 1 – Залежність швидкості корозії покриття Ni-B від тривалості випробувань при 20 °С у розчинах 0,3 % оцтової кислоти (1), 0,4 % ортофосфатної кислоти (2), 0,3 % хлоридної кислоти (3)

Вивчення кінетики корозії протягом близько 1000 годин при 20 °С показало, що у всіх випадках найбільша швидкість корозії спостерігається в початковий момент, і після приблизно 200 годин вона стабілізується. Максимальне значення швидкості корозії на початковій стадії можна пояснити великою вільною поверхнею зразків, не зайнятою продуктами корозії. Найбільш інтенсивно процес корозії перебігає у 0,3 % розчині оцтової кислоти

Аналіз результатів електрохімічних досліджень показав, що КЕП підвищують корозійну стійкість вуглецевої стали, а отже, і корозійну стійкість бляхи в агресивних консервних середовищах.

Література

1. Поветкин В.В., Ковенский И.М. Структура электрохимических покрытий. – М.: Металлургия – 1988 – 136с.
2. Беленький М.А., Иванов А.Ф. Электроосаждение металлических покрытий. Справ. изд., – М.: Металлургия – 1985.
3. Кудрявцева В.Т. Электролитические покрытия металлами. – М.: Химия – 1979.
4. Лайнер В.И. Защитные покрытия металлов. – М.: Машиностроение – 1974.
5. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Коррозия и коррозионностойкие сплавы. – М.: Металлургия – 1973.
6. Федотьев Н.Б., Бибикова Н.Н., Вячеславов П.М., Грихиес С.Я. Электролитические сплавы. – М.: Машгиз – 1961.
7. Ямпольский А.М., Ильин В.А. Краткий справочник гальванотехники. – Л.: Машиностроение – 1981.
8. Zvyagintseva A.V., Kravtsova Y.G. Nickel-boron coating with ultradisperse particles inclusion.// Electrochemistry: from nanostructures to power plants: 55-th Annual Meeting jf the International Society of Electrochemistry. – Thessaloniki, 2001, p. 594.

УДК 664.023:658.588.8:678.5

ПЛАСТМАССЫ ХОЛОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Иванова Л.А., д-р техн. наук, профессор, Гараев М.Б. аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье приведены анализ перспективных технологий применения холоднотвердеющих пластмасс для восстановления изношенных контактных поверхностей.

There in the article is demonstrated the analysis of the perspective technologies of the application of the cold cured plastics for the removal of the worn out contact surfaces.

Ключевые слова: пластмассы, восстановление оборудования.

Проведенный обзор следующей литературы: журналов «Пищевая промышленность», «Харчова та переробна промисловість», «Восточно-Европейский журнал передовых технологий», патентный обзор за последние три года и поиск информации в интернете показал, что одним из наиболее перспективных направлений использования пластмасс холодного отверждения в пищевой промышленности является ремонт и восстановления изношенных деталей и оборудования.

Выполненный анализ технологических приемов и свойств полимеров, применяемых для восстановления изношенных поверхностей различных деталей, показал следующее:

Несмотря на разработанные методы восстановления, такие как сварка, нанесение гальванических покрытий в области пищевой промышленности одной из актуальных задач направления восстановления изношенных поверхностей контактирующих деталей является разработка технологии холоднотвердеющих пластмасс, обеспечивающих более качественные характеристики восстанавливаемых поверхностей, а также лучшие экономические показатели.

Так как различные методы металлизации как технологии восстановления связаны с обеспечением того или иного термического процесса или применения деформирующих материалов.

При разработке экономных и качественных материалов и методов их нанесения на изношенные поверхности деталей пищевого оборудования необходимо решить следующие задачи:

— определить для холоднотвердеющих пластмасс величины поверхностного натяжения, исходя из сопоставления углов смачивания контактирующих поверхностей;

— на основе решения уравнения Юнга, исследовать условия адгезии холоднотвердеющих пластмасс к контактной поверхности и сопоставить эти величины с величиной когезии этих слоев холоднотвердеющих пластмасс;

— исследовать влияние состава холоднотвердеющих пластмасс на параметры технологии нанесения и условия износостойкости.

Так, например, при работе зерноочистительной машины дискового триера наибольшему износу подвергаются ячейки дисков триера. Так как диски триера больше 700 мм в диаметре и содержат более 1000 ячеек, то постоянная работа диска в динамическом режиме приводит к неравномерному износу стенок ячеек, что непосредственно снижает производительность машины в целом и необходимое время замены диска. Следует отметить, что срок службы оборудования до капитального ремонта 13 и более лет, а триерные иски требуют замены через 1-2 года непрерывной работы.

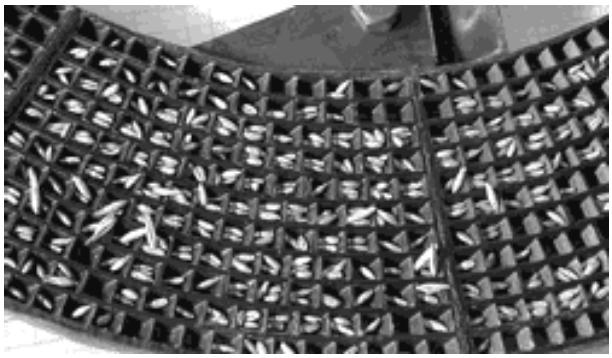


Рис. 1 – Фрагмент Триерного диска

Для решения этой проблемы разработаны триерные диски из полимерного композиционного материала металл-полиуретан[1]. Но не разработаны технологии восстановления рабочей поверхности ячеек диска. Поэтому актуальным направлением остается разработка технологии холоднотвердеющих пластмасс для восстановления поверхности ячеек и метода ее нанесения.



Рис. 2 – Триерные диски изготовленные из композиционного материала сталь-полиуретан

Также установлено, что анаэробные полимерные материалы на основе эпоксидных смол обладают высокой адгезией к металлам, пластикам и большинству материалов, используемых в пищевой промышленности, высокой прочностью, термической и химической стойкостью, обеспечивают работоспособность узлов и деталей при эксплуатации их в контакте с органическими растворителями, агрессивными средами при температуре от –50 до 150 °С и выдерживают давление до 60 МПа. Благодаря высокой проникающей способности анаэробные полимеры заполняют трещины, микродефекты сварных швов, зазоры.

Рациональное использование физико-химических свойств этих материалов позволяет снизить трудоемкость ремонта машин и сократить при этом расход материалов.

Не менее интересна область применения пластмасс холодного отверждения в следующих конструкциях:

Восстановление неподвижных соединений.

Восстановление посадочных мест, муфт, зубчатых, червячных колес, крыльчатки, подшипников на валу также применимо в конструкциях машин пищевой отрасли. В зависимости от величины износа можно использовать высокопрочные анаэробные полимеры или формообразующие клеевые композиции.

При величине износа до 0,27 мм используют высокопрочные анаэробные полимеры. Для начала необходимо очисть поверхность восстанавливаемой детали, удалить окалину и ржавчину механическим путем. Обезжирить поверхность с помощью ацетона или бензина. Полимер наносят из капельницы флакона на всю восстанавливаемую поверхность одной из деталей и соединяют узел.

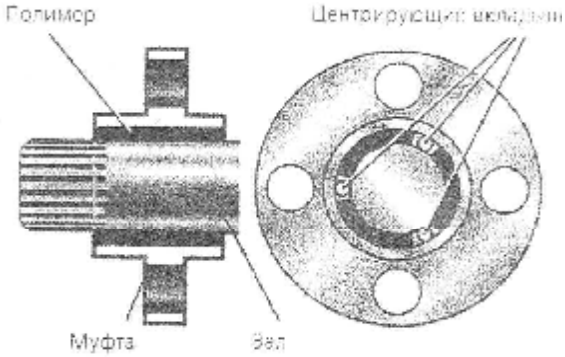


Рис. 3 – Восстановление посадочного места муфты на валу

При больших габаритах деталей возможно нанесения полимера на поверхности обоих деталей. Отверждение полимера происходит в течении двух часов, при температуре окружающей среды 18-20 ^{0}С, максимальную прочность он достигает через 6 часов выдержки

Использование полимеров подразумевает демонтаж соединения при помощи съемников. При разогреве до температуры 300° значительно снижается прочность клеевого соединения. При зазоре более 0,27 мм применяются прочные формообразующие клеевые полимеры.

Опыт восстановления посадочных мест подшипников показывает об эффективности применения полимеров. Срок службы подшипников превышает срок службы обычных подшипников.

Это связано с тем, что полимерное покрытие делает нагрузку на обойму и, следовательно, на тела качение более равномерной и исключает коррозию. которая имеет место в посадочных метах подшипников качения. При соединении деталей с износом, влияющим на соосность детали, необходимо использовать центрирующие вкладыши.

Герметизация трещин в корпусных деталях

Полимерные материалы позволяют восстанавливать негерметичные корпусные трещины, например в двигателе внутреннего сгорания между масломагистралью и системой охлаждения. Не один из известных способов надежного решения этой проблемы не обеспечивает. С помощью полимеров можно решить эту проблему без полного демонтажа и разборки двигателя. Технология заключается в использовании двух марок анаэробных полимерных материалов различной вязкости.

Сперва трещину обезжиривают ацетоном или бензином, продувают сжатым воздухом и сушат. Затем трещину пропитывают герметиком, обладающим повышенной проникающей способностью. После этого деталь выдерживают час при комнатной температуре и вновь пропитывают герметиком повышенной вязкости, который отверждается в зазорах 0,2 мм.

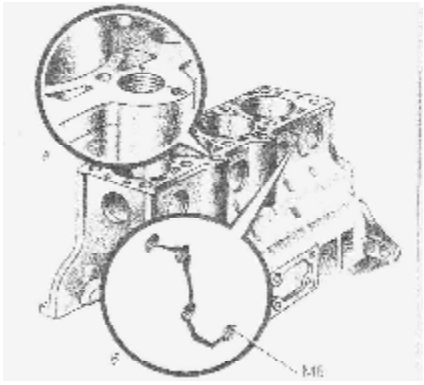


Рис. 4 – Восстановление наружных трещин корпуса двигателя внутреннего сгорания

При герметизации наружных трещин, у которых имеется доступ к началу и концу, используется следующая технология. Для предотвращения распространения трещины перед ее началом и концом просверливаются отверстия под резьбу М6, и в подготовленное отверстие вкручивается резьбовая заглушка с нанесенным высокопрочным анаэробным полимерным герметиком.

При большой длине трещины можно дополнительно проделать несколько отверстий по длине трещины и таким же образом закрутить в них заглушки, обработанные высокопрочным анаэробным полимерным герметиком.

Для удобства деталь должна находится в горизонтальном положении после первой обработки необходимо выждать час, после обработки герметиком повышенной вязкости необходимо выдержать блок 3–5 часов [2].

Фиксация сорванных шпилек

В процессе эксплуатации резьба изнашивается. Не возникает проблем, когда она изнашивается на болте или гайке, изношенные детали заменяются новыми, куда труднее, если повреждена резьба в корпусе детали. Часто эти резьбы выполнены из малопрочных соединений, что приводит к срыву резьбы намного чаще, чем в чугунах или сталях. Часто выходят из строя соединения, которые подлежат разбору. Это происходит из-за перекосов болта и гайки при сборки или попадания загрязнений.

Технология восстановления резьбы производится следующим образом.

Сначала отверстие и шпилька очищаются от остатков резьбы, затем необходимо убедится, что шпилька входит на глубину не менее 4 диаметра в подготовленное отверстие. В противном случае необходимо рассверлить отверстие до необходимой глубины. Затем отверстие и шпильку обезжиривают ацетоном или бензином и сушат. Полимер удобнее наносить на шпильку, распределив его но всей площади склеивания. После этого шпильку вставляют в отверстие и выдерживают до полного отверждения полимера.

Диапазон температур эксплуатации анаэробного полимера составляет от –40 до 150 °С, что позволяет использовать его в большой номенклатуре изделий. Однако следует напомнить, что подбор клея зависит от многих факторов и подбирается индивидуально. Также следует отметить, что этот способ применяется для мало нагруженных деталей, так как использование клея для фиксации шпилек, испытывающих высокие температуры, рискован так как полимер может не выдержать.

Герметизация и фиксация резьбовых соединений

Для фиксации и одновременной герметизации резьбовых соединений применяют как слабопрочные, так и высокопрочные анаэробные полимеры. Это простой и надежный способ придания резьбовым соединениям устойчивости к действию вибрации, ударных нагрузок и коррозии. Полностью заполняя пространство между витками резьбы, полимер способствует равномерному распределению нагрузки.

Уплотнения с использованием полимерных материалов выдерживают давление газов до 30~40, жидкостей – до 60 МПа и вибрацию.

Подбор полимера зависит от диаметра и вида резьбы. При герметизации трубных резьб желательно использовать малопрочные полимеры, так как применение для этих целей высокопрочных полимеров может создать проблемы при их разборке. Если при разборке возможно нагреть соединение выше 300 °С, то применяют и высокопрочные полимеры.

Соединения труб

Использование полимерных материалов позволяет соединять трубы без сварки и резьбы. Для этого вытачивают или подбирают из трубы большего или меньшего диаметра соединительную муфту. Подбор полимера зависит от зазора в соединении между муфтой и трубой. Если он менее 0,4 мм на сторону, то применяют анаэробные полимеры, если более 0,4 мм – формообразующие составы

Герметизация поврежденных труб

Герметизацию поврежденных, как правило, коррозией, труб можно проводить формообразующими полимерными составами, как с использованием прослоек стеклоткани (рис. 5), так и без стеклоткани. Стеклоткань необходима для армирования полимера и придания ему нужной формы. Однако следует отметить, что такой способ герметизации можно использовать для трубопроводов, не испытывающих давления: трубопроводы системы канализации. Для трубопроводов, работающих под давлением (тормозные системы, система впрыска топлива), подобный способ не пригоден. Из-за разной жесткости материалов трубопровода и полимера клеевой шов соединения будет работать в условиях, близких к отдиру. Для герметизации трубопроводов, находящихся под давлением, необходима жесткая накладка (рис. 6), которая равномерно распределит возникающие в клеевом шве напряжения. В этом случае шов будет работать в самых благоприятных условиях[3].

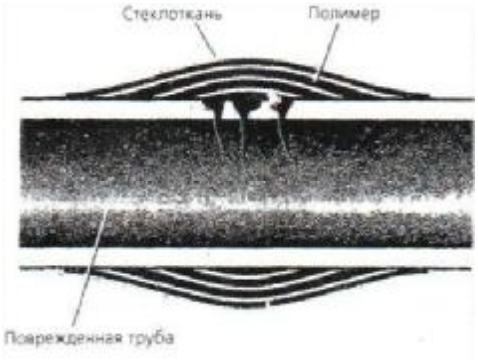
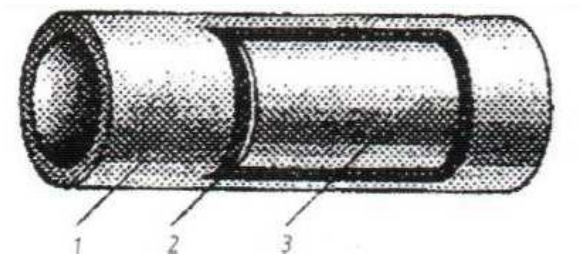


Рис. 5 – Герметизация безнапорных трубопроводов



1 – трубопровод; 2 – формообразующий клеевой состав; 3 – жесткая накладка

Рис. 6. – Герметизация трубопроводов, работающих под давлением

Выводы

1. Приведенный перечень технологических рекомендаций по использованию полимеров является типовым, на основе которых могут быть разработаны и другие технологии с учетом места возникновения неисправности, имеющихся средств для ее устранения и времени
2. Использование высокотемпературных формообразующих составов, например «Термолит», позволяет герметизировать трубопроводы и другие детали, функционирующие в условиях повышенных температур (до 900 °С).
3. Решение поставленных задач исследования составов и технологий нанесения на контактную поверхность деталей обеспечивает повышение эффективности и снижения затрат на процесс восстановления изношенных поверхностей.
4. В пищевой отрасли в конструкциях молотковых дробилок, зерноочистительных машинах перспективно применение холоднотвердеющих пластмасс, обеспечивающих экологичность и высокую износостойкость.

Литература

1. Алагуров В.В. Повышение износостойкости сортирующих органов зерноочистительных машин. www.apk-inform.com.
2. Башкирцев В.И. использование полимерных материалов при ремонте машин и оборудования. Пищевая промышленность 01/2006.
3. Реновация оборудования: восстановление плюс модернизация. Пищевая промышленность 10/2006.

УДК 621.891

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПОВЕРХНІ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ ПРОТИ КОРОЗІЇ І ФРЕТИНГУ

Соколов О.Д., д-р техн. наук, професор, Маннапова О. В., канд. техн. наук
Одеська національна академія харчових технологій

Розглянуто результати досліджень щодо підвищення стійкості поверхні деталей із сірого чавуну проти атмосферної корозії і фретинг-корозії. Підвищення цих трибологічних характеристик поверхні чавуну зафіксоване після її оксидування у хромовій кислоті, яке формує рівномірний шар визначеного складу і, на відміну від інших засобів оксидування чавуну, не призводить до недопустимого збільшення розмірів деталі.

The results of researches are considered on the increase of firmness of surface of details from grey cast-iron against atmospheric corrosion and fretting-corrosion. Increase these tribology descriptions of surface of cast-iron it is fixed after its oxidizing in chromic acid, which forms the even layer of certain composition and, unlike other facilities of oxidizing of cast-iron, does not result in the impermissible growing on of sizes of detail.

Ключові слова: сірий чавун, кисле оксидування, корозійна стійкість, тужавлення, фретинг-корозія.

Вступ. Аналіз останніх досліджень надійності і довговічності конкретних високоточних деталей із сірого чавуну – поршневих кілець тракторних і комбайнових двигунів внутрішнього згорання показує, що ці показники залежать не тільки від зносостійкості їх зовнішньої циліндричної поверхні, але й від трибологічних властивостей решти поверхонь (особливо тих, що контактують із поршнем) у середовищах, супутніх процесам виготовлення та експлуатації кілець [1–3]. У науковій літературі останнім часом під трибологічними проявами розуміють знос, корозію, повзучість, утому і викришування поверхні [1]. На поршневих кільцях потужних двигунів для поліпшення трибологічних характеристик застосовують хромові покриття на робочій поверхні, а на інших поверхнях часто застосовують допоміжні покриття, найчастіше лудіння, але висока ціна і дефіцитність олова вимагають його заміни.

Сірий чавун має низьку корозійну стійкість, що викликає необхідність консервації і упакування кілець відразу після виготовлення. У виробництві це спричиняє незручності, оскільки рішення про постачання кілець на комплектацію двигунів або на запасні частини, де вимоги до консервації і упакування істотно відрізняються, приймається наприкінці певного терміну, що вимагає застосовувати тимчасову консервацію з наступним миттям.

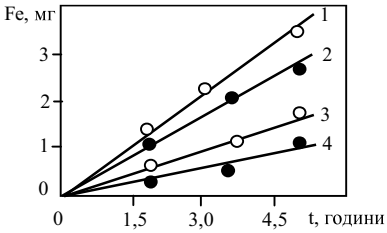
Цю актуальну проблему можна було б усунути оксидуванням поверхні чавуну [4–7], однак, проведене нами [8] випробування у виробництві відомих способів оксидування (хімічного, електрохімічного і у середовищі перегрітої водяної пари) не привело до позитивних результатів через неприпустиме (більше 0,02 мм) збільшення розмірів поршневих кілець.

Мета роботи. Метою роботи є виклад результатів наших досліджень щодо підвищення корозійної стійкості та стійкості проти фретинг-корозії нехромованої поверхні кілець із сірого чавуну оксидуванням у хромовій кислоті.

Проведені нами попередні дослідження [8] дозволили розробити середовище і режими процесу кислого оксидування, що забезпечує допустимий рівень приросту висоти чавунного кільця. Склад розчину (г/л): CrO_3 (100 - 250); H_2SO_4 (80 - 200); $3NaF{\cdot}AlF_3$ (10 - 50). Температура процесу – (65 - 75) ^oC. Процес не призводить до неприпустимої зміни розмірів поршневого кільця і забезпечує формування однорідного рівномірного покриття чорного кольору товщиною (0,004 - 0,005) мм при втраті ваги не більше 0,0045 г/см^2.

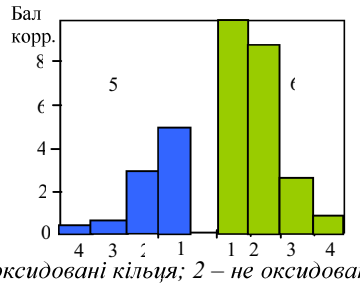
Матеріали і методика досліджень. Аналіз складу покриття проводився такими методами: металографічним; газооб'ємним; хімічним фото колориметричним (ФЕК-56); спектральним емісійним у каналі вугільного електроду (ІСП-30); кулонометричним; методом вакуумного плавлення із газохроматографічним закінченням і рентгеноструктурним методом (УРС–0,02, камера РКД, кобальтове випромінювання, трубка із гострофокусним анодом). Покриття містить оксиди заліза, гідрооксид заліза, оксиди хрому і кремнію і карбіди заліза.

Дослідження корозійної стійкості поверхні оксидованих кілець проводилися в агресивних середовищах, що містять активні іони Cl і SO_2. Згідно зі стандартом кільця занурювалися в 3 % розчин NaCl у фарфорових чашках при кімнатній температурі. Кількісно корозійна стійкість визначалася за накопиченням продуктів корозії (іонів заліза в розчині), виміряним фотоколориметром ФЕК-56. Результати представлені на рис. 1, звідки випливає, що оксидування підвищує корозійну стійкість кілець у два рази.



1 – не оксидовані кільця; 2 – не оксидовані, промаслені у консерваційному мастилі К-17; 3 - оксидовані; 4 - оксидовані, промаслені в К-17. Фотоколориметр ФЕК-56.

Рис. 1 – Залежність накопичення заліза в 3 % розчині NaCl від часу витримки дослідних поршневих кілець

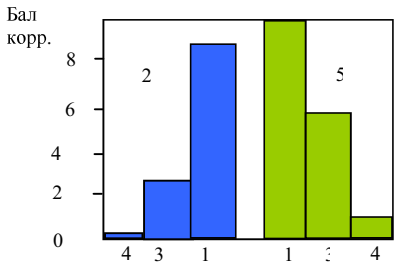


1 – не оксидовані кільця; 2 – не оксидовані, промаслені в К-17; 3 – оксидовані; 4 – оксидовані, промаслені в К-17; 5 – пара NaCl; 6 – пара SO_2. Тривалість 2 доби.

Рис. 2 – Результати прискорених корозійних випробувань поршневих кілець в агресивних середовищах

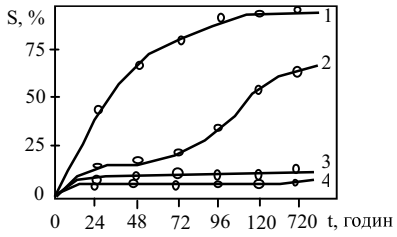
При випробуваннях у парі NaCl і парі SO_2 згідно із стандартом кільця підвішувалися на скляній підвісці в ексикаторах над розчином 3 % NaCl і 1% ($Na_2S_2O_3$ + 0,05М H_2SO_4). Ексикатори витримувалися в сушильній шафі 6 годин при температурі 50 °С, 1 годину при температурі 20 °С із закритою кришкою і 17 годин при температурі 20 °С із відкритою кришкою. Випробування проводилися 1 і 2 доби. Результати випробувань, оброблені за системою балів, що пропонується стандартом, представлені на рис. 2 і показують значне підвищення корозійної стійкості.

Для натурних випробувань поршневі кільця були виставлені на спеціальних стендах на території заводу поршневих кілець у місцях із атмосферою різного типу агресивності. У ливарному цеху перші осередки корозії на необроблених кільцях з'явилися через 3 дні, а через 14 днів на цих кільцях прокородувала вся поверхня. На складі готової продукції через 30 днів прокородувало 20 % поверхні необроблених кілець. Оцінка корозії наведена на рис. 3 і 4. Наведені дані говорять про те, що пропоноване оксидування поршневих кілець дозволяє забезпечити місячний період їх знаходження на складі готової продукції без консервації.



1 – не оксидовані кільця; 2 – склад готової продукції, 30 діб; 3 – оксидовані; 4 – оксидовані, промаслені в К-17; 5 – ливарний цех, 14 діб.

Рис.3 – Результати натурних корозійних випробувань поршневих кілець



1 – не оксидовані кільця; 2 – не оксидовані, промаслені в К-17; 3 – оксидовані; 4 – оксидовані, промаслені в К-17.

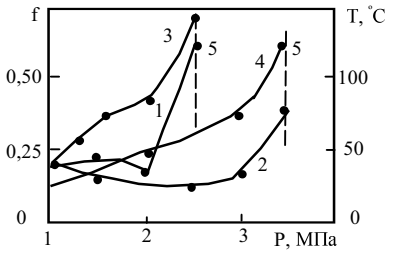
Рис. 4 – Кінетика корозійного ураження поверхні поршневих кілець у промисловій атмосфері механічного цеху

Зносостійкість оксидованого чавуну поршневих кілець визначалася нами методом порівняльних випробувань на машині тертя СМЦ-2 за схемою ролик-колодка в режимі граничного тертя при питомому навантаженні 1,75 МПа в діапазоні швидкостей ковзання (1 - 4) м/с при терті по чавуні і по силуміну.

Результати випробувань показують, що при терті по чавуні прошарок оксидованого чавуну має в 2,5 рази більшу зносостійкість, ніж неоксидований чавун (максимальний темп зношування 0,26 мкм/годину проти 0,63 мкм/годину при швидкості 4,16 м/с). При цьому в 9 разів менше (0,037 мкм/годину проти 0,33 мкм/годину при тій самій швидкості) зношується чавунне контртіло.

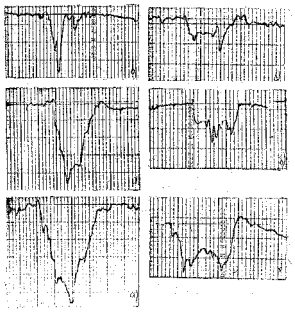
При терті по силуміну оксидований чавун показує середнє зниження розміру зносу у всьому діапазоні швидкостей у 2 рази (0,22 мкм/час проти 0,42 мкм/час при швидкості 2,13 м/с) і аналогічне зниження зносу силумінового контртіла в порівнянні з неоксидованим сірим чавуном поршневого кільця.

Порівняння оксидованого і неоксидованого чавуну за стійкістю до задиру і тужавлення провадилося на машині тертя СМЦ-2 в умовах припинення подачі мастила на швидкості 1,3 м/с по чавунному контртілу при плавному підвищенні питомого тиску. При цьому фіксувалася температура в зоні тертя і коефіцієнт тертя аж до входження в зону задиру і тужавлення. Результати, подані на рис. 5, показують, що тужавлення неоксидованого чавуну наступає при тиску 2,5 МПа, а оксидований чавун витримує до 3,5 МПа. Таким чином, можна констатувати, що оксидування поршневих кілець підвищує стійкість до задиру їхньої нехромованої поверхні в 1,4 рази, що особливо важливо для нижніх компресійних кілець.



1, 2 – коефіцієнт тертя чавуну й оксидованого чавуну відповідно; 3, 4 – температура в зоні тертя чавуну й оксидованого чавуну відповідно; 5 – зона тужавлення. СМЦ-2, сухе тертя, швидкість – 1,3 м/с.

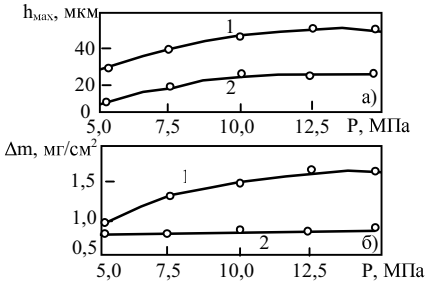
Рис. 5 – Вплив оксидування на задиростійкість сірого чавуну поршневих кілець при терті по чавуні



а) – неоксидований чавун; б) – оксидований чавун; навантаження (зверху вниз) – 5, 10 і 15 МПа.

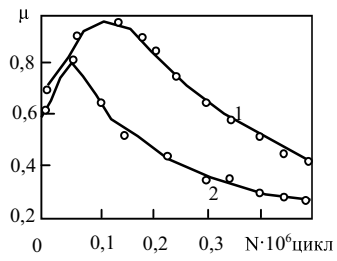
Рис. 6 – Профілограми ушкодженої поверхні контртіла із силуміну поршня при фретинг-корозії в парі з чавуном поршневого кільця

За умовами роботи торцевої поверхні кільця в канавці поршня і характеру її зносу можна припустити прояв механізму фретинг-корозії [9]. Дослідження цього виду зносу поверхні оксидованого чавуну в порівнянні з неоксидованим проводилися нами на стандартній установці для випробувань матеріалів на зношування при фретингу і фретинг-корозії (ДСТ 23211-80). Умови випробувань: амплітуда коливань – 50 мкм; частота – 30 Гц; база випробувань – $0{,}5 \cdot 10^6$ циклів; площа кільцевого контакту – 0,5 см^2; шорсткість поверхні зразка R_a = 0,5 мкм; діапазон навантажень – (5 - 15) МПа.



1 – неоксидований чавун; 2 – оксидований чавун.

Рис. 7 – Залежність глибини ушкодження контртіла із силуміну поршня (а) і втрати маси пари тертя (б) від навантаження при фретинг-корозії за $0{,}5 \cdot 10^6$ циклів



1 – неоксидований чавун; 2 – оксидований чавун.

Рис. 8 – Кінетика коефіцієнта тертя при фретинг-корозії пари "чавун кільця – силумін поршня" за 0,5·106 циклів

Наведені на рис. 6 профілограми поверхні силуміну, зняті на профілографі-профілометрі, вже якісно показують, що оксидування чавуну значно знижує пошкоджуваність силумінового зразка. Для кількісного визначення впливу оксидування чавуну на знос пари тертя при фретинг-корозії були зняті залежності глибини ушкодження силуміну і втрати маси пари тертя від навантаження при випробуваннях

протягом $0{,}5 \cdot 10^6$ циклів. Результати, наведені на рис. 7, дозволяють кількісно визначити переваги оксидованого чавуну: втрата маси пари тертя вдвічі менша, ніж при роботі неоксидованого чавуну.

Установка для випробувань матеріалів на зношування при фретингу і фретинг-корозії надавала можливість знімати показники за коефіцієнтом тертя пари "чавун – силумін", що дозволило також побудувати кінетику коефіцієнта тертя за весь час випробувань. Дані, наведені на рис. 8, показують зниження коефіцієнта тертя і підтверджують переваги оксидованого чавуну.

Для перевірки дієвості досліджуваного оксидного шару були заоксидовані за зазначеною технологією поршневі кільця дизельного двигуна 8ДВТ-330 (8Ч15/16), у якому для запобігання заляганню поршневих кілець їхні нехромовані поверхні піддають лудінню. Результати 60-годинних стендових випробувань двигуна, у якому через циліндр були встановлені серійні і експериментальні оксидовані кільця, показали, що оксидування може цілком замінити лудіння кілець – оксидний шар задовольняє вимоги до припрацювальних покриттів: відсутнє утворення нагару, закоксованість, після випробувань кільця мають задовільну якість поверхні і добру рухливість у канавках поршня.

Висновки

1. Розроблено технологію оксидування сірого чавуну у хромовій кислоті, при якому формується рівномірний шар покриття чорного кольору товщиною 4–5 мкм з оксидів заліза, гідрооксиду заліза, оксидів хрому та кремнію і карбідів заліза, що дозволяє у два рази збільшити корозійну стійкість поверхні чавуну і забезпечити місячний період знаходження поршневих кілець на складі готової продукції без консервації;
2. Встановлено, що оксидований чавун при терті по чавуну і силуміну має у 2,0–2,5 рази більшу зносостійкість, ніж неоксидований чавун, при цьому відповідно менше зношується контртіло тертя і підвищується стійкість до задиру і тужавлення у 1,4 рази;
3. Випробування оксидованого чавуну на зношування при фретингу і фретинг-корозії пари "чавун–силумін" показують зниження коефіцієнта тертя, глибини ушкоджень і втрати маси вдвічі порівняно з неоксидованим чавуном, що дозволяє збільшити довговічність поршневих кілець по торцевій поверхні;
4. Результати стендових випробувань двигуна, у якому через циліндр були встановлені серійні й експериментальні оксидовані кільця, показали, що пропоноване оксидування може цілком замінити дорогий процес лудіння поршневих кілець.

Література

1. Holmberg K. Tribology in Reliability Engineering // Scientific Achievements. Industrial Applications / 2nd World Tribologie Congress: Vienna, Austria, Sept. 2001. – P. 13–19.
2. Соколов О. Д. Оцінка зносостійкості та надійності хромових покриттів для розробки технології їх нанесення на деталі вузла тертя // Проблеми трибології (Problems of Tribology).– 2003. – №2. – С. 130–135.
3. Чернета О. Г. Підвищення ресурсу роботи поршневих кілець двигунів внутрішнього згорання за рахунок використання нових покриттів: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.02.01. Запоріз. нац. техн. ун-т.– Запоріжжя. – 2002. – 18 с.
4. Грилихес С. Я. Оксидные и фосфатные покрытия металлов. – М.: Машиностроение, 1978. – 104 с.
5. Пантелеенко Ф. И. Новое в восстановительно-упрочняющих технологиях // Производство и ремонт машин: Сборник материалов Международной научно-технической конференции, Ставрополь, 28 февр. – 6 марта, 2005. Ставрополь: Изд-во СтГАУ "АГРУС". – 2005. – С. 58–63.
6. Тополянский П. А. 7-я Международная практическая конференция "Технология ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки", Санкт-Петербург, апр. 2005 // Технол. машиностр. – 2005. – № 6. – С. 97–97.
7. Thin film material and method for preparation thereof: Заявка 1514679 ЕПВ, МПК7 B 23 B 9/00; Riken Wako-shi, Kunitake Toyoki, Hashizume Mineo. № 03725764.9; Заявл. 09.05.2003; Опубл. 16.03.2005; Приор. 09.05.2002, № 2002134314 (Япония).
8. Повышение коррозионной стойкости поршневых колец химическим оксидированием / Соколов А. Д., Мишурис Л. Г., Бейзерман Я. М. и др. // Технология и организация производства. – 1984. – № 2. – С. 43–45.
9. Ting L. L., Mayer J. E. Piston ring lubrication and cylinder bore wear analyses. P 11. Theory verification // Journal of lubrication technology. – 1974. – Ser. F, v. 96. – n. 2. – P. 69–79.

УДК 541.138

КВАНТОВО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТРОЙНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СПЛАВОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СОДЕРЖАНИЯ ВАНАДИЯ

Андреянов А.Д., канд. хим. наук, доцент, Кузнецова И.А., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Установлена связь электрокаталитической активности сплавов Ni-Ti-V при переменном содержании ванадия со значениями энергии Ферми их компонентов. Электрокаталитическая активность сплавов оценивалась по величине плотности тока методом суспензионного полу-элемента. Для расчета энергии Ферми различных металлов использовалась модель Зоммерфельда, в которой распределение электронов по скорости описывается статистикой Ферми-Дирака.

It was established the dependence of the electrocatalytic activity of alloys Ni-Ti-V at the variable contents of theV with values of Fermy energy of their components. Electrocatalytic activity of alloys was estimated by density of the current, determined by the method of suspended half-element. For Fermi energy calculation of various metals Sommerfeld model, in which distribution of electrons by speed is described by Fermi-Dirac statistic was used.

Ключевые слова: сплавы Ni-Ti-V, электрокаталитическая активность, энергия Ферми.

Одной из важных проблем улучшения технико-экономических показателей работы топливных элементов является разработка недорогих и эффективных катализаторов, ускоряющих электрохимические процессы на его электродах.

Целью данной работы было установление взаимосвязи между электрокаталитическими активностями тройных дисперсных сплавов Ni-Ti-V в реакции электровосстановления кислорода и энергиями Ферми металлов, образующих эти сплавы. Нахождение такой взаимосвязи, подтвержденной экспериментальными данными, позволит заранее предполагать наилучшие комбинации из неблагородных металлов в тройных сплавах, используемых в качестве катализаторов электрохимических процессов.

Сплавы Ni-Ti-V были получены по методике [1]. Введение титана в тройной сплав упрочняет кристаллическую решетку никеля: энергия химической связи титана в его кристаллической решетке больше, чем энергия химической связи никеля в кристаллической решетки никеля [2]. Никель имеет гранецентрированную кубическую (ГЦК), титан – гексагональную (ГЕК), а ванадий – объёмноцентрированную кубическую (ОЦК) кристаллическую решетку. Вследствие этого ванадий и титан в сплавах с никелем искажают кристаллическую структуру никеля, увеличивают адсорбционную способность поверхности сплавов, что должно благоприятствовать росту их каталитической активности. Известно, что титан образует твердые растворы на основе никеля в небольших пределах концентраций: до 0,095 мольных %, а ванадий – в гораздо большем интервале концентраций: до 0,42 мольных % [3]. Поэтому в исследуемых сплавах, содержание титана было небольшим (6 масс. %), а содержание ванадия варьировали от 5 до 40 масс. %. Это позволило выявить влияние содержания ванадия на электрокаталитическую активность тройных сплавов и определить его оптимальное содержание.

Сплавы никель-титан-ванадий, используемые в качестве катализаторов электровосстановления кислорода, были исследованы методом суспензионного кислородного полуэлемента [4]. Опыты проводили в электрохимической ячейке в растворе гидроксида калия с концентрацией 0,1 моль/дм^3 при барботаже кислорода. Объем раствора в ячейке был равен 0,07 дм^3, масса катализатора – 1г. Катализатор перемешивали на магнитной мешалке. Рабочим электродом служила платиновая пластинка площадью 1 см^2, электродом сравнения – окисно-ртутный электрод в том же растворе. Ток поляризации подавали от источника постоянного тока ЛИПС-1, вольтамперные характеристики снимали при катодной поляризации системы на 0,03В.

По величине плотности тока, переносимого суспензией, образованной дисперсным сплавом и раствором гидроксида калия, оценивали электрокаталитическую активность этих сплавов. Сплав с содержанием ванадия, с его массовой долей равной 10 %, имеет наибольшую электрокаталитическую активность (табл. 1).

Таблица 1 – Зависимость электрокаталитической активности сплавов никель-титан-ванадий от содержания ванадия

№ сплава	1	2	3	4	5	6
Содержание ванадия в сплаве, масс. %	5	10	15	20	30	40
Активность на 1 г сплава, $A \cdot 10^6$	205	300	240	210	150	95

В работе [5] показано, что электроны, находящиеся на поверхности Ферми, определяют большинство свойств металлов.

Как известно [5], энергия Ферми (ε_F) – это энергия, отделяющая занятые электронами энергетические состояния от свободных, при температуре, равной 0 по шкале Кельвина. Электронов, находящихся на поверхности Ферми очень мало: в единице объёма их $n_{эф} \approx n \cdot T/T_{кв} \ll n$, где n – плотность электронов; $n_{эф}$ – плотность свободных электронов; T – температура; $T_{кв}$ – температура, ниже которой существуют вырожденные газы, т.е. в этой области температур они описываются квантовыми законами. Для вырожденных газов, например, фермионов (к ним относятся, в частности электроны) и бозонов (фотоны и др.) $T_{кв} = 10^5$. Это означает, что в обычных условиях при комнатной температуре электроны подчиняются не классическим, а квантовым законам. Электроны, расположенные на поверхности Ферми, обладают энергией, равной ε_F.

Для расчета ε_F и скорости электронов (v_F) на поверхности Ферми различных металлов использовалась модель Зоммерфельда, в которой распределение электронов по скорости описывается статистикой Ферми-Дирака [6]. Согласно этой модели:

$$\varepsilon_F = \frac{\hbar^2 k_F^2}{2m} = \frac{50{,}1 эв}{(r_s / a_o)^2}$$

где k_F – волновой вектор Ферми (сфера с радиусом k_F, содержащая заполненные одноэлектронные уровни); $\hbar = \frac{h}{2\pi}, h$ – постоянная Планка; r_s – радиус сферы, объём которой равен объёму, приходящемуся на один электрон проводимости (мера плотности электронов); m и e – масса и заряд электрона; $a_o = \hbar^2 / me^2 = 0{,}529 \cdot 10^{-8}$ см – радиус атома водорода в основном состоянии, который используется в качестве масштаба при измерении атомных расстояний: r_s / a_o.

В соответствии с этой моделью r_s вычисляют по формуле:

$$r_s = (\frac{3}{4\pi n})^{1/3}$$

где n – плотность электронов проводимости (число электронов на 1 $см^3$), которая равна: $n = 0{,}6022 \cdot 10^{24} \frac{Z\rho_m}{A}$, A – относительная атомная масса металла, Z - число электронов на внешнем уровне металла, ρ_m – массовая плотность металла ($г/см^3$).

Скорость электронов на поверхности Ферми определяется формулой:

$$v_F = \frac{p_F}{m} = \frac{\hbar k_F}{m} = \frac{4{,}20}{r_s / a_o} \cdot 10^8 \; см/с$$

где $p_F = \hbar k_F$ – импульс электронов, находящихся на одноэлектронных уровнях с наиболее высокой энергией, называемый импульсом Ферми.

Результаты расчёта плотности электронов проводимости, радиуса сферы Ферми, энергии Ферми и скорости Ферми для Ni, Ti и V представлены в табл.2.

Как видно из табл.2, ванадий обладает меньшими значениями энергии Ферми и скорости Ферми по сравнению с никелем. Никель и титан отличаются от ванадия по ряду физических характеристик: тип кристаллической решетки, параметр кристаллической решетки «а», энергия ионизации, атомный радиус, электроотрицательность, энергия кристаллической решетки, работа выхода электрона (табл. 3).

Таблица 2 – Плотности электронов проводимости, радиусы сферы Ферми, энергии Ферми, скорости Ферми электронов в кристаллических решётках V, Ti и Ni

Металл	$n \cdot 10^{22}\, см^{-3}$	$r_s \cdot 10^8\, см$	r_s / a_o	$\varepsilon_F, эВ$	$v_F \cdot 10^8\, см/с$
V	14,09	1,19	2,25	9,87	1,86
Ti	11,33	1,28	2,42	8,53	1,73
Ni	18,28	1,09	2,06	11,74	2,03

Таблица 3 – Некоторые физические характеристики компонентов сплава Ni-Ti-V [2,7,8]

Металл	Тип кристаллической решетки	Параметр решетки а, нм	Атомный радиус, нм	Энергия ионизации эВ	Электроотрицательность по Полингу	Энергия решетки кДж/моль	Работа выхода эВ
Ni	ГЦК	0,352	0,124	7,637	1,8	360	4,50
Ti	ГЕК	0,295	0,146	6,82	1,5	469	3,95
V	ОЦК	0,303	0,131	6,74	1,6	501	4,12

Такое различие ванадия и никеля объясняет, почему при введении ванадия в кристалл никеля постепенно меняется его структура, возникают в ней искажения. Этому также способствует присутствие титана в сплаве. Поверхности Ферми ванадия и титана отличаются от поверхности Ферми никеля [6]. Введение ванадия и титана в тройную систему благоприятствует увеличению доли более медленных электронов на поверхности Ферми, обладающих более низкой энергией Ферми. Это положительно сказывается на электрокаталитической активности сплавов. Но значительное увеличение содержания ванадия при этом разрушающе деформирует структуру тройной системы, как и в случае с титаном. Вследствие этого максимум электрокаталитической активности сплавов Ni-Ti-V должен соответствовать невысокой концентрации ванадия, что хорошо согласуется с экспериментальными данными.

Литература

1. А.с. СССР № 1769655 МКИ Н 01 4/90 Катализатор кислородного электрода топливного элемента / Софронков А.Н., Первий Э.Н., Андреянов А.Д. Заявл. 05.07.90. Опубл. 15.06.92.
2. Соколовская Е.М. Общая химия. – М: Изд-во Моск. ун-та, 1989. – 640 с.
3. Барабаш О.М., Коваль Ю.Н. Структура и свойства металлов и сплавов. Справочник. – К: Наукова думка, 1986. – 598 с.
4. Легенченко И.А., Первий Э.Н., Семизорова Н.Ф. Исследование ионизации водорода методом суспензионного полуэлемента // Электрохимия. - 1975. – 11, вып.6. – С.929 – 933.
5. Каганов М.И. Электроны на поверхности Ферми // Природа.- 1981. - №8 – С.20- 31.
6. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. – М: Мир, 1979. – Т.1 – 399 с.
7. Физические величины: Справочник/ А.П.Бабичев, Н.А.Бабушкина, А.М.Братковский и др.; Под ред.
8. И.С.Григорьева, Е.З.Мейлихова. – М.; Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.
   Краткий справочник по химии / И.Т. Гороновский, Ю.П. Назаренко,Е.Ф.Некряч – Киев: Наукова Думка, 1987. – 829 с

УДК 621.01:621.83

СИНТЕЗ ДВУХКОЛЕСНОГО ЗУБЧАТО-РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА ПО ВЕЛИЧИНЕ ОБРАТНОГО ХОДА ВЫХОДНОГО ЗВЕНА

Амбарцумянц Р.В., д-р техн. наук, професор, Тутаев С.В.
Одесская национальная академия пищевых технологий

Решена задача геометрического синтеза динамически уравновешенного двухколесного зубчато-рычажного механизма с заданным обратным ходом выходного кривошипа с использованием алгебры действительной переменной. Приведен числовой пример.

The problem of geometrical synthesis dynamically-balanced two-geared linkages by value of countermove angle with use of valid variable algebra is solved. The numerical example is adduced.

Ключевые слова: зубчато-рычажный механизм, синтез, смеситель.

Перемешивание сыпучих и жидких материалов является одним из наиболее распространенных процессов в пищевой, химической, фармацевтической и других отраслях промышленности.

Аппараты с перемешивающими устройствами широко используют для проведения таких процессов как выпаривание, кристаллизация, абсорбция, экстракция и др. Производительность этих машин зависит от интенсивности процесса перемешивания. Интенсификация процесса перемешивания позволяет повысить производительность установленного оборудования или снизить габаритные размеры при неизменной производительности.

Как правило, в смесителях рабочий орган совершает вращательное движение с постоянной скоростью. В таких смесителях (кроме турбинных закрытого типа) велика окружная составляющая скорости потоков материала. Продукт перемещается в направлении вращения рабочего органа.

Для повышения интенсивности перемешивания предлагаются различные конструкции рабочих органов, а также использование двух рабочих органов, создающих перекрестные потоки. Также повышения интенсивности процесса можно добиться путем повышения скоростей рабочих органов, однако, это не всегда возможно.

Одним из эффективных и наиболее простых методов повышения интенсивности смешивания и, следовательно, производительности машин, на наш взгляд является выбор закона движения рабочего органа.

Если предположить, что рабочий орган вращается неравномерно, и, кроме того, совершает обратный ход на некоторый заданный угол, то в момент обратного хода мы будем наблюдать возникновение встречных потоков материала. Это приведет к резкому возрастанию интенсивности перемешивания.

В работе [1] была решена задача определения величины обратного хода динамически уравновешенного двухколесного зубчато-рычажного механизма. В настоящей работе ставится задача по геометрическому синтезу динамически уравновешенного двухколесного зубчато-рычажного механизма по заданному значению обратного хода выходного звена, совершающего полный поворот.

В работе [1] установлено, что длины шатуна и выходного звена не влияют на величину обратного хода последнего. На величину обратного хода выходного звена влияет лишь часть удлиненной эпициклоиды, образующая петлю. На основании этого доказательства нами предлагается способ синтеза двухколесного зубчато-рычажного механизма с заданным значением обратного хода выходного звена.

На рис. 1 представлена часть удлиненной эпициклоиды, называемая “петлей”, и описываемая некоторой точкой B сателлита 2 двухколесного зубчато-рычажного механизма.

Совместим начало прямоугольной системы координат с центром вращения O водила, а ось x направим через точку взаимного пересечения удлиненной эпициклоиды.

Уравнение эпициклоиды в выбранной системе координат имеет вид [2]

$$x = (r_1 + r_2)\cos\varphi_H - a\cos(\frac{r_1 + r_2}{r_2}\varphi_H), \quad (1)$$

$$y = (r_1 + r_2)\sin\varphi_H - a\sin(\frac{r_1 + r_2}{r_2}\varphi_H), \quad (2)$$

где r_1, r_2 — радиусы начальных окружностей зубчатых колес 1 и 2;

φ_H — угол поворота водила H;

a — длина звена AB, жестко закрепленного с сателлитом 2.

Для получения петли необходимо выполнение неравенства $a > r_2$.

В работе [1] было установлено, что угол между двумя касательными, проведенными через начало координат к петле является углом обратного хода выходного звена. Поскольку "петля" симметрична относительно оси x достаточно определить координаты одной из точек касания, например $B_1(x_{B1},y_{B1})$. Для симметричной точки B_2 соответственно имеем $x_{B2}= x_{B1}$, $y_{B2}= - y_{B1}$.

При известном значении передаточного отношения i_{12} между колесами 1 и 2 угол обратного хода зависит только от величины a. Отметим, что заданное передаточное отношение определяет, сколько обратных ходов требуется получить в течение одного оборота ведомого звена. Если $i_{12}<1$, то число обратных ходов будет равно $1/i_{12}= i_{12}$, если же $i_{12}>1$, то обратный ход будет наблюдаться за $1/i_{12}$ оборотов входного звена механизма, т.е. водила. Поскольку характер траектории точки В от абсолютных размеров механизма не зависит, то принимаем длину водила l_{OA}=1. Тогда относительные значения радиусов колес 1 и 2 определятся выражениями:

$$r_1 = \frac{1}{i_{12}+1};\ r_2 = \frac{i_{12}}{i_{12}+1}. \tag{3}$$

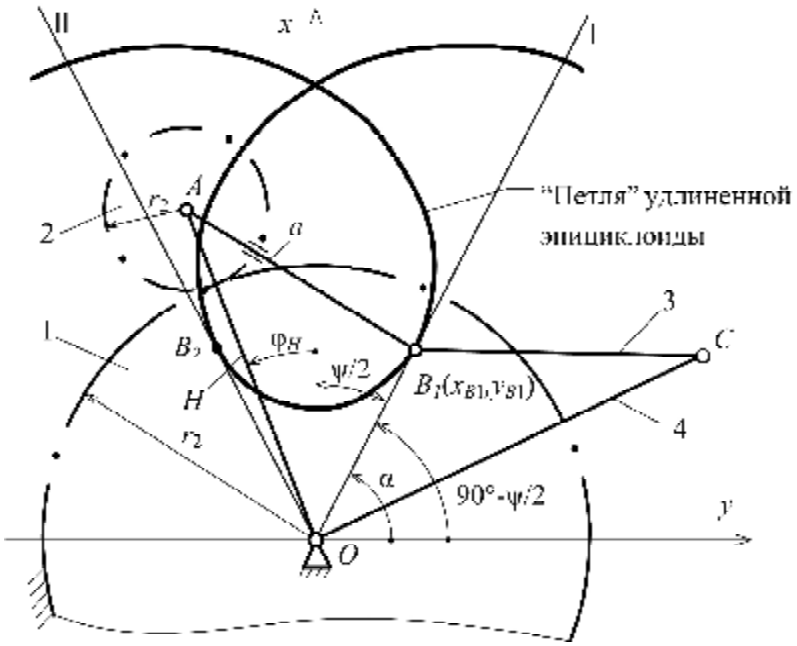


Рис. 1 − Расчетная схема для синтеза зубчато-рычажного механизма по величине обратного хода выходного звена

Принимая во внимание зависимости (3), уравнения (1) и (2) примут вид

$$x = \cos\varphi_H - \lambda\cos\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\varphi_H\right], \tag{4}$$

$$y = \sin\varphi_H - \lambda\sin\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\varphi_H\right], \tag{5}$$

где $\lambda = a / l_{OA}$ — относительная длина звена AB.

Предположим, длина λ нами найдена и построена часть удлиненной эпициклоиды – петля (см. рис. 1). Из точки O проводим к петле касательные I и II. Обозначим координаты точки касания прямой I с петлей через $x_B \equiv x_{B1}$, $y_B \equiv y_{B1}$. Тогда уравнение прямой OI, проходящей через точки $B(x_{B1},y_{B1})$ OI имеет вид

$$y_{B1}=k\,x_{B1}, \tag{6}$$

где $k = \operatorname{tg}\frac{\psi}{2}$ — коэффициент пропорциональности.

Поскольку прямая *O*I является касательной к эпициклоиде, то для коэффициента пропорциональности запишем

$$k = \frac{y'_B}{x'_B},$$

где x'_B, y'_B — производные функций (1) и (2) по переменной φ_H.

Имеем:

$$k = \frac{\cos\alpha - \lambda\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\cos\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right]}{-\sin\alpha + \lambda\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\sin\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right]} \tag{7}$$

или

$$k\lambda\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\sin\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right] - k\sin\alpha = \cos\alpha - \lambda\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\cos\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right],$$

где α — угол поворота водила, при повороте на который точка B совпадает с точкой касания петли и прямой *O*I.

С учетом (1) и (2) на основании (6) запишем

$$\sin\alpha - \lambda\sin\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right] = k\cos\alpha - k\lambda\cos\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right]. \tag{8}$$

В уравнениях (7) и (8) всего 2 неизвестных α и λ. Задача сводится к решению системы уравнений

$$\begin{cases} k\lambda\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\sin\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right] - k\sin\alpha = \cos\alpha - \lambda\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\cos\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right] \\ \sin\alpha - \lambda\sin\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right] = k\cos\alpha - k\lambda\cos\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right] \end{cases}. \tag{9}$$

Из первого уравнения системы (9) имеем

$$k\lambda\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\sin\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right] + \lambda\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\cos\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right] = \cos\alpha + k\sin\alpha$$

или

$$\lambda = \frac{\cos\alpha + k\sin\alpha}{k\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\sin\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right] + \left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\cos\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right]}. \tag{10}$$

Из второго уравнения получим

$$k\lambda\cos\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right] - \lambda\sin\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right] = k\cos\alpha - \sin\alpha$$

или

$$\lambda = \frac{k\cos\alpha - \sin\alpha}{k\cos\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right] - \sin\left[\left(\frac{1+i_{12}}{i_{12}}\right)\alpha\right]}. \tag{11}$$

На основе (10) и (11), обозначив $\gamma=(1+i_{12})/i_{12}$, получим

$$\lambda = \frac{\cos\alpha + k\sin\alpha}{k\gamma\sin(\gamma\alpha) + \gamma\cos(\gamma\alpha)} = \frac{k\cos\alpha - \sin\alpha}{k\cos(\gamma\alpha) - \sin(\gamma\alpha)}. \quad (12)$$

Преобразовав последнее выражение, получим

$$(\cos\alpha + k\sin\alpha)(k\cos(\gamma\alpha) - \sin(\gamma\alpha)) = (k\cos\alpha - \sin\alpha)(k\gamma\sin(\gamma\alpha) + \gamma\cos(\gamma\alpha)). \quad (13)$$

Левую и правую части уравнения (13) представим в виде двух функций

$$y_1 = (\cos\alpha + k\sin\alpha)(k\cos(\gamma\alpha) - \sin(\gamma\alpha));$$

$$y_2 = (k\cos\alpha - \sin\alpha)(k\gamma\sin(\gamma\alpha) + \gamma\cos(\gamma\alpha)).$$

Значение α, при котором $y_1=y_2$ является решением данного уравнения. Для нахождения всех корней данной системы строим графики $y_1=y_1(\alpha)$ и $y_2=y_2(\alpha)$ (рис. 2). Точки пересечения этих графиков соответствуют грубым значениям искомых корней. Более точные значения можно определить последовательным приближением.

После нахождения угла α при помощи выражений (10) и (11) становится возможным определить величину λ.

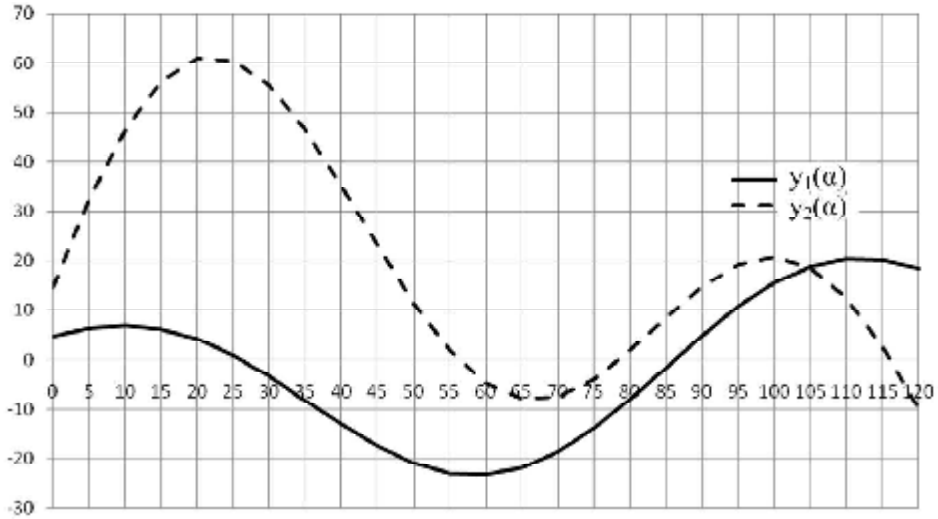


Рис. 2 – Графики функций $y_1=y_1(\alpha)$ и $y_2=y_2(\alpha)$

Пример

Определить параметры двухколесного ЗРМ, если величина обратного хода ведомого кривошипа составляет ψ=23°, обратный ход выполняется два раза за один оборот ведомого звена.

Начальными условиями для синтеза было задано передаточное отношение i_{12}= 0,5, длина водила l_{OA}=150 мм, а также коэффициент k = tg(ψ/2) = tg11,5°.

Находим α=105°, получаем согласно (12) λ=0,54, или $a = \lambda \cdot l_{OA}$ = 0,54·150 = 81 мм.

Заключение. Решена задача геометрического синтеза динамически уравновешенного двухколесного зубчато-рычажного механизма с заданным обратным ходом выходного кривошипа с использованием алгебры действительной переменной, что позволяет не только интенсифицировать процесс смешивания за счет геометрии механизма, но и существенно повысить рабочие скорости и производительность.

Литература

1. Амбарцумянц, Р.В., Тутаев, С.В. К определению обратного хода зубчато-рычажного механизма / Р.В. Амбарцумянц, С.В. Тутаев, // Вестник ОНПУ. – 2008. – Вып. 1(29). – С. 40 – 44.
2. Артоболевский, И.И. Синтез плоских механизмов / И.И. Артоболевский, Н.И. Левитский, С.А. Черкудинов. – М.: Физматгиз, 1959. – 1084 с.

УДК 621.941.1

ОБРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ MATLAB ПРИ ПОШУКУ ЕФЕКТИВНИХ МАСТИЛ

Ліщенко Н.В., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Описано методологію комп'ютерної обробки великої кількості експериментальних даних на прикладі пошуку ефективних мастильно-охолодних технологічних засобів (МОТЗ).

A large number of experimental data computer processing methodologies on the example of finding effective metal-working lubricants are described.

Ключові слова: корисний крутильний момент і осьова сила різання, квадратурні струми приводів верстата, перетворення математичної моделі, тренд зміни сигналів.

Актуальним напрямком у сучасній технології машинобудування є застосування комп'ютерних автоматизованих систем наукових досліджень, заснованих на автоматизації збору вимірювальних даних і їхній автоматичній обробці [1]. Це викликано необхідністю обробки великої кількості експериментальних даних (у розглянутому випадку порядку 26×10^6 вимірів). Для створення таких систем потрібні відповідні комп'ютерні технології обробки даних й інструментальні комп'ютерні засоби для їхньої реалізації. Нижче дається опис розробленої методології комп'ютерної обробки експериментальних даних, що дозволяє автоматизувати технологічні дослідження, пов'язані з обробкою великої кількості (порядку 10^8) первинних багатоканальных вимірів.

У ході експериментів визначали корисний крутильний момент на шпинделі (свердлі) і корисну осьову силу різання з частотою виміру 200 Гц. При цьому для кожного із зазначених параметрів корисний сигнал (S_n) визначали за формулою

$$S_n = S_\Sigma - S_{xx} , \qquad (1)$$

де S_Σ, S_{xx} – сигнали, що характеризують сумарну величину параметра і рівень його неробочого ходу, відповідно.

Як сигнали, що характеризують крутильний момент (M_Σ) і осьову силу (P_Σ) різання, використовували квадратурні струми відповідних приводів верстата: привід головного руху і привід вертикальної подачі. Ці квадратурні струми використовуються в зазначених приводах для прецизійного автоматичного регулювання частоти обертання відповідних асинхронних електродвигунів. У системі ЧПУ "Flex NC" (ТОВ "Станкоцентр", м. Москва) ці сигнали зроблені доступними для виміру з метою контролю і діагностики технологічної системи механічної обробки. При роботі верстата автоматично формуються первинні файли, що містять вимірювальну інформацію у форматі *ppl*.

Для того щоб обробити велику кількість експериментальних даних, зручно застосувати пакет MATLAB – середовище і мову програмування для комп'ютерної обробки даних [2]. Це викликано тим, що можливості стандартного файлу додатка Excel обмежені числом вимірів (число рядків таблиці Excel), яке не перевищує 65536, і можливістю побудови графіка за результатами перших 32000 вимірів.

У середовищі MATLAB створюють *m*-файл, що дозволяє з інформації, яка міститься в первинному файлі, виділити тренд зміни корисного крутильного моменту на шпинделі і корисної осьової сили різання впродовж роботи свердла відповідно до формули (1). Таким чином, можна простежити зміну цих сигналів у межах часу обробки визначеної кількості отворів, наприклад 30-ти отворів.

Записаний у процесі свердління файл *ppl* має як низькочастотну, так і високочастотну складову. Тому, при аналізі даних роблять їхню фільтрацію, усуваючи високочастотну складову. Для реалізації алгоритму фільтрації зроблено розрахунок, наприклад за 100 попередніх і 100 наступних значень сигналів. При цьому кількість точок, що відповідає свердлінню, наприклад 30-ти отворів, скорочується в 100 разів (від 100 000 до 1000 точок).

Фільтрацію сигналу проводили з використанням формули

$$y_p = \frac{\sum_{i=(100(p-1))+1}^{100p+100} B_i}{200} , \qquad (2)$$

де B_i – поточна величина сигналу;

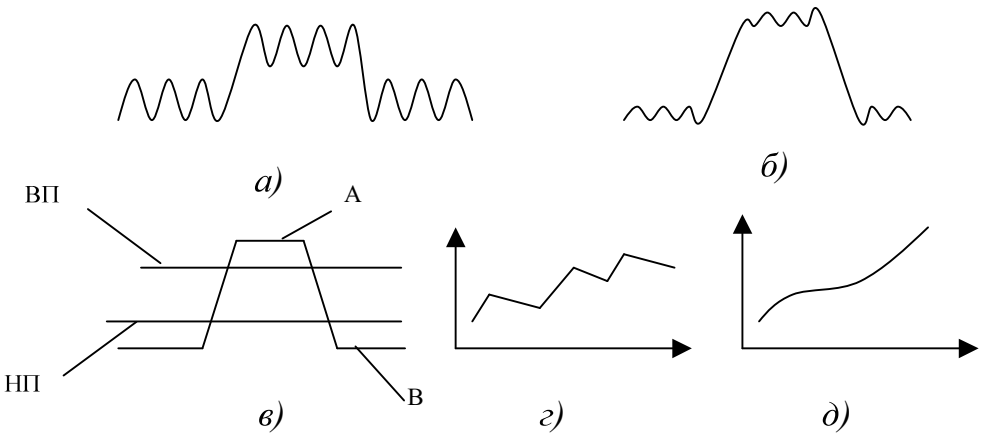
p – порядковий номер усереднених значень сигналу;

y_p – значення p -ого усередненого значення сигналу.

Побудову і перетворення математичної моделі вимірюваних сигналів можна пояснити схемою на рис. 1.

Первинний сигнал (рис. 1 *а*) перетворюють, застосовуючи до нього метод "ковзне усереднення", відповідно до формули (2). Це дозволяє скоротити обсяг вимірювальної інформації шляхом її усереднення, зберігаючи при цьому внесок усіх первинних даних у математичну модель сигналу (вторинні дані), показаного на рис. 1 *б*.

Відповідно до алгоритму вводять чисельні значення верхнього і нижнього порогів сигналу (ВП і НП на рис.1 *в*), що характеризують два стани технологічної системи: різання і неробочий хід. Якщо поточний рівень сигналу перевищує ВП, то його на цій ділянці (ділянці перевищення) усереднюють за алгоритмом "середнє арифметичне". Якщо поточний рівень сигналу нижчий, ніж НП, то його так само усереднюють за зазначеним алгоритмом на відповідній ділянці (ділянці зниження). У результаті формується чергова математична модель сумарного сигналу (рис. 1 *в*).



ВП, НП – верхній і нижній пороги сигналу; А, В – усереднені значення сигналу при різанні і неробочому ході; а, б, в, г, д – форми сигналів на різних етапах його перетворення

Рис. 1 – Схема перетворення математичної моделі вимірюваних сигналів

Для виділення корисного сигналу (корисного крутильного моменту і корисної осьової сили різання) за формулою (1) знаходять різницю між середніми його значеннями (рівні А і В на рис. 1 *в*). Цю різницю знаходять двічі: на фронті і зрізі сигналу, відповідно. Наприклад, 30-ти просвердленим отворам буде відповідати 60 точок, що характеризують корисний сигнал (крива 5 на рис. 2).

Відповідно до моделі формування різниці рівнів сигналу формують масив вимірювальної інформації, що характеризує зміну корисного сигналу під час роботи верстата (рис. 1 *г)*. Заключним етапом моделювання сигналу є виділення відповідного тренда, що характеризує роботу свердла в часі. Це може бути лінійна чи поліноміальна (рис. 1 *д*) апроксимація цього сигналу.

Програма працює таким чином. Після завантаження m-файлу в середовищі MatLab відкривається користувальницьке вікно (рис. 2), у якому доступною є тільки кнопка "Завантажити дані". При натисканні цієї кнопки відбувається відкриття діалогового вікна для вибору файлу з даними. Після вибору конкретного файлу і натискання клавіші "відкрити" у користувальницькому вікні (перше поле) виконується побудова графіка даних цього файлу і становлення властивості "доступність" для кнопок "Фільтрація", "Видалити дані", "Визначення границь", "Побудувати модель". Після натискання кнопки "Фільтрація" з'являється діалогове вікно "Фільтрація", що дозволяє задавати ширину вікна для алгоритму фільтрації "ковзне усереднення". Після введення ширини вікна первинний графік даних (наприклад, крутильного моменту на шпинделі) замінюється графіком даних, отриманих після алгоритму "ковзне усереднення" (крива 1). При натисканні наступної кнопки "Видалити дані" з'являється діалогове вікно, у якому задають інтервал зміни даних, що відповідають грубим викидам, які звичайно розташовуються на початку і в кінці первинного файлу, а отже, і зберігаються після алгоритму "ковзне усереднення". Якщо з першого

разу всі грубі викиди видалити не вийшло, користувач натискає знову кнопку “Видалити дані” і вводить новий інтервал зміни грубих викидів даних.

Далі, при натисканні кнопки “Визначення границь, відповідно до програми йде пошук верхньої і нижньої границі, що проходять через найнижчу точку на інтервалі сталого різання і найвищу точку на інтервалі неробочого ходу, відповідно, при навантаженні інструмента й у режимі його неробочого ходу. Знайдені програмою значення верхньої і нижньої границі відображаються у вільних осередках, розташованих, відповідно, після кнопок “Верхня границя і “Нижня границя”.

При цьому в другому полі для розміщення графіків з'являються накладені одна на одну наступні моделі сигналів: модель сигналу після “ковзного усереднення” (крива 1), модель сигналу (прямокутні імпульси) (крива 2); верхня границя (крива 3) і нижня границя сигналу (крива 4) та проміжні положення лінії формування зазначених границь.

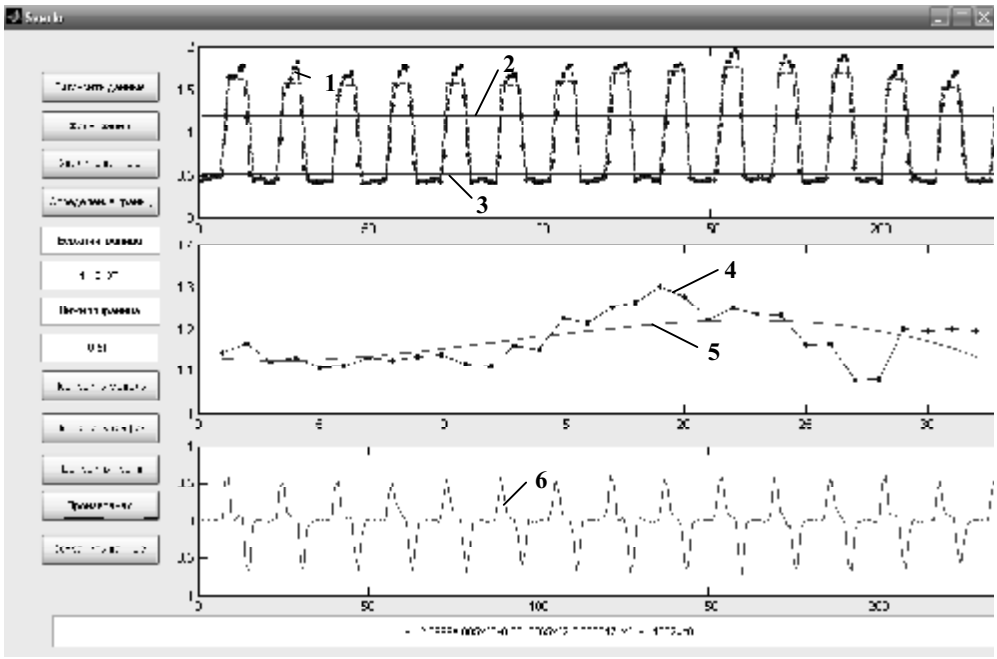
Після натискання кнопки “Побудувати модель” друге поле звільняється, графіки з першого поля зникають, їхнє місце займають графіки з другого поля (криві 1, 2, 3, 4 у першому полі), що не містять проміжних положень лінії формування границь, і установлюється властивість “доступність” для кнопки “Побудувати графік”.

Після натискання кнопки "Побудувати графік" (рис. 2) обчислюється корисний крутильний момент, будується його графік у другому полі (крива 5 на рис. 2 показує зміну цього сигналу за час роботи свердла) і установлюється властивість "доступність" для кнопки "Побудувати тренд".

Після натискання кнопки “Побудувати тренд” (рис. 2) з’являється діалогове вікно для задавання ступеня апроксимуючого полінома. Після задавання ступеня полінома (наприклад, третього) у другому полі будується лінія тренда зміни корисного сигналу, наприклад крутильного моменту різання (крива 6). При цьому в нижній частині вікна з'являється рівняння апроксимуючого полінома і стає доступною кнопка “Похідна”.

Після натискання кнопки “Похідна” виконується операція чисельного диференціювання даних моделі сигналу, отриманого після “ковзного усереднення” (крива 7). Результат диференціювання відображається у третьому полі.

Заключним етапом роботи розглянутої програми є збереження даних. При натисканні кнопки "Зберегти дані" (рис. 2) здійснюється відкриття діалогового вікна для визначення імені файлу і місця, у якому зберігаються дані з розширенням *xls*.



1 – сумарний момент; 2, 3 – лінії верхнього і нижнього порогів, відповідно; 4 – корисний крутильний момент, 5 – його тренд; 6 – похідна сумарного крутильного моменту

Рис. 2 – Математичні моделі і рівні сигналу, що характеризують крутильний момент

Описана комп'ютерна технологія перетворення вимірювальних даних була застосована при порівняльному дослідженні семи видів твердих технологічних мастил на основі стеарину. При свердлінні отворів (глибина свердління 10 мм) на координатно-розточувальному верстаті з ЧПУ "Flex NC" вимірювали і фіксували два сигнали, що характеризують процес свердління: крутильний момент на шпинделі і осьову силу різання. Заготовка: зразок зі сталі 35 (НВ 190...210). Режими свердління: частота обертання свердла n = 2000 об/хв; подача S = 50 мм/хв. Свердла: сталь Р18, діаметр 2,85 мм. Кількість просвердлених отворів із кожним ТТС – 30 і 95 шт.

Для підвищення надійності експериментальних даних кожен дослід повторювали три рази з подальшим усередненням результату. На підставі порівняння різних складів ТТС за узагальненими залежностями (крива 6 на рис. 2) були обрані найбільш ефективні мастила, що істотно знижували корисний крутильний момент і корисну осьову силу різання.

Література

1. Суслов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2002. – 684с.
2. Дьяконов В.П. MATLAB 6/5 SP1/7.0+Simulink 5/6. Основы применения. Серия «Библиотека профессионала». – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 800 с.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ І ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК.657.922

ОЦЕНИВАНИЕ «НОУ-ХАУ» НА ПРИМЕРЕ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Котлик С.В., канд. техн. наук, доцент, Малых Е.С., бакалавр ОНАПТ
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Рассматриваются различные методики оценивания «ноу-хау», применяемые в Украине, России и США. Выполнено оценивание «ноу-хау» с использованием различных методик на примере технологии пищевого производства. Выявлены и уточнены формулы для расчета цены беспатентных лицензий на «ноу-хау».

Different methodologies for evaluation of know-how, which are employed in Ukraine, Russia and USA, are examined. On the example of food production technology, the evaluation of know-how with the use of different methodologies was made. The formulas for calculating the price of not protected by patent licences for know-how were worked out and specified.

Ключевые слова: оценивание, ноу-хау, методика, лицензия.

Введение. Особенностью применения интеллектуальной промышленной собственности (ИПС) в пищевой промышленности является ее использование преимущественно не в виде патентуемых изобретений, а в форме технологических «секретов» производства. Например, в общем количестве патентов, ежегодно выдаваемых в группе промышленно развитых стран мира по всем отраслям промышленности, их количество, приходящееся на пищевое производство составляет около 1 %.

Это явление обусловлено тем обстоятельством, что в производстве пищевых продуктов патентовать новые технологии или уже используемые, но не публикуемые «секреты производства» чисто не рационально, так как патентообладателю невозможно проследить несанкционированное (пиратское) использование запатентованных технологий конкурентами на национальном и внешнем рынке. Исключение составляют технологии, для реализации которых в производстве необходимо специальное оборудование. Поэтому, чтобы реализовать новую или усовершенствованную технологию в виде оцененной ИПС, ее необходимо рассматривать и охранять (предприятию, университету, автору технологии) в виде коммерческой тайны, а реализовывать в форме беспатентной лицензии на «ноу-хау». В буквальном переводе с английского «ноу-хау» (know-how) означает «знать, как». Применительно к промышленности и в том числе пищевой, «ноу-хау» - это конфиденциальные (не публикуемые) знания в виде результатов НИР, ОКР, опыта производства конкурентоспособных товаров, например, пищевых продуктов. Эти знания не имеют государственных охранных документов (патенты, свидетельства) и могут иметь коммерческую ценность в случае сохранения режима секретности как со стороны продавца лицензии (лицензиара) так и ее получателя (лицензиата) [1].

Методики оценивания «ноу-хау» в Украине находятся в стадии научного поиска. В работе [2] определение стоимости прав при использовании результатов НИР, которое можно рассматривать как «ноу-хау», предлагается рассчитывать по данным прибыли от ее использования и коэффициента значимости НИР. В работе [1] стоимость прав при использовании лицензиатом «ноу-хау», предлагается определять с учетом объема производства продукта, его цены, периода лицензионного соглашения, объема затрат на освоение «ноу-хау» на предприятии, ставки роялти и коэффициентов коммерческого риска. В работе [3] расчет стоимости «ноу-хау» выполнен с учетом экономии материалов и трудозатрат при производстве изделия, а так же фактора текущей стоимости.

В России [4] стоимость «ноу-хау» рекомендуется определять методом капитализации дополнительного дохода.

В США [5] расчет стоимости «ноу-хау» проводят «методом выигрыша в стоимости» или «методом преимущества в прибыли» с использованием фактора изменения текущей стоимости через дисконтированный денежный поток.

Согласно требований Национального стандарта №4 «Оценка имущественных прав интеллектуальной собственности», принятого в конце 2007 г., при оценивании любых видов ИПС могут использоваться три методических подхода: доходный, сравнительный и затратный [6]. При этом может применяться метод не прямой капитализации (дисконтирования денежного потока), метод преимущества в прибыли либо

метод роялти. В случае выполнения независимого оценивания ИПС сертифицированным оценщиком, необходимо применять несколько методик и сопоставлять получаемые результаты.

Таким образом, апробирование отечественных и иностранных методик применительно к требованиям Национального стандарта при оценивании «ноу-хау» является весьма актуальной.

Анализ предыдущих исследований. В большинстве случаев оценивание прав на использование «ноу-хау» в форме беспатентной лицензии проводилось по какой-либо одной методике и на примере машинотехнических объектов [1, 2, 3, 4, 5]. В работе [4] с использованием требований стандарта и двух методик (доходного подхода и выигрыша стоимости) выполнено оценивание патентной лицензии на изобретение. В просмотренной нами экономической литературе не выявлено примеров проведения оценивания технологий пищевых производств согласно требований Национального стандарта № 4 и по нескольким методикам.

Цель работы. Проведение оценивания беспатентной лицензии на «ноу-хау» применительно к технологии пищевой технологии с использованием различных методологических подходов.

Материал и результаты исследования. Для проведения оценивания «ноу-хау», например, сертификационным оценщиком, необходимо предоставить документы, подтверждающие права владельца на его коммерциализацию. Например, авторский договор между разработчиками НИОКР и предприятием (университетом, академией, НИИ и др.) на передачу ему прав на использование «ноу-хау», полученного в результате исследований. Затем «Заказчиком» оценивания предъявляется: полная техническая информация по «ноу-хау»; характеристика товара, например пищевого продукта получаемого с использованием «ноу-хау»; источника получения дохода (прибыли) от использования «ноу-хау»; данные о цене продукта до и после применения «ноу-хау»; текущий и ожидаемый объем продаж продукта на период действия лицензии; производственные затраты на освоение «ноу-хау» у лицензиата; бизнес-план предприятия по выпуску продукта на пятилетний период; данные маркетинга рынка, например в Украине.

В ходе проведения оценочных работ может быть выявлена потребность в предоставлении дополнительных документов и сведений по коммерческому использованию «ноу-хау».

Примеры оценивания.

Предприятие владеет «ноу-хау» по новому производству продуктов в виде рыбных консервов. Его технологическое «ноу-хау» заключается в повышении вкусовых качеств продукта за счет изменения его рецептуры и снижении энергоемкости технологии посредством оптимизации термовременных параметров процесса приготовления консервов.

1. Идентификация «ноу-хау».

Право собственности на «ноу-хау» подтверждается договором между предприятием и автором новой технологии. В соответствии с договором владельцем «ноу-хау» является предприятие в соответствии с которым автор имеет право на получение дохода от продаж его технологии в объеме 25 % от цены беспатентной лицензии.

2. Резюме коммерческой информации и конъюнктуры

рынка рыбных консервов.

Рыбные консервы на предприятии на период проведения оценивания прав на ИПС в виде «ноу-хау» изготавливались в объеме 60 тыс. банок в год при оптовой цене 10 грн. за одну банку. За счет повышения вкусовых качеств продукта в сравнении с аналогами, представленными на рынке, покупатель лицензии ожидает расширения объема продаж (табл.1). Оптимизация термовременных параметров приготовления консервов позволяет снизить энергоемкость процесса и получить экономию в сумме 0,5 грн. на каждой банке консервов.

Таблица 1 – Показатели прогнозируемого производства рыбных консервов на период 2003-2007 гг

Год	2003	2004	2005	2006	2007
Объем выпуска, шт	60000	63000	66000	69000	72000

Таким образом, среднегодовой выпуск (Vc) консервов за 5 лет составит Vc =330000/5=66000 шт.

Данные конъюнктурного исследования показали, что коэффициент коммерческого риска Кк на выбранном сегменте рынка средний, поэтому его можно применять на уровне 0,35 [1]. Дополнительные расходы на освоение новой технологии у покупателя лицензии (лицензиата), включая ее стоимость, составят 160000 грн. Для рыбных консервов, которые относятся к продовольственным товарам спроса с

ограниченным сроком использования, стандартная ставка роялти (R) может быть принята на уровне 1,5 %. Срок лицензионного соглашения (Т) – 5 лет, ставка дисконта – 8 %.

3. Расчет стоимости беспатентной лицензии на «ноу-хау».

3.1. Определение стоимости прав на «ноу-хау», как на использование результатов НИР.

Расчет стоимости проводим по методике работы [2]. По формуле 1 находим цену лицензиара.

$$Sн = ПКзн \quad (1)$$

где Sн – стоимость прав на использование НИР, грн.; П- годовая прибыль, грн.; Кзн – коэффициент значимости НИР, зависящий от ее характера и направленности.

В рассматриваемом случае годовая прибыль от использования «ноу-хау» составляет

$$П = VcC_1 \quad (2)$$

где C_1 – экономия от снижения энергозатрат, грн.

При Vc = 66000 шт и C_1 = 0,5 грн. по формуле 2 находим

П = 66000х0,5=33000 грн.

НИР была направлена на решение конкретной технологической задачи (повышение качества продукта и снижение энергоемкости процесса), поэтому значение Кзн можно принять на уровне 0,85 [2].

По формуле 1 находим

Sн = 33000х0,85=28050 грн.

3.2. Определение стоимости беспатентной лицензии со стороны лицензиата с учетом затрат на освоение и стандартной ставки роялти.

Стоимость беспатентной лицензии со стороны лицензиата определяется по формуле 3 [1].

$$Цл = [Vc\ Цп(1-Кк)Т-Зо]R \quad (3)$$

где Цл – цена лицензии, грн.; Цп – цена единицы продукции, грн.; Кк – коэффициент коммерческого риска на определенном сегменте рынка, ед.; Зо – сумма затрат на освоение «ноу-хау» в производстве лицензиата (цена лицензии, производственные затраты, затраты на маркетинг и рекламу и др.).

При Vc = 66000 шт., Цп = 10грн., Кк = 0,35, Т = 5 лет, Зо = 160000 грн. и R = 1,5 % по формуле 3 находим

Цл = [66000х10х(1-0,35)х5-160000]х1,5/100 = 29775 грн

3.3. Определение текущей стоимости «ноу-хау» по методу «капитализации дохода».

Указанная методика используется в России. Оценивание стоимости проводится по формуле 4.

$$PVкап = CFз/Кз \quad (4)$$

где PVкап – текущая стоимость объекта оценки; CFз – денежный поток среднегодового дохода; Кз – коэффициент капитализации, ед.

При средней ставке в Украине по валютным долгосрочным депозитам на уровне 8 %, значение Кз = 0,08. Дополнительный среднегодовой денежный поток роялти в нашем случае состави

$$CFз = Цл/Т \quad (5)$$

CFз = 19850/5 = 3970 грн

В этом случае текущую рыночную стоимость объекта оценки находим по формуле 4.

PVкап = 3970/0,09 = 49625 грн.

3.4. Определение стоимости «ноу-хау» по методу преимущества в прибыли и фактора текущей стоимости.

Этот метод применяется в США [5]. Стоимость «ноу-хау» определяется по формуле

$$Сн = ПгФтс \quad (6)$$

где Сн – стоимость «ноу-хау»; Пг – годовое преимущество в прибыли; Ктс – коэффициент фактора текущей стоимости, ед.

В рассматриваемом нами примере годовое преимущество в прибыли состави

$$Пг = VcC_1 \quad (7)$$

Пг = 66000х0,5 = 33000 грн.

Значение коэффициента фактора текущей стоимости при Т = 5 лет и ставке 15 %, определенного по таблице из работы [5] составило Фтс = 3,784.

По формуле 6 находим Сн = 33000х3,784 = 124872 грн.

Проведенные расчеты показывают значительный разброс данных при оценивании «ноу-хау» с использованием различных методологических подходах. По нашему мнению, при оценивании беспатентной лицензии на «ноу-хау» следует использовать следующую формулу

$$Цл = Пг\ (1+J)^T \quad (8)$$

где J – ставка дисконтирования, ед.; Пг – годовое преимущество в прибыли, грн.; Т – период действия лицензии, год.

Таким образом, для рассматриваемого случая при Пг = 33000 грн., J = 0,08 (при средней ставке 8 % по долгосрочным депозитам в Украине на период 2010 г.) и Т = 5 лет по формуле 8 находим цену (Цл) беспатентной лицензии на технологическое «ноу-хау».

Цл = 33000х$(1 + 0,08)^5$ = 48488 грн.

При оценивании различных видов ИПС в промышленно развитых странах в первую очередь используют доходный подход (преимущество в прибыли), во вторую – рыночный (расчет по ставкам роялти) и почти не применяют затратный метод [1]. Стоимость беспатентной лицензии определенная по формуле 8 – это цена лицензиара. Чтобы определить цену лицензиара с использованием ставок роялти можно использовать формулу 3, убрав из нее значения Кк и Зо (риски и дополнительные затраты лицензиата).

В этом случае формула 3 примет следующий вид

$$Цл = (VcЦпТ)R/100 \quad (9)$$

Цл = (66000х10х5)х1,5/100 = 49500 грн

Если сопоставить расчетные значения цены беспатентных лицензий, определенных по формулам 8 и 9 они хорошо сопоставимы. Разница в вычислениях составила ~ 2 %.

Таким образом, формулы 8 и 9 могут быть рекомендованы для расчета стоимости беспатентных лицензий на технологическое «ноу-хау».

Выводы. На примере изготовления пищевых продуктов и с использованием различных методик проведен расчет стоимости технологического «ноу-хау» в виде беспатентной лицензии. Выявлены и уточнены формулы для оценивания имущественных прав украинских лицензиаров в соответствии с международной практикой и требованиями Национального стандарта.

Литература

1. Малых С.В. Формирование инновационного процесса в машиностроении и металлообработке. ОНПУ, изд. Полиграф, Одесса, 2007, с.92,356,131.
2. Архипов В.В. Методические рекомендации по определению стоимостной оценки объектов интеллектуальной собственности. КНУКиИ, К., 2007, с.50.
3. Козловская Ж.А., Малых С.В., Столяров П.С. Цена и ценность прав на объекты интеллектуальной промышленной собственности. Практика оценки. Изд.Экономика, 2009, К., с.-57-58, 18.
4. Новосильцев О.В. Оценка рыночной стоимости интеллектуальной собственности. РАПТ, ИИЦ, М., 2002, с.16.
5. Гленн М. Десмонд, Ригард Э.Келли Руководство по оценке бизнеса. Пер. с англ., Изд. РОО, М., 1996, с.145-155.
6. Национальный стандарт № 4. «Оценка имущественных прав интеллектуальной собственности». Постановление КМУ от 03.10.2007, № 1185.

УДК 334.758

ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТОК ІНТЕГРОВАНИХ ОБ'ЄДНАНЬ В АПК ТА ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Скопенко Н.С., канд. екон. наук, доцент
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Розглянуто основні принципи, цілі та мотиви створення інтегрованих об'єднань в агропромисловому секторі та харчовій промисловості України.

Basic principles, aims and reasons of creation of computer-integrated associations, are considered in an agroindustrial sector and food to industry of Ukraine.

Ключові слова: об'єднання, інтеграція, інтегровані об'єднання.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими завданнями.

Процес реформування вітчизняної промисловості, її галузевих комплексів зумовив руйнування багатьох соціально-економічних зв'язків, вертикалі управління і активізував пошук нових форм організації та управління виробництвом з урахуванням нестійкості ринкового середовища.

Побудова в країні ефективної ринкової економіки вимагає реалізації сучасних концепцій, технологій і прогресивних рішень у сфері перебудови та розвитку промисловості для забезпечення більш сприятливих умов функціонування та економічного зростання господарюючих суб'єктів.

Серед існуючих механізмів підвищення конкурентоспроможності економіки та окремого підприємства все більшу увагу привертають інтеграційні стратегії розвитку. Інтеграційні процеси характерні як для окремого підприємства, так і для групи підприємств, що утворюють галузь, або для держави в цілому.

Вітчизняна економіка не вперше звертається до інтегрованих структур. Прикладом можуть служити створені в 20-ті роки XX ст. синдикати і трести, що входили в них; у 60-ті роки – об'єднання; у 80-ті роки – виробничі об'єднання, науково-виробничі об'єднання, комплекси, науково-технічні центри. З початком масової приватизації збігається час появи таких структур інтеграції, як холдинги. Розвитком сучасного процесу інтеграції є створення різних типів об'єднань підприємств, найбільш ефективною формою яких є інтегровані корпоративні структури (інтегровані об'єднання).

Постановка завдання. Значущість інтегрованих об'єднань для національної та світової економіки вимагає відповідного наукового аналізу мотивів інтеграції, процесів формування та функціонування інтегрованих структур.

Виклад основного матеріалу. З розвитком ринкових відносин в Україні вдосконалюються форми провадження господарської діяльності. Суб'єкти господарювання об'єднують в умовах конкуренції свою виробничу, наукову та іншу діяльність шляхом утворення відповідних організаційних структур за галузевим, територіальним чи іншим принципом, якщо це не суперечить антимонопольному законодавству України.

В сучасних умовах зберігається необхідність існування великих організаційних структур бізнесу – інтегрованих об'єднань, що виникають на основі масштабної концентрації виробництва та капіталу. Під інтегрованими об'єднаннями найчастіше розуміють сукупність підприємств (як одногалузевих, так і різногалузевих), що функціонують як єдина система та мають спільну мету господарювання. Поряд з цим підприємства, що входять до складу інтегрованої структури, є цілісними фінансово-майновими комплексами, які можуть самостійно виконувати виробничо-комерційні операції, ефективно здійснювати господарсько-фінансову діяльність та бути конкурентоспроможними на ринку.

Сучасна економічна наука пропонує значну кількість теорій для обґрунтування інтеграції підприємств, а саме: синергетичну теорію, теорію мінімізації трансакційних витрат тощо [1-10]. Можна виділити такі основні причини створення різних типів об'єднань підприємств:

- прагнення отримати та/або підсилити синергетичний ефект;
- створити або використовувати більшу ринкову владу (мотив монополії);
- мінімізації трансакційних витрат;
- можливість диверсифікації виробництва і використання додаткових ресурсів;
- прагнення до підвищення якості та ефективності управління;
- бажання знизити податкове навантаження;

— зростання капіталізованої вартості об'єднаної компанії тощо.

Основна причина створення інтегрованих структур шляхом реструктуризації підприємств у вигляді злиття і поглинань полягає в прагненні отримати та/або підсилити синергетичний ефект. Синергетичний ефект у даному випадку може виникнути завдяки економії, яка обумовлена масштабами діяльності, комбінуванням взаємодоповнювальних ресурсів, мінімізацією трансакційних витрат, збільшенням ринкової влади за рахунок зниження конкуренції, розширенням та поєднанням діяльності у сфері НДДКР.

Передумовами інтеграції також виступають прагнення до підвищення якості та ефективності управління, бажання знизити податкове навантаження, розширення ринків сировини та збуту, можливість диверсифікації виробництва і використання додаткових ресурсів тощо.

Також метою злиття і поглинань є зростання капіталізованої вартості об'єднаної компанії.

Необхідність створення та розвитку нових організаційних структур шляхом горизонтальної або вертикальної інтеграції багато дослідників пояснюють прагненням знизити трансакційні витрати [1, 2, 3, 8-10]

Модель вертикально інтегрованої структури, яка націлена на зниження трансакційних витрат і створення експлуатаційних підрозділів з поступовим перетворенням в єдину компанію, забезпечує зниження сукупних витрат виробництва і обертання; повне завантаження частково невживаних виробничих потужностей; зниження вартості залучених кредитних ресурсів при незмінному розмірі; усунення затримок в обсязі і часі постачань продукції, пов'язаних з нестачею оборотних коштів, відстроченням та/або простроченням платежів тощо.

Вертикальна інтеграція часто обумовлена технологічними зв'язками між підприємствами і забезпечує економію на масштабі, консолідацію та ефективне використання ресурсів. Істотним джерелом економії при здійсненні вертикальної інтеграції стає економія на витратах щодо реклами, руху товару, підтримці оптимального розміру запасів.

Горизонтальна інтеграція дозволяє мінімізувати втрачену вигоду, а іноді свідчить про монопольні прагнення її учасників.

Диверсифікацію ризиків і можливість опосередковано впливати на партнерів забезпечує діагональна інтеграція (об'єднання з підприємством, що знаходиться на іншому рівні вертикального виробничого циклу і випускає супутні види продукції).

Досягти деякого компромісу між вимогами мінімізації втраченої вигоди і мінімізації витрат, зокрема трансакційних, дозволяє комбінована інтеграція (одночасно уздовж технологічного ланцюга і по супутніх видах продукції).

Багато промислових підприємств почали здійснювати інтеграцію з метою створення власної системи енерго- і теплозабезпечення. Це дозволяє уникнути трансакційних витрат, що породжуються складністю пошуку прийнятних компромісів з природними монополіями, а також знизити прямі виробничі витрати за рахунок отримання більш дешевої енергії з власних енергетичних установок.

Об'єктивними причинами формування та функціонування інтегрованих об'єднань в агропромисловому секторі України, що поєднує сільське господарство, харчову та переробну промисловості, є:

— необхідність поєднання усіх стадій технічного процесу, що дає змогу комплексно використовувати сировину і матеріали;

— кооперування взаємопов'язаних спеціалізованих виробництв, що дає можливість комплексно виготовляти кінцевий продукт;

— забезпечення повноти циклу «наука – технічні розробки – інвестиції – виробництво – збут – споживання»;

— масовість випуску продукції, стабільний асортимент, що значно скорочує витрати на одиницю продукції, здешевлює її, робить доступною для населення.

Різноманітність економічних умов діяльності підприємств зумовлює існування різних типів інтеграції — вертикальної, горизонтальної, діагональної або змішаної.

Яскравим прикладом ефективної вертикальної інтегрованої структури є ВАТ «Миронівський хлібопродукт». ВАТ «Миронівський хлібопродукт» – лідер агропромислового комплексу України, що працює на вітчизняному ринку з 1998 року. Щоб стати незалежною від постачальників та коливань цін на сировину, компанія вирощує аграрні культури для забезпечення власних комбікормових заводів, виробляє корми для власних двох батьківських та чотирьох бройлерних птахофабрик. На сьогоднішній день – це вертикально інтегрований комплекс із 20 підприємств, який об'єднує потужності всього технологічного ланцюга виробництва м'яса птиці, від маленького курчати до дорослої птахи та кінцевого продукту; займається виробництвом соняшникової олії (понад 140 тис. тонн за 2009 рік), яловичини, свинини, готових м'ясних страв, ковбас, гусячого м'яса та печінки, вирощуванням фруктів та картоплі, проводить дистрибуцію (11 центрів дистрибуції) через власний парк вантажівок (430 автомобілів-рефрижераторів). Компанія розвиває мережу фірмових франчайзингових магазинів (більше 2 300 брендованих франчайзи-

нгових точок), через яку продає половину виробленої продукції. Компанія є виробником курятини під ТМ «Наша Ряба», делікатесної яловичини під ТМ «Сертифікований Ангус», делікатесної гусячої печінки під ТМ «Фуа Гра» та готових м'ясних страв під ТМ «Легко!». ВАТ «Миронівський хлібопродукт» утримує більше 40 % вітчизняного ринку курячого м'яса (виробнича потужність — 340 тис. тонн м'яса птиці на рік) [11].

Також, провідною українською агропромисловою компанією з вертикально-інтегрованою структурою є агрохолдинг «Авангард», який займає лідерські позиції в секторі птахівництва, виробництва курячого яйця та яєчних продуктів. У 2009 р. Агрохолдингу належало 23 % українського яєчного ринку та 52 % ринку сухих яєчних продуктів.

До складу холдингу входять: 3 репродуктори ІІ-го порядку; 9 підприємств з вирощування ремонтного молодняку; 19 птахофабрик з утримання курей-несучок; 6 комбікормових заводів; завод з переробки яйця «Імперово Фудз»; 3 склади тривалого зберігання. Компанія представлена в кожному регіоні України. Широкий географічний охват забезпечує легкий доступ до наших покупців, диверсифікацію ризиків і підвищує епідеміологічну безпеку.

Агрохолдинг «Авангард» є вертикально-інтегрованим холдингом, що забезпечує зниження витрат і підвищення контролю якості продукції. Використання вертикально-інтегрованої системи є найбільш доцільним, оскільки бізнес компанії фактично є сировинним. Компанія контролює кожен етап процесу виробництва яєць і яєчних продуктів, починаючи з виробництва інкубаційних яєць і закінчуючи вирощуванням курей і виробництвом яєць.

Основним напрямком бізнесу агрохолдингу «Авангард» є виробництво яйця і яєчних продуктів, на які припадає близько 75,2 % і 6,9 % виручки «Авангард» в 2009 році відповідно. Крім того, «Авангард» продає курей-несучок і племінне стадо в кінці свого виробничого циклу для третіх сторін, також продає незначну кількість одноденних курей-несучок та молодих курей-несучок. Компанія володіє репродукторами, які забезпечують агрохолдинг племінним поголів'ям на 100 %, та виробляє корм для птиці на своїх комбікормових заводах. Наявність складів тривалого зберігання дозволяє мінімізувати перевиробництво та зменшити ризики цінових коливань [12].

На вітчизняному ринку хлібопродуктів спостерігається концентрація виробництва та відслідковується тенденція створення вертикально інтегрованих компаній із замкнутим циклом виробництва – від вирощування зерна, виробництва борошна до випуску та реалізації хлібобулочних виробів.

За принципом горизонтальної інтеграції створено ТОВ «Концерн Хлібпром», який ефективно діє в п'ятьох областях – Львівській, Рівненській, Івано-Франківській, Вінницькій та Черкаській. «Концерн Хлібпром» – провідна компанія з виробництва хліба, яка об'єднує чотирнадцять переробних підприємств України та входить до групи лідерів серед національних виробників хлібобулочної продукції. Діяльність компанії становить завершений інтегрований цикл. Протягом 2009 року «Концерн Хлібпром» виготовив 135,26 тис. тонн хлібобулочної та кондитерської продукції на суму 464,79 млн. грн. За три перших місяці 2010 р. компанія виготовила 31,5 тис. тонн хліба, хлібобулочної, кондитерської продукції та напівфабрикатів на суму 116,2 млн. грн. Валовий дохід компанії в порівнянні з аналогічним періодом у 2009 році збільшився на 35 % і склав 179,18 млн. грн. Концерн планує нарощувати до 1 % частки ринку в рік за рахунок розвитку існуючих виробництв, брендів, торгової мережі та мати 8-10 % національного ринку [13].

Найбільшим хлібним холдингом з вертикально побудованою структурою на території України за обсягами продажу є ЗАТ «Хліб Києва», який діє на ринках борошна, хліба та хлібобулочних виробів у межах м. Києва і Київської області. ЗАТ «Хліб Києва» було створено у 2004 році на базі ВАТ «Київмлин» і ВАТ «Київхліб». До складу ЗАТ «Хліб Києва» входять 17 хлібопекарських підприємств (дев'ять у м. Києві та вісім − у Київській області), борошномельний комбінат, ремонтно-монтажний комбінат, інформаційно-обчислювальний та навчальний центри, підприємство матеріально-технічного постачання «Київхлібпостач». На сьогодні потужність холдингу становить понад 1700 т на добу хлібобулочних і 12,6 тис. т на рік кондитерських виробів, а асортимент налічує 470 найменувань хлібобулочних і 460 найменувань кондитерських виробів, більшість з яких розроблені спеціалістами акціонерного товариства. У 2009 році його частка у загальному обсязі реалізованої хлібобулочної продукції становила 13,5 % [14].

Ще однією потужною вертикально інтегрованою структурою на ринку хліба та борошна є ЗАТ «Холдинг «Т і С». Компанія управляє потужними підприємствами з виробництва хлібобулочних і кондитерських виробів, переробки зерна в південних регіонах країни. Зокрема, «Холдинг «Т і С» володіє контрольними пакетами акцій ВАТ «Кримхліб», до складу якого входять 7 хлібокомбінатів, ВАТ «Одеський коровай», зернопереробного підприємства ЗАТ «Сімферопольський КХП». Компанія управляє ТОВ «Білгород-Дністровська паляниця», ТОВ «Котовський хлібокомбінат». Загальна потужність підприємств ЗАТ «Холдинг «Т і С» з виробництва хліба складає до 500 тонн борошна та до 700 тонн хліба і булочних

виробів на добу. Частка підприємств «Холдингу «Т і С» у загальнонаціональному виробництві хліба становить 6,2 % [15].

Олійно-жирова галузь харчової промисловості характеризується посиленням процесів злиття та поглинань великими компаніями малих та середніх виробників олії, включенням до складу об'єднань агровиробників та інтеграцією підприємств-виробників супутньої продукції.

«Кернел Груп» – найбільша в Україні вертикально інтегрована агропромислова компанія, лідер українського ринку фасованої соняшникової олії, один з найбільших українських експортерів соняшникової олії і зернових культур. До складу «Кернел Груп» входять Полтавський олійноекстракційний завод «Кернел Груп», Меловський завод рафінованих олій «Стрілецький степ», торговельна компанія «Кернел-Трейд» з представництвами в 11 регіонах України, 28 елеваторів у Полтавській, Одеській, Черкаській, Миколаївській, Запорізькій, Дніпропетровській, Харківській, Луганській, Кіровоградській областях (загальний обсяг зберігання – 1,7 млн. тонн), 3 автотранспортні підприємства у Полтавській і Луганській областях, 5 агропромислових підприємств в Полтавській, Одеській, Черкаській областях, компанія Inerco, що представляє інтереси «Кернел Груп» на міжнародних ринках.

Діяльність компанії включає: виробництво соняшникової олії (обсяг річної переробки насіння соняшнику на заводах компанії становить 15 % від загального обсягу врожаю в Україні); експорт соняшникової олії і зернових культур; дистрибуція фасованої олії на внутрішньому ринку (частка ринку фасованої соняшникової олії становить 35 % з портфелем брендів: «Щедрий Дар», «Стожар», «Чумак Домашня», «Чумак Золота»); надання послуг з перевалки зернових вантажів у порту м. Іллічівська (потужність з перевалки більше 20 % від загального обсягу українського експорту зернових); зберігання зернових і олійних культур на внутрішніх елеваторах; агровиробництво [16].

У кондитерській галузі більш поширеним є горизонтальна інтеграція, але спостерігаються тенденції формування вертикальних структур.

Інтегральну структуру розширює міжнародна кондитерська корпорація «Roshen» – лідер національного ринку кондитерських виробів. До складу корпорації входять чотири українські фабрики (Київська, Вінницька, Маріупольська і Кременчуцька); дві виробничі площадки Липецької кондитерської фабрики «Ликонф» (Росія), Клайпедська кондитерська фабрика (Литва), а також масло-молочний комбінат «Бершадьмолоко» та «Літинський племзавод», які забезпечують фабрики корпорації натуральною високоякісною сировиною. Для покращення умов зберігання сировини та готової продукції, для оптимізації поставок продукції та мінімізації затримок продукції на складі корпорація ввела в експлуатацію власний логістичний центр.

Під власною ТМ «Roshen» корпорація випускає до 200 видів високоякісних кондитерських виробів (шоколадні та желейні цукерки, карамель, шоколад, печиво, вафлі, бісквітні рулети і торти). Загальний обсяг виробництва продукції досягає 400 тисяч тонн на рік. Кондитерська корпорація «Roshen» протягом першого кварталу 2010 року реалізувала свою продукцію на суму 220 млн. USD, що на 43 % більше за аналогічні показники першого кварталу 2009 року. Загальний обсяг виробництва кондитерської продукції в першому кварталі 2010 року зріс на 10 %, склавши 90 тис. тонн. Корпорація «Roshen» на 46 % збільшила експорт своєї продукції порівняно з 2009 роком, таким чином, експорт склав 35 тис. тонн [17].

Отже, суб'єктами інтеграційних утворень в агропромисловому секторі можуть бути: сільськогосподарські організації; підприємства перероблення сільськогосподарської сировини; підприємства торгівлі; підприємства, що надають послуги учасникам інтеграційного утворення; фінансові структури; інші суб'єкти господарювання.

При цьому мотиви, якими вони керуються при формуванні інтеграційних зв'язків, є доволі різноманітними. Зокрема, аграрні підприємства зацікавлені у формуванні міжгалузевих інтеграційних зв'язків, насамперед для зниження ризику, пов'язаного із сільгоспвиробництвом, залежністю від природно-кліматичних умов, необхідністю постійного підвищення конкурентоспроможності продукції, що виробляється.

Причиною об'єднання переробних та інших підприємств агропромислового комплексу є необхідність забезпечення стабільних доходів у результаті створення власної надійної сировинної бази, формування постійних ринків збуту виробленої продукції, розширення сфер діяльності тощо.

Тобто, об'єднання створюються для успішного вирішення підприємствами завдань, пов'язаних із розширенням їх можливостей у виробничому та соціальному розвитку, підвищенням ефективності використання матеріальних, фінансових та інших ресурсів на основі організації спільної діяльності, розподілу праці та кооперації, об'єднання зусиль та засобів у науково-технічному, виробничому та соціальному розвитку. Підприємства використовують інтегративні стратегії для підвищення своєї рентабельності шляхом контролювання певних стратегічно важливих для них ланок у виробничому ланцюгу та ланцюгу продажу товару. Для одних компаній − це шлях завоювання ринку, для інших − доступ до фінансових ресурсів.

Як свідчить дослідження, інтеграційним процесам в агропромисловому секторі країни в сучасних умовах притаманний багатоплановий характер, розвиток яких здійснюється від простих до складніших інтегрованих систем, від функціонування виробничих структур за участю кількох підприємств сільськогосподарського й промислового виробництв, територіально близько розташованих, до регіональних і транснаціональних формувань.

Висновки. Завдяки системній інтеграції формуються стійкі багатоцільові інтегровані об'єднання, що мають забезпечити повноту циклу «наука – інноваційні розробки – інвестиції – виробництво сировини – переробка сировини – виготовлення кінцевого продукту – збут – споживання» та сприяти виходу агропромислового виробництва та виробництва продуктів харчування на якісно новий етап розвитку, що відповідає вимогам ринкової економіки.

З нашої точки зору, багатоцільові інтегровані об'єднання є найбільш привабливими об'єктами для інвестування з боку приватного капіталу, що в перспективі сприятиме виходу промислового виробництва на сучасний світовий рівень, дозволить підвищити конкурентоспроможність вітчизняних товарів та підприємств, реалізувати експортний потенціал країни, забезпечити продовольчу безпеку та економічну незалежність України.

Література

1. Антонов Г.Д., Иванова О.П. Предпосылки интеграции и эволюция интеграционных структур в России // Менеджмент в России и за рубежом. − 2001. − № 5. − Режим доступу: http://www.cfin.ru/press/management/2001-5/03.shtml
2. Баккер Г. Как успешно объединить две компании / Ганс Баккер, Джерен Хелминк; перевела с анг. Т.И.Митасова; науч. ред. Г.А. Ясницкий, А.Г. Ясницкая. – Минск : Гревцов Паблишер, 2008. – 288 с.
3. Галпин Т.Дж., Хэндон М. Полное руководство по слияниям и поглощениям компаний: Пер. с анг. – М. : Издательський дом «Вильямс», 2005. – 240 с.: ил. – Парал. тит. англ.
4. Ищенко С.М. Слияния и поглощение компаний: оценка эффекта синергии. – К. : Науковий світ, 2007. – 95 с.
5. Калашников Г.О. Слияние и поглощение компаний по праву Европейского Союза. – М. : Международные отношения, 2007. – 264 с.
6. Савчук С.В. Анализ основных мотивов слияний и поглощений // Менеджмент в России и за рубежом. − 2001. − № 5 . − Режим доступу: http://www.cfin.ru/press/management/2001-5/03.shtml
7. Хардинг Д. Искусство слияний и поглощений: Четыре ключевых решения, от которых зависит успех сделки / Девид Хартинг, Сэм Роувит; перевел с анг. Петкевич А.Г. – Минск : Гревцов Паблишер, 2007. – 256 с.
8. Alchian A. Economic Forces at Work. − Indianapolis: Liberty Press, 1997.
9. Arrow K. Political and Economic Evaluation of Social Effects and Externalities. − New York, 1970.
10. Martin S. Causes and Effects of Vertical Integration // Applied Econometrics, 1986. − № 18. − P. 737-755.
11. Офіційний сайт ВАТ «Миронівський хлібопродукт» [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://www.mhp.com.ua
12. Офіційний сайт Агрохолдинг «Авангард» [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://avangard.co.ua/
13. Офіційний сайт ВАТ «Концерн Хлібпром» [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://www.hlibprom.com.ua/ua/news/
14. Офіційний сайт ЗАТ «Хліб Києва» [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://www.kyivkhlib.ua/ua/about/
15. Офіційний сайт ЗАТ «Холдинг «Т і С» [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://holding-tic.com.ua/about.html
16. Офіційний сайт «Кернел Груп» [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://www-us.kernel.ua/rus/about/about.html
17. Офіційний сайт Кондитерська корпорація «Roshen» [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://roshen.com/ua/about/history

УДК 378.14

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Осадчук І.В[1]., наук. співробітник ПНДЛ, Задорожний А.В[2]., канд. техн. наук, доцент
[1]Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
[2]Одеський державний інститут вимірювальної техніки, м. Одеса

Пропонується робота, яка присвячена обґрунтуванню створення методології для розробки та впровадження систем управління якістю вищих навчальних закладів, побудованої на принципах загального управління якістю (TQM) на базі міжнародних стандартів ISO серії 9000 з урахуванням специфіки управління якістю у ВНЗ.

Work which is devoted the ground of creation of methodology for development and introduction of control the system by quality higher educational establishments is offered, built on principles of general quality (TQM) management on the base of international standards of ISO of series 9000 taking into account the specific of quality management in higher educational establishments.

Ключові слова: система управління якістю, вищі навчальні заклади, міжнародні стандарти

Системна економічна криза, яку переживала Україна, не обминула і галузь вищої освіти. Спад якості підготовки фахівців у середньотерміновій перспективі може серйозно позначитись у цілому на конкурентоспроможності України на світовому ринку освітніх послуг. Серед інших недоліків слід вказати на утворення значного розриву між освітою, наукою та економікою.

Можна виділити низку загальних факторів, що суттєво погіршили рівень надання послуг вищої освіти. Це:

— скасування державного розподілу випускників вищих навчальних закладів (ВНЗ);
— дефіцит фахівців, здатних працювати в умовах ринкової економіки, і натомість надлишок традиційних фахівців;
— нестабільний попит на фахівців – випускників ВНЗ;
— зниження інтересу до оволодіння технічними знаннями та набуття інженерної професії;
— скорочення фінансування з державного бюджету загальноосвітньої та наукової діяльності тощо.

Заходи, пов'язані з державною акредитацією, не можуть бути достатніми, оскільки навіть виконання ВНЗ усіх вимог законодавства не гарантує високої якості освіти і, як наслідок, на сьогодні українська вища освіта відстає від загальносвітових освітянських процесів. У зв'язку з цим існує потреба у розробленні та впровадженні сучасних методів організаційних інновацій і менеджменту відповідно до вимог ДСТУ ISO 9001-2009 „Системи управління якістю. Вимоги" як важливого чинника прискорення розвитку всієї системи вищої освіти та окремого ВНЗ.

Об'єктом дослідження є процес розроблення та впровадження систем управління якістю (СУЯ) ВНЗ, побудованої на основі спеціальної моделі, яка ґрунтується на процесному підході, загальній теорії систем з обов'язковими зворотними зв'язками і циклами Шухарта – Демінга.

Предметом дослідження є методичне, нормативне та інформаційне забезпечення СУЯ ВНЗ, з урахуванням специфіки життєвого циклу навчального процесу, функціональних зв'язків і ресурсів.

Метою проекту є розробка науково обґрунтованих рекомендацій для створення та впровадження систем управління якістю вищих навчальних закладів на базі міжнародних стандартів ISO серії 9000.

Для досягнення мети шляхом використання сучасної методології управління проекту необхідно вирішити такі завдання:

— розробка методології планування проекту;
— розробка моделі якості;
— розробка критеріїв оцінки якісних показників;
— розробка методології управління якістю та вартістю проекту;
— розробка методології контролю і регулювання проекту;
— розробка методології з управління роботами і ресурсами проекту;
— розробка методології з управління ризиками проекту;
— розробка комплексу заходів для впровадження проекту.

Стратегія розвитку вищої освіти України має увібрати в себе загальносвітові тенденції трансформації сутності і методів сучасної вищої освіти, яка у багатьох розвинених країнах стала прискорювачем економічного зростання, сприяла задоволенню зростаючих потреб і розкриттю творчого потенціалу особистості, забезпечила впровадження нових інформаційних технологій.

За результатами досліджень, проведених вітчизняними (В. Журавський, Л. Віткін, Г. Хімічева, С. Лаптєв, І. Іллінський, О. Марухіна, Е. Векслер та ін.) та іноземними (С. Джордж, А. Ваймерськирх, М. Овлія, Е. Асшивалл, Д. Бейлі, Дж. Беннетт, Дж. Івенс та ін.) вченими, у сфері менеджменту якості можна сформулювати такі рекомендації для ВНЗ:

— визначення ключових завдань у галузі кваліфікації та навичок фахівців ВНЗ;

— застосування лише тих методів, які будуть стимулювати студентів до активної форми навчання;

— використання для навчання таких практичних ситуацій, які є корисними для студентів;

— використання прикладів зі сторони і впровадження їх у практику за межами ВНЗ для інтеграції знань та практичних навичок;

— залучення представників бізнесу для розроблення навчальних програм і курсів;

— використання інтерактивних форм навчання і зворотного зв'язку зі „споживачами" випускників ВНЗ.

У результаті попередніх досліджень удосконалено систему моніторингу якості вищої освіти шляхом побудови трирівневої системи моніторингу СУЯ ВНЗ; запропоновано використання методу структурування функції якості для розроблення комплекту нормативного забезпечення системи управління якістю; розроблено інформаційну модульну процесноорієнтовану систему супроводження системи управління якістю ВНЗ.

Один із можливих шляхів, що дозволить ВНЗ вистояти в конкурентній боротьбі на ринку послуг у сфері вищої освіти, є розробка та запровадження систем менеджменту якості відповідно до вимог ДСТУ ISO 9001-2009 „Системи управління якістю. Вимоги". Цей стандарт базується на 8 принципах тотального менеджменту якості (TQM) і містить універсальні вимоги до систем якості. Він придатний до застосування в усіх галузях, на будь-яких підприємствах, в установах та організаціях і спрямований на забезпечення якості та підвищення задоволеності споживачів. У сфері вищої освіти споживачами можна вважати студентів, їх батьків, організації, які приймають на роботу випускників, суспільство в цілому.

В рамках роботи використовуються методи дослідження операцій, теорії оптимального управління, теорії систем, у тому числі інтелектуальних, теорії прийняття рішень, теорії моделювання процесів застосування інформаційних технологій, такі якісні методи прогнозування, як багатофакторний регресійний аналіз і комп'ютерне прогнозування. Саме системи управління якістю виявляються тим інструментом, який дозволяє вищим навчальним закладам, що їх впровадили, досягти високого ступеня довіри і стійкої прихильності споживачів до їх послуг.

У результаті вдосконалення та впровадження у ВНЗ системи управління якістю на базі міжнародних стандартів ISO серії 9000 очікуються:

— якісні методи навчання і виховання (організації пізнавальної діяльності, мотивації пізнавальної діяльності, контролю за здійсненням навчальної діяльності),

— якісна освіченість особистості (засвоєння знань, умінь та навиків, засвоєння моральних норм).

— Для практичного застосування можна рекомендувати такі критерії якості навчального процесу:

— наявність затверджених у встановленому порядку навчальних планів, графіків навчального процесу, робочих програм з дисциплін;

— відповідність змісту учбових планів і робочих програм вимогам програм якості та стандартів ВНЗ;

— відповідність розпорядку занять логіці викладання по кожній дисципліні;

— відповідність елементів навчального процесу (лекцій, семінарів, лабораторних занять тощо) затвердженим планам та програмам;

— комплектність і достатність методичного забезпечення з дисциплін (методичні вказівки, конспекти лекцій, настанови щодо виконання лабораторних робіт тощо);

— достатність, регулярність і рівень організації поточного контролю (контроль якості знань студентів, їх задоволеність якістю навчального процесу);

— оперативність прийняття та реалізації коригуючих заходів.

Впровадження систем якості у вищих навчальних закладах дозволить ВНЗ:

— суттєво покращити та оптимізувати свою бізнесову діяльність і підвищити результативність і ефективність роботи;

— посилити акцент на меті своєї діяльності і досягненні очікувань споживачів;

— досягти і стабільно підтримувати високу якість своїх послуг для задоволення потреб і вимог споживачів;

— збільшувати задоволеність споживачів;

— забезпечити докази для споживачів та потенційних споживачів відносно того, що ВНЗ здатний зробити для них;

— відкрити нові можливості або зберегти вже завойовані сегменти ринку послуг у сфері вищої освіти;

— отримати визнання з боку замовників через процедуру сертифікації;

Результати отриманих досліджень дозволять надати практичні рекомендації щодо використання напрацьованих методологій у вищих навчальних закладах.

Ефективно функціонуюча система управління якістю ВНЗ дозволить забезпечити стабільний випуск кваліфікованих спеціалістів, збільшить працевлаштування випускників та ступінь задоволення ними роботодавців.

Література

1. ДСТУ ISO 9001:2009. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2008, IDT)– На зміну ДСТУ ISO 9001:2001; надано чинності 2009-06-22. [Текст]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2009. – 26 с.
2. Губарев В.В. Системное представление качества образования [Текст] / В.В. Губарев // Стандарты и качество. – 2002. – № 4. – С. 61–69.
3. Системи якості вищих навчальних закладів : теорія і практика [Текст] / О.І. Волков [та ін.].– Київ, „Наукова думка", 2006. – 301с.
4. Згуровський М.З. Болонський процес – структурна реформа вищої освіти на європейському просторі [Електронний ресурс]. – / http://www.ntu-kpi.kiev.ua
5. Карпенко М.М. Пріоритети розвитку вищої освіти в Україні в руслі загальноєвропейських тенденцій [Електронний ресурс]. – / http://www.niisp.gov.ua.
6. Віткін Л.М. Концептуальна модель оцінювання якості підготовки випускника ВНЗ [Текст] / Л.М. Віткін, Г.І. Хімічева, С.І. Лаптєв // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2003. – № 3. – С. 69 – 73.

УДК 339.13 (477): [613.22:664.85]

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ В УКРАИНЕ

Волошина Т.Н. канд. екон. наук, доцент, Дьяконова А.К. д-р техн. наук, доцент, Свиноренко Е.Н., магистр
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье проведен анализ рынка продуктов детского питания и наметившихся перспектив его дальнейшего развития. Особе внимание следует обратить на расширение ассортимента консервированных продуктов категории прикорма на основе фруктового и овощного сырья.

Market of child's food and set prospects of his further development stuffs analysis is conducted in the article. To the person it is necessary to pay a regard to expansion of assortment of the canned products of category of прикорма on the basis of fruit and vegetable raw material.

Ключевые слова: рынок, потребитель, производитель, функциональные продукты, цена

Питание обеспечивает основные жизненные функции организма человека. Ингредиенты, поступающие с пищей, снабжают его пластическим материалом и энергией. Особенно большое значение питание имеет для детей, так как оказывает существенное влияние на анатомо-физиологическое и нервно-психическое развитие детского организма в различные периоды жизни.

От структуры и качества питания в значительной степени зависит здоровье подрастающего поколения. Правильно организованное, сбалансированное по важнейшим компонентам питание обеспечивает высокий уровень иммунологической способности детского организма, играет важную роль в профилактике врожденной и хронической патологии. Организация здорового питания детского населения нашего государства является многофакторным процессом, который можно реализовать, только опираясь на глубокие знания в разных сферах науки и техники.

Современные технологии переработки животного и растительного сырья позволяют вырабатывать высококачественные многокомпонентные продукты на промышленной основе. Использование таких технологий обеспечивает сохранение пищевой и биологической ценности консервированной продукции, что даёт возможность исключить сезонные колебания переработки и использования плодов и овощей. Полноценное питание детей с самого раннего детства является основой для нормального развития детского организма и сопротивления к различным заболеваниям.

Научные исследования, связанные с разработкой функциональных продуктов для детского питания, направлены на создание широкого ассортимента специализированных продуктов для детей разных возрастных групп с разным состоянием здоровья.

Продукты питания должны не только удовлетворять потребности детей в основных пищевых ингредиентах и энергии, но и выполнять профилактическую и лечебную функции. В структуре заболеваний детей первое место занимают болезни органов дыхания, второе – желудочно-кишечного тракта, третье – болезни эндокринной системы.

В настоящее время потребность в специализированных продуктах питания для детей удовлетворяется только на 25…40 %. В последние годы сократился выпуск консервов, а качество импортной продукции, реализуемой на рынках Украины, не всегда отвечает требованиям, предъявляемым к продуктам детского питания [1].

Таким образом, проблема, связанная с расширением ассортимента функциональных консервированных продуктов с использованием сахарозаменителей для детей с заболеванием эндокринной системы, является актуальной.

В связи с этим, при разработке технологии фруктовых функциональных консервов в качестве сахарозаменителя использовали экстракт, полученный из листьев травы стевии, уровень сладости которого в 200 раз выше, чем сахарозы, сладость которой принята за единицу.

Объем рынка продуктов детского питания условно делится на две категории: основное питание (различные молочные смеси и каши), и, так называемый, прикорм (пюреобразные фруктовые, овощные, мясные консервированные продукты, соки). Анализ рынка продуктов детского питания показал, что в последнее время наметилась тенденция ежегодного сокращения сегмента продуктов основного детского питания на 3…5 % (сейчас объём продаж молочных смесей находится на уровне 17–18 млн. долларов) и рост сегмента продуктов прикорма.

Особенно ярко эти изменения, по оценкам специалистов, прослеживаются в крупных городах, население которых превышает миллион человек, что связано как с ростом занятости, так и с повышением культуры потребителей данной продукции. Большинство родителей предпочитает покупать продукты детского питания промышленного производства, рецептурные составы которых учитывают потребности детского организма разных возрастных групп, а не готовить их самостоятельно.

С ростом благосостояния, понимая роль компонентного состава продуктов детского питания в развитии и укреплении здоровья детского организма, потребители заинтересованы в значительном расширении ассортимента вырабатываемой продукции. Для удовлетворения спроса потребителей, производители активно работают над расширением ассортимента. В 2007 г появились продукты детского питания с добавками творога, сливок, бананов, киви и др.

В 2009 году, по данным Госкомстата, в стране было выпущено более 4 млн. условных банок плодоовощных детских консервов. Наиболее крупными производителями такой продукции являются Одесский консервный завод детского питания (ТМ «Румяные щечки», «Баловень», «Антошка») – 45 %, Владимир-Волынский консервный завод (ТМ «Пупс») – 31 %, Южный консервный завод детского питания в г. Херсоне (ТМ «Карапуз») – 24 %. Все эти предприятия, помимо продуктов детского ассортимента, вырабатывают консервированную продукцию, предназначенную для широкого круга потребителей – производят и разливают соки, вырабатывают цельноконсервированную продукцию. Это позволяет им инвестировать средства в развитие производства продуктов питания для детей.

На выпуске детских молочных смесей на Украине специализируется ряд заводов – Балтский молочный комбинат (ТМ «Детолакт») и Хорольский молочно-консервный комбинат детских продуктов (ТМ «Малятко», «Малыш», «Фемилак»).

Ассортиментный ряд продуктов детского питания в Украине составляет 78 позиций, тогда как крупные зарубежные компании насчитывают порядка 100 наименований. По статистике в европейских странах потребление детских консервов на 25 % больше, чем в Украине. Проведенные маркетинговые исследования свидетельствуют, что в течение ближайших 5…7 лет Украина приблизится по потреблению детского питания к европейским странам. Сегодня в Украине существует определенный дефицит качественных продуктов детского питания.

В настоящее время на долю зарубежных компаний приходится более 75 % всего объёма рынка детского питания. На европейском рынке лидером по производству детского питания является венгерская компания HIP, на долю которой приходится 39 % рынка, за ней следуют немецкая компания Nestle – с бъёмом 28 %, компания Nutricia (Чешская республика) – 25 % и «Румяные щечки» (Украина) – 8 %.

Отечественные производители детского питания конкурируют с зарубежными фирмами лишь в сегменте соков и пюре. На прилавках магазинов Украины сегодня преобладает импортная продукция, в связи с принятой неправильной стратегией продвижения зарубежных брендов на отечественном рынке и ограничения государством торговой надбавки на продукцию, вырабатываемую отечественными произ-

водителями. Последние, либо сворачивают производство, либо ищут каналы сбыта на внешних рынках, либо объединяются с сильными и успешными зарубежными компаниями. Импортеры и иностранные инвесторы чувствуют себя на украинском рынке вольготно – их продукция пользуется неизменным и всё возрастающим спросом.

Причиной непопулярности у потребителя детской продукции, вырабатываемой отечественными производителями, является, как ни странно, дешевизна этих товаров. А успешная реклама продуктов детского питания зарубежных брендов, способствует расширению их реализации.

Ведущий производитель детского питания в Северной Европе - шведская компания "Semper" объявила о полноценном выходе на украинский рынок. В 2007 году компания занимала порядка 5 % отечественного рынка детского питания, а в 2010 году "Semper" намерена увеличить свою долю до 10 % и стать лидером в премиальном сегменте, а также потеснить таких крупнейших производителей отрасли, как "Hipp" и "Nestle" [2].

Увеличение своего присутствия в Украине "Semper" связывает с активизацией рынка детского питания. С 1997 года продукция "Semper" в незначительном объеме уже присутствует на украинском рынке, однако возможность полноценной деятельности компании в Украине сформировалась именно сейчас, в период общего роста уровня жизни и развития европейского стиля потребления.

Основной целью группы зарубежных производителей является увеличение продаж продуктов детского питания за пределами Швеции в течение ближайших 3 лет с 25 % до 35 %. Украина является одним из наиболее перспективных рынков для "Semper". По словам президента компании Андреаса Сбродилья, уже разработана и принята концепция дальнейшей работы "Semper" на украинском рынке, которая, в частности, предусматривает увеличение поставок продукции, расширение ассортимента, расширение дистрибьюторской сети и географии продаж.

В последние годы в Украине наметилась тенденция роста спроса на детское питание промышленного производства. Причем, главным фактором повышения спроса на детскую продукцию украинских потребителей является не только повышение благосостояния и уровня социальных льгот, но и потребность в гарантированном качестве продуктов детского питания. Кроме того, что с ростом курса доллара, цены на импортное детское питание поднялось на 20…40 %, тогда как отечественное детское питание подорожало только на 5…10 % [3].

Таким образом, девальвация гривны привела к структурным изменениям рынка. Резкое подорожание импортного детского питания переориентировало украинского потребителя на продукцию отечественного производства. Можно предположить, что кризис спровоцирует уход слабых и появление новых, более сильных производителей. Кроме того, можно ожидать выхода на украинский рынок французских и российских компаний. Предполагается, что международные компании на начальном этапе воспользуются ресурсами дистрибьюторских компаний, которые состоялись и специализируются в сегменте рынка продуктов детского питания, таких как «Европродукт», «Юнифуд» и «ДЛМ».

Работа по освоению украинского рынка стартовала еще в сентябре 2006 года при регистрации компании СМПУ ПРОМ – ведущего дистрибьютора детского питания фирмы Semper в Украине, которая осуществляет маркетинговую поддержку бренда. До июня 2007 года компания проводила организационно-подготовительную работу: изучала потребительские предпочтения украинского рынка, налаживала дистрибьюторские каналы, организовывала ввоз товара, его складирование, занималась предпродажной подготовкой.

В настоящее время, СМПУ ПРОМ совместно со своим партнером – Ассоциацией детского питания, которая является одним из ведущих национальных производителей детского питания в Украине (торговая марка "Карапуз", ОАО "Симферопольский консервный завод имени 1 Мая" и ОАО "Южный консервный завод детского питания " в г. Херсоне), заключили договоры со всеми крупными торговыми сетями и значимыми розничными реализаторами детского питания в Киеве, Днепропетровске, Донецке, Запорожье, Одессе, Львове, Харькове и других городах Украины. Это такие сети, как "Антошка", "Мегамаркет", "Фуршет", "Метро", "Бебибум" и другие. Ассортиментный ряд продукции Semper в Украине насчитывает сегодня 78 позиций, сертификация которых уже завершена. Структура продаж в Украине предполагает следующее разделение баночного питания – соки и заменители грудного молока. Изучив преимущества украинского рынка, компания Semper сформировала оптимизированный пакет продуктов, учитывающий потребности детского населения страны. Продуктовую линейку для Украины Semper намерена совершенствовать и дальше, внимательно изучая спрос потребителей [4].

На сегодняшний день в стране существует определенный дефицит качественных продуктов детского питания в сети магазинов. Поэтому потенциал рынка очевиден. Эксперты, анализирующие передвижение товаров по территории Украины, считают, что в связи с высокими ввозными пошлинами, реально по теневым каналам в Украину ввозится гораздо больше детского питания.

Наиболее активно на нашем рынке работают компании Nestle, HIPP, Heinz, Nutricia и др. Правда, как отмечает руководитель отдела дистрибьюции компании «Лан-Украина» (продажа детского питания под ТМ« Фрутолино») Мирослав Крот, на сегодняшний день в страну завозится далеко не полный ассортимент, а лишь самые ходовые позиции. Кроме того, у импортёров есть еще одно слабое место. Необходимо иметь большие запасы на складах достаточно дорогостоящего и капризного в хранении товара дистрибьюторам невыгодно. А поддерживать постоянное наличие той или иной товарной позиции – проблематично, поскольку процесс доставки с возможными непредвиденными ситуациями на таможне связан с довольно продолжительными задержками. Если для любого другого товара такие нюансы несущественны, то в случае с детским питанием, при перебоях с поставками, необходимый продукт просто нечем заменить.

Руководитель представительства фирмы HIPP в Украине Наталия Синельник говорит о постепенном росте спроса на продукты детского питания промышленного производства. Не последнюю роль в подобной ситуации сыграли и врачи-педиатры, с которыми активно работает большинство производителей детского питания [3].

Руководитель отдела дистрибьюции киевского филиала концерна «Европродукт» (эксклюзивный дистрибьютор в Украине детского питания Nestle, Bebi, Heinz, Milupa, Frutek, «Винни», «Тихорецкое детское питание», «Симилак») Геннадий Миненко отмечает, что цена уже давно не является решающим фактором при совершении покупки. Для потребителя главным является доступность товара, наличие его в достаточном количестве в торговых точках, длительность присутствия на рынке, широкий ассортимент [4].

Рынок детского питания специфический. С одной стороны, бизнес, связанный с производством и реализацией продуктов детского питания, пытается активно регулировать государство, ограничивая рентабельность производства для отечественных компаний и вводя высокие ввозные пошлины для западных производителей. С другой стороны, компаниям-производителям достаточно легко поддерживать лояльность покупателей, в связи с тем, что большинство родителей не склонно постоянно экспериментировать с ассортиментом детского питания, рискуя здоровьем своих детей.

Таким образом, сейчас основные усилия участников рынка направлены на поиск и завоевание своего потребителя. Поскольку этот рынок все еще находится в процессе развития, шанс увеличить свою долю на рынке детского питания имеют как западные, так и отечественные бренды [4].

Свою роль сыграло и повышение рождаемости, которая в 2008 году составило 4,5 %. Директор Торгового дома «Ласуня» Николай Василецкий уверен, что украинский рынок детского питания растет, главным образом, за счет увеличения производства качественного отечественного детского питания. По его мнению, на сегодняшний день ориентировочная емкость рынка детского питания составляет около 2…2,5 млн. долларов в месяц [4].

По мнению начальника отдела маркетинга ТД «Ласуня» Ярослава Гуменюка, отсутствие централизованной дистрибьюторской сети, предоставляет дополнительный шанс многим западным производителям побороться за потребителя с отечественными компаниями.

Западные вышеназванные производители молочных смесей являются также основными поставщиками продукции, предназначенной для прикорма. Но если в сегменте основного питания отечественным предприятиям конкурировать с ними сложно, то в сегментом прикорма ситуация меняется. Например, на объёме продаж сказывается такой нюанс, как сезонность. «Объемы продаж пюре, соков и каш с добавками традиционных для Украины фруктов и овощей в сезон их переработки резко снижаются», утверждает Геннадий Миненко.

Технологически производить детские консервы может практически любой консервный комбинат. Например, Александра Логвинович рассказывает, что на Владимир-Волынском комбинате готовится к выпуску новый продукт – мясные консервы. «Было закуплено специальное оборудование, почти год ушел на получение соответствующей документации, поскольку этот продукт ранее в Украине не производился. В конце 2009 года первые партии мясного пюре уже появились в продаже. Мы рассчитываем на большие объемы, поскольку рынок прикорма развивается весьма динамично. Это же предприятие планирует перейти на тару европейского типа, что, по мнению госпожи Логвинович, увеличивает шансы продукции в конкурентной борьбе с западными аналогами [3].

Практически все отечественные производители в последнее время расширили ассортимент детского пюре, с различными добавками. Кроме того, компании активно развивают свои торговые марки и вкладывают средства в рекламу, что позволяет им рассчитывать на то, что в течение ближайших двух-трех лет удастся полностью вытеснить импорт из нижнего ценового сегмента и существенно укрепить свои позиции в средней ценовой нише [1]. Наиболее мощным и перспективным производителем детских пюре в Украине является ОАО «Одесский консервный завод детского питания».

На кафедре ТР и ОП ОНАПТ под руководством д.т.н. Дьяконовой А.К. проводится работа по разработке технологии продуктов для детского диетического питания. В настоящее время разработана технология производства фруктовых консервов для детского питания с использованием сахарозаменителя, полученного из листьев стевии, сладость которого в 200 раз выше сладости сахарозы, принятой за единицу. Затраты на производство данного вида консервов значительно ниже, чем при изготовлении его с сахаром, поэтому и расчетная цена составляет порядка 4,46 грн за баночку, по сравнению с продукцией, в рецептуре которой содержится сахар – 4,7 грн. Разработанные консервы обладает лечебно-профилактическими свойствами, так как снижают или полностью исключают нагрузку на поджелудочную железу.

Таким образом, проведенный нами анализ рынка продуктов для детского питания и наметившихся перспектив его дальнейшего развития, показал, что особое внимание следует обратить на расширение ассортимента консервированных продуктов категории прикорма на основе фруктового и овощного сырья. Разработанная технология изготовления фруктовых консервов для детского питания с использованием подсластителя, полученного из листьев стевии, может быть рекомендована для внедрения на ОАО «Одесский консервный завод детского питания» для детей с нарушением обмена веществ. Поскольку данный вид консервов обладает лечебно-профилактическими свойствами, а по цене ниже, чем аналогичные консервы с добавлением сахара, вполне естественно, что разработанный вид консервов будет пользоваться спросом у потребителя.

Литература

1. Технологія продуктів харчування функціонального призначення: Монографія. – М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, Д.В. Федорова та ін. – К.: КНТЕУ, 2008. – 718с.
2. http://pro-consulting.com.ua
3. http://www.dsnews.ua
4. http://www.oriyon.uz

УДК 664.3:351.821

ОСОБЛИВОСТІ СВІТОВОГО ТА НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАКОНОДАВСТВА ЩОДО ЯКОСТІ СПРЕДІВ

Мадані М. М., канд. техн. наук, доцент; Плотнікова К. О., магістр
Одеський державний економічний університет, м. Одеса

Робота містить аналіз національних та міжнародних законодавчих актів щодо спредів. Встановлено відмінності вимог національних нормативних документів щодо якості спредів від міжнародних та зарубіжних.

The work contains examination of national and international laws about spreads. It determins different of national regulations on the quality spreads of international and foreign regulations.

Ключові слова: спреди, продукти з комбінованим жировим складом, законодавство, «Кодекс Аліментаріус».

Виробництво якісних харчових продуктів є одним з пріоритетних завдань держави. Наявність достатньої законодавчо-правової бази кожної з країн визначає ступінь забезпечення якості продукції. Нормативно-правова база щодо якості харчових продуктів повинна враховувати вплив впровадження сучасних технологій, розширення асортименту продукції та вихідної сировини, глобалізації міжнародної торгівлі. Через це національне законодавство, спрямоване на забезпечення та дотримання вимог до якості харчових продуктів у межах країни, має бути гнучким для унеможливлення створення бар'єрів у міжнародній торгівлі.

Незважаючи на поступову інтеграцією країн колишнього СРСР до міжнародних економічних союзів (СОТ, ЄС та ін.) до останнього часу спостерігається відсутність єдиного правового поля, у тому числі у сфері термінології, що максимально ускладнює ідентифікацію, митне оформлення й сертифікацію готової продукції та сировини. В країнах СНД з цієї причини, а також з метою забезпечення якості харчових продуктів та збільшення їх експорту, переглядаються чинні нормативні документи і розробляються нові. Особлива увага приділяється їх гармонізації з міжнародними стандартами ISO, комісії «Кодекс Аліментаріус», директивами й регламентами ЄС за показниками, що гарантують безпеку та якість продовольчої сировини й готової продукції.

Відповідність міжнародним стандартам є головною умовою для забезпечення високої якості продукції, підвищення її конкурентоспроможності, усунення технічних бар'єрів у торгівлі, особливо на ринку країн-учасниць СОТ. В першу чергу це стосується продуктів, які нещодавно з'явилися на ринку, зокрема жирових продуктів комбінованого складу – спредів.

Після появи на світовому ринку емульсійних продуктів з комбінованим жировим складом виникла необхідність розробки нормативних документів, які б регламентували та контролювали їх виробництво. На сьогодні чинними є стандарти комісії «Кодекс Аліментаріус» та європейське законодавство щодо маргаринової продукції. В Росії в 2003 році, в Україні в 2005 році, а в Білорусі у 2008 році були розроблені та впроваджені державні стандарти на спреди. Метою їх були недопущення фальсифікації вершкового масла, захист прав споживачів, впровадження єдиних вимог до показників безпеки і споживчих властивостей цих продуктів та гармонізація з міжнародними нормами.

При цьому російський, український та білоруський стандарти містять різні вимоги до спредів, у тому числі й до термінології, що створює певні ускладнення при експортно-імпортних операціях між цими країнами. Крім того, відсутність в українському законодавстві нормативів щодо продуктів комбінованого жирового складу, які не підпадають під вимоги чинного стандарту, відсутність у ньому класифікації спредів за складом сировини та масовими частками жиру (в т.ч. і молочного) гальмують розвиток ринку продуктів з комбінованим складом.

Для вибору шляхів розв'язання цих проблем необхідно зробити порівняльний аналіз нормативної документації України, країн СНД (зокрема, Росії та Білорусі) і міжнародних стандартів.

Отже, метою нашої роботи є аналіз світової та вітчизняної законодавчо-правової бази щодо якості спредів.

Спред у перекладі з англійської означає «те, що може намазуватися». Цей термін може застосовуватися до будь-якого продукту, здатного намазуватися на хліб. Поняття «спред» стосовно жирового продукту в міжнародній практиці не є стандартизованим. Спреди можуть бути також сирними, м'ясними та ін. В країнах же СНД традиційно спредами називають лише продукти з комбінованим жировим складом, подібні до вершкового масла. Якщо розглядати спред виключно як жировий продукт, то у європейському законодавстві спреди (спредоподібні жири) — це комплексне поняття, яке включає у себе продукти із загальною масовою часткою жиру від 10 до 90 %, що залишаються твердими за температури 20 °С і здатні намазуватися. До них відносять усі жирові продукти від маргарину до вершкового масла [1, с.1].

Європейське законодавство щодо спредів не регламентує конкретний асортимент жирових продуктів. Це питання вирішується з урахуванням національних особливостей кожної країни. Відповідно, окремі законодавчі акти нормують показники якості жирових продуктів з комбінованою жировою фазою, особливості їх виробництва, назви і т.д.

В європейському законодавстві всі спредоподібні жири поділяють на такі групи:

А – молочні жири

В – жири (за винятком молочного)

С – суміші жирові, що складаються з рослинних і/або тваринних продуктів (табл. 1) [1, с.5-6].

Таблиця 1 – Європейська класифікація жирів

Група / Показники	A	B	C
Стан продукту	Тверда, в'язка емульсія, переважно типу «вода в жирі»		
Сировина	Винятково молоко й/або певні молочні продукти, для яких жир – істотний елемент цінності (також інші речовини, якщо вони не використовуються з метою заміни частково чи повністю будь-яких складових частин молока)	Тверді й/або рідкі рослинні й/або тваринні жири, що придатні для споживання людиною, з масовими частками молочного жиру від загальної масової частки жиру	
		Не більше 3 %	10–80 %
Масова частка жиру:	Назви категорій:		
80-90 %	вершкове масло	маргарини	суміші
62-80 %	молочні спреди, %	змішані спреди, %	жирові спреди, %
60-62 %	вершкове масло з ¾ жиру	маргарин з ¾ жиру	суміші з ¾ жиру
41-60 %	молочні спреди, %	змішані спреди, %	жирові спреди, %
39-41 %	напівжирне масло	напівжирний маргарин	напівжирні суміші
< 39 %	молочні спреди, %	змішані спреди, %	жирові спреди, %

У міжнародному законодавстві існує розмежування спредів, виготовлених виключно з молока та молочних продуктів, та спредів, виготовлених з їстівних жирів та олій. Згідно зі стандартами комісії «Кодекс Аліментаріус» усі спреди можна розділити на:

— молочні жирові (dairy spreads);
— жирові (fat spreads);
— змішані (blended spreads).

Варто зазначити, що вимоги до жирових та змішаних спредів викладені в єдиному стандарті CODEX STAN 256-2007. Вимоги до цих продуктів відрізняються лише щодо масової частки молочного жиру. Для жирових спредів вона не повинна перевищувати 3%, для змішаних — бути менше 3 % [2, с.1]. Молочними жировими спредами вважаються пастоподібні молочні продукти з відносно високою масовою часткою жиру, що являють собою емульсію (в основному типу «вода в жирі») та знаходяться у твердому стані за температури 20 °С. Оскільки жирність цих продуктів коливається в межах 10-80 %, то крім молочної сировини вони можуть містити різноманітні добавки (нежирового походження) [3, с.1].

Тобто «спреди» за українським законодавством відповідають жировим продуктам групи С за європейською класифікацією та змішаним спредам за класифікацією «Кодексу Аліментаріус».

Кожна з країн пострадянського простору індивідуально підійшла до впровадження у власні національні стандарти міжнародних вимог до спредів.

Важливим є дослідження питання гармонізації за такими показниками:

— діапазон масової частки загального жиру;
— співвідношення молочних і немолочних жирів.

Насамперед відмінність виявляється у різних підходах кожної країни до визначення такого поняття як «спред».

За українським стандартом спред – це харчовий жировий продукт (емульсія типу «вода в жирі»), який складається з молочного та рослинного жиру з масовою часткою загального жиру від 50 % до 85 % і в якому частка молочного жиру не менша ніж 25 % від загального жиру, із щільною або м’якою консистенцією з (без) додавання харчових добавок, наповнювачів та вітамінів [4, с.4]. Це тлумачення значно відрізняється російського та білоруського і є досить вузьким. У Росії жирність обмежується 39-95 % [5, с.4], в Білорусі 10-90 % [6, с.5]. За російським та білоруським законодавством, спредами також можуть називатися продукти, що містять рослинні жири і не містять молочного жиру взагалі [5, с. 4; 6, с. 5]. Згідно з міжнародним стандартом, спреди можуть містити у своєму складі не лише молочний та рослинні жири, але й жири тваринного й морського походження [2, с.1].

Індивідуальний підхід виявився й у тому, що кожна з країн встановила власну нижню межу масової частки жиру для спредів, при якому продукт ще можна вважати жировим, тобто джерелом жирних кислот у раціоні людини. В Європі та Білорусі гранична межа масової частки жиру знаходиться на рівні 10 %, в Росії – на рівні 39 %, а в Україні – 50 % [1, с.1; 6, с.5; 5, с.4; 4, с.4].

Можна зробити підсумок, що одночасно з впровадженням деяких з положень міжнародних стандартів, країни СНД зробили більш суворими вимоги до немолочної сировини. Стандартами країн СНД обмежений також перелік рослинних жирів, що можуть використовуватися для виробництва спредів. Крім того, у вітчизняній, російській, білоруській та європейській нормативній базі поняття «спред» не є ідентичним, а це призводить до перешкод у міжнародній торгівлі.

Відмінність у підходах різних країн також виявляється в обмеженні масової частки молочного жиру.

Як зазначено вище, найбільш жорсткі вимоги до спредів містить український стандарт. Згідно з рекомендаціями «Кодекс Аліментаріус» масова частка молочного жиру в змішаних спредах повинна бути більша ніж 3 % від масової частки загального жиру, проте більш високий граничний вміст молочного жиру може бути визначений у відповідності з вимогами країни, в якій здійснюється роздрібний продаж [2, с. 1]. В Україні цей показник знаходиться на рівні 25 % і є досить високим [4, с. 4]. Для порівняння, в аналогічних продуктах Росії та Білорусі цей показник становить 15 % [5, с.4; 6, с.8]. Вимоги європейського законодавства до мінімального вмісту молочного жиру – на рівні 10 % [1, с.6].

У ДСТУ 4445:2005 концепція будь-якого змішаного жирового продукту обмежена вимогою обов'язкової масової частки у складі жирової фази 25 % молочного жиру [4, с.4]. Це ускладнює становище виробників цілої групи змішаних жирових продуктів, що мають надзвичайно високі споживчі властивості, але не містять молочного жиру або містять його у кількості менше 25 %.

Одним із критеріїв відповідності продукції міжнародним вимогам є також систематизація та класифікація різних видів жирової продукції на групи згідно з міжнародними вимогами.

Ще одна розбіжність між стандартами полягає у класифікації спредів.

Існують невідповідності щодо європейського принципу групового формування продуктів з комбінованою жировою фазою. Принцип групування жирових продуктів за масовими частками жиру, що засто-

совується в європейському законодавстві, є логічним, проте незручним для вітчизняної систематизації жирових продуктів, особливо з позиції назв окремих груп.

У нашій державі існує лише поділ спредів залежно від технології виробництва та органолептичних показників. У Росії та Білорусі виділяють підгрупи спредів залежно від складу сировини [5, с.4; 6, с.5]. В нормативних документах України відсутній поділ спредів на групи залежно від масової частки жиру. Такий поділ був у російському стандарті ГОСТ 52100-2003, але у зв'язку з обов'язковим маркуванням масової частки жиру на продукті така класифікація втратила чинність.

Для спрощення регулювання та обігу спредів варто розробити єдиний нормативний документ для спредоподібних жирових продуктів, розробивши прийнятну класифікацію. Це було б ще одним кроком до гармонізації національного законодавства з міжнародним. Введення єдиної гармонізованої класифікації спредів сприятиме підвищенню їхньої якості та захисту прав споживачів. Крім того, це пришвидшить розвиток економічних взаємин не тільки між країнами СНД, але й у масштабах СОТ.

Пропонуємо адаптовану до європейської класифікацію спредів за масовою часткою загального жиру з врахуванням національних вимог (табл. 2).

Таблиця 2 – Класифікація спредів за масовою часткою загального жиру

Назва груп спредів:	**Масова частка жиру:**
полегшений	72,6 – 85 %
легкий	61,5 – 72,5 %
надлегкий	50 – 61,4 %

Більш значущим для захисту прав та інтересів споживачів було б застосування класифікації спредів за масовими частками молочного жиру (з вимогою обов'язкового маркування).

Пропонуємо класифікацію спредів за масовою часткою молочного жиру (табл. 3).

Таблиця 3 – Класифікація спредів за масовою часткою молочного жиру

Назва груп спредів:	**Масова частка молочного жиру:**
високомолочний	> 75 %
середньомолочний	50 – 74 %
низькомолочний	25 – 49 %

Групування спредів за жировим складом (в т.ч. і за масовою часткою молочного жиру) дозволить диференціювати спреди, покращити раціональність планування їх виробництва та зручність для споживачів.

Варто зазначити, що у нормативних документах України, Росії та Білорусі вимоги до фізико-хімічних показників якості спредів (окрім масової частки загального, молочного жиру та вологи) та органолептичних істотно не відрізняються [4, с. 5-7; 5, с. 5-6; 6, с. 7-8]. При цьому міжнародне та європейське законодавство не містить конкретних вимог до останніх. На нашу думку, істотним недоліком у законодавстві країн СНД є відсутність шкали оцінок, яку б можна було застосовувати для ідентифікації органолептичних показників якості спредів.

Особливого розгляду потребують вимоги до гранично дозволеної масової частки харчових добавок у спредах. Це питання є недостатньо врегульованим у стандартах країн СНД.

Правила маркування спредів у нормативних документах різних країн істотно не відрізняються.

Нормативи ЄС доволі суворі стосовно інформування споживачів, вони змушують виробників і продавців розкривати всі істотні деталі щодо продукту і запобігають недобросовісному маркетингу. Вимоги до маркування, впроваджені в національні стандарти України, Росії та Білорусі, були гармонізовані з вимогами ЄС. Тому вони є одними з найбільш прогресивних у порівнянні з вимогами інших країн.

Згідно з українським стандартом, щоб унеможливити фальсифікацію вершкового масла, заборонено у назві спредів та жирових сумішей вживати безпосередньо слово «масло», похідні слова від нього або це слово у словосполученнях. Також обов'язковим є вказування масової частки загального жиру (зокрема молочного, як % від масової частки загального жиру) [4, с. 4]. Крім того, для реалізації прав споживачів на достовірну інформацію впроваджений ДСТУ 4518:2008 «Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила». Але вимоги цього стандарту є рекомендованими, до того ж, у ньому відсутні конкретні положення щодо спредів.

За російським стандартом індивідуальна фірмова назва спредів повинна виключати слово «масло» безпосередньо, в словосполученнях, у корені найменування [5, с. 5,12]. Крім того, чинним є ГОСТ Р 51074—2003 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования», що також регулює ці питання.

Основні вимоги до маркування спредів у Білорусі містяться в національному стандарті СТБ 2016—2009 та СТБ 1100—2007 «Пищевые продукты. Информация для потребителей. Общие требования». Хоча в ньому і не вказане пряме обмеження застосування терміна «масло» стосовно фірмової назви спредів, загальні положення виключають таку можливість.

На нашу думку, варто доводити до споживачів інформацію про вміст молочного жиру в загальній масі продукту, а не лише у складі жирової фази. Застосування таких вимог сприятиме більш обґрунтованому вибору спредів споживачами та їхній орієнтації в асортименті цих продуктів.

Ще одним із недоліків правил маркування кожної з цих країн є відсутність детальних вимог до застосування у виробництві спредів нетрадиційних для споживачів жирів, зокрема тропічних. На етикетці варто зазначати їх назву, масову частку в продукті і рекомендації щодо вживання окремими групами населення.

Таким чином, аналіз законодавчого регулювання якості спредів в Україні та за кордоном дозволяє виявити переваги та недоліки національного підходу до розробки стандартів.

Основні вимоги, що висуваються до спредів (і для інших харчових продуктів) у стандартах «Кодексу Аліментаріус» та у нормативах ЄС, стосуються гігієни, безпеки продуктів та їх маркування. Стандарти країн СНД містять дуже детально сформульовані технічні вимоги, яким в усіх відношеннях має відповідати продукція. З одного боку, це гарантує більш високі споживчі властивості спредів, а з іншого — створює певні перешкоди у впровадженні новітніх технологій та застосуванні сучасних матеріалів. А це, в свою чергу, обмежує асортимент продукції для споживачів.

Як підсумок проведеної роботи можна сформулювати твердження: як Україна, так і інші країни СНД мають недосконалу законодавчу базу, що регулює якість спредів. Стандарти та технічні регламенти насправді лише частково гармонізовані зі стандартами інших країн СНД та зі стандартами ЄС.

В українському законодавстві варто зосередити увагу на продуктах комбінованого жирового складу, що не входять до сфери регулювання ДСТУ 4445:2005. Для вирішення даного питання необхідно розробити власні національні стандарти щодо таких продуктів, гармонізувавши їх з міжнародними, або ввести істотні зміни до чинного ДСТУ.

Дослідження нормативних документів з цієї позиції можна використовувати для вдосконалення власної нормативної бази, захисту українських виробників і споживачів та, найголовніше, реформування системи технічного регулювання в Україні.

Література

1. EU Margarine legislation: Council Regulation(EC) no 2991/94 of 5 december 1994 (Законодавство ЄС з маргаринової продукції).
2. Standard for Dairy Fat Spreads (Стандарт на молочные жировые спреды): CODEX STAN 253–2006.
3. Standard for Fat Spreads and Blended Spreads **(**Стандарты на жирные и смешанные продукты): CODEX STAN 256–2007.
4. Спреди та суміші жирові. Загальні технічні умови: ДСТУ 4445–2005. – [Чинний від 9 серпня 2005 р.]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006.
5. Спреды и смеси топленые. Общие технические условия: ГОСТ Р 52100–2003. – [Действителен от 30 июня 2003 г.]. – М.: Госстандарт России, 2003.
6. Продукты масложировые пищевые. Маргарины и спреды. Общие технические условия: СТБ 2016–2009. – [Действителен от 01 марта 2009 г.]. – Минск: Госстандарт, 2009.

УДК 663.93:667.7.035.7

РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОЇ МЕТОДИКИ СЕНСОРНОЇ ОЦІНКИ КАВИ НАТУРАЛЬНОЇ РОЗЧИННОЇ

Кунділовська Т.А., канд. техн. наук, доцент, Коцієвська К.В.
Одеський державний економічний університет, м. Одеса

Робота містить аналіз документації щодо сенсорної оцінки кави натуральної розчинної, пропозиції стосовно вдосконалення методики такої оцінки. Розроблено п'ятибалову шкалу оцінки якості кави. Наведені приклади використання розробленої методики.

The work contains examination of documentation about coffee sensory analysis and suggestions of its improvement. Numbers scale of analysis has been developed. There are examples of developed methodology usage.

Ключові слова: кава, органолептична оцінка, балова шкала.

Вступ

Кава — один з найпопулярніших серед людства напоїв. Згідно з даними ICO (International Coffee Organization — Міжнародної кавової організації), рівень споживання кави середньостатистичною людиною становить близько 4,2 кг на рік. У нашій країні цей показник доволі невисокий і становить лише 1,37 кг на рік [1, с.5].

В Україні якість кави регулюється стандартом ДСТУ 4394:2005 «Кава натуральна розчинна. Загальні технічні умови». Однак вимоги, викладені в ДСТУ 4394:2005, не дають можливості повно оцінити якість кави розчинної порошкоподібної, гранульованої та сублімованої за органолептичними показниками, бо наведена у стандарті методика недостатньо деталізована та конкретна.

Метою цієї роботи стала розробка шкали для балової оцінки за органолептичними показниками кави натуральної розчинної, в тому числі для кожного виду кави залежно від технології виготовлення. Запропонована шкала базується на сучасних методиках сенсорного оцінювання якості продуктів.

Основна частина

Кава за товарознавчою класифікацією належить до смакових товарів. За загальноприйнятим визначенням, смакові товари – це різноманітні за хімічною природою продукти, які характеризуються відповідною фізіологічною дією на організм людини, збуджують центральну нервову систему і стимулюють роботу травної системи, поліпшують засвоєння їжі [2, с. 28].

Загалом кава поділяється на два різновиди: кава натуральна, що являє собою оброблені різним чином плоди кави (зелені або смажені, подрібнені, додатково ароматизовані тощо) та кава натуральна розчинна. Розчинна кава, в свою чергу, залежно від технології виготовлення може бути порошкоподібною, гранульованою (агломерованою) та сублімованою.

На відміну від інших харчових продуктів, смакові товари люди споживають не для задоволення потреб у поживних речовинах, а насамперед заради насолоди. Забезпечується вона смаком та ароматом продуктів. Через це до органолептичних властивостей кави повинні ставити дуже детальні вимоги.

В ДСТУ 4394:2005 пунктом 5.1.2 передбачено такі вимоги до органолептичних показників [3, с. 7]:

Таблиця 1 – Органолептичні показники якості кави натуральної розчинної

Назва показника	Характеристика видів натуральної розчинної кави		
	порошкоподібна	гранульована	сублімована
Зовнішній вигляд	Дрібнодисперсний, сипкий порошок, без грудочок	Крихкі агломеровані частинки різних форм і розмірів, пористої структури	Щільні частинки різної форми і розмірів, з гладенькою або злегка шорсткою поверхнею
		Дозволено не більше, ніж 0,3 % зруйнованих до дрібнодисперсного порошку гранул або частинок	
Колір	Від світлого до темно-коричневого, однорідний за інтенсивністю		
Смак і аромат	Виражені, з різними відтінками, які властиві даному продукту. Не дозволено сторонній присмак і запах		

Якщо розглянути загальну структуру більшості стандартів, що містять технічні умови для виробництва продукції, можна стверджувати, що застосовувані органолептичні методи оцінки продукту не дають змоги об’єктивно оцінити товари. Зазвичай оцінка проводиться одним фахівцем, а умови чітко не сформульовані: поруч із переліком органолептичних показників стоять лише терміни «типовий», «характерний» чи «властивий». Цей недолік є і в ДСТУ 4394:2005. Сучасні ж вимоги до сенсорної оцінки передбачають чіткі характеристики для кожного показника, формування із кваліфікованих спеціалістів груп оцінки для забезпечення об’єктивності [4, с. 127].

Для сенсорної оцінки якості розчинної кави доцільно використовувати баловий метод. Цей метод дозволяє встановити рівні часткової і загальної якості. Під час оцінювання продукції група експертів-випробувачів виставляє зразкам бали від мінімальних до максимальних за методикою, що встановлена для даного продукту. За умови використання обґрунтованої балової системи такий метод забезпечує отримання достатньо об’єктивних, надійних, відтворюваних результатів дослідження.

Найзручнішою і найбільш розповсюдженою з існуючих шкал оцінки виробів є п’ятибальна шкала [4, с. 83]. При використанні такої шкали для кожного продукту виділяється певна кількість важливих саме для нього органолептичних показників. Для цих показників визначаються коефіцієнти вагомості, що вказують на важливість показника при формуванні споживчої цінності продукції. Сума коефіцієнтів вагомо-

сті складає 1. За кожний показник експерти-випробувачі виставляють бал від 5 (найвища якість) до 1 чи 0 (продукт взагалі не є їстівним). При визначенні загальної оцінки використовують формулу:

$$Б_{заг} = Б_{см} \cdot К.в._{см} + Б_{ар} \cdot К.в._{ар} + ... + Б_{п} \cdot К.в._{п}, \quad (1)$$

де Б — бали, отримані за одиничними показниками, наприклад, за смак продукту, аромат;

$К_в$ — коефіцієнти вагомості відповідних показників.

Загалом порядок розробки балової шкали для оцінки будь-якого виду виробів наступний:

— виділення одиничних показників якості продукції;

— складання схем, таблиць, в яких кожному рівню якості певного показника відповідає словесна характеристика;

— градація цих показників за важливістю, розрахунок коефіцієнтів вагомості;

— встановлення мінімальних значень для вагомих показників;

— встановлення загальної мінімальної оцінки, яку повинна мати якісна продукція.

Відповідно до пропонованого порядку нами розроблена балова шкала для оцінки кави. Традиційно вважається, що найбільш значущими показниками якості кави є її смак та аромат [5, с. 47]. Також необхідно оцінювати зовнішній вигляд, який зумовлюється консистенцією, та колір кави.

Для розробки повної методики дослідження необхідно також визначити вимоги до експертної групи та умов проведення дослідження.

Можливі розміри експертної групи та умови проведення сенсорного дослідження кави не повинні принципово відрізнятися від загальноприйнятих. Приміщення для проведення дослідження має відповідати вимогам ISO 8589:1988 «Органолептичний аналіз. Керівництво з проектування приміщень для дослідження». Для формування експертної групи і проведення дослідження залучаються п’ять експертів-випробувачів [4, с.135].

Незважаючи на значну популярність кави, єдина усталена методика її оцінки так і не склалась. Тому для визначення еталонних смаку та аромату кави доцільно звернути увагу на її хімічний склад та речовини, що визначають якість кави.

Смак кави розчинної відповідає смаку кави натуральної, з якої вона отримана. Смак натуральної кави формується під час її обсмаження і залежить від дубильних речовин, кислот, продуктів карамелізації, що утворюються під дією високих температур [6, с.71].

Дубильні речовини зумовлюють гіркість кави. Сорт кави робуста містить більше дубильних речовин, тому її смак більш гіркий, ніж в арабіки. Основою дубильних речовин кави є хлорогенова кислота. Вона надає каві в’язкий, слабко-кислий смак, жорсткий кріпкий присмак, зумовлює повноту відчуття. Білки і цукри кави внаслідок реакції меланоїдиноутворення під час обсмаження надають їй кольору, сприяють утворенню смакових і ароматичних речовин. Алкалоїд тригонелін надає каві гіркоти, аромату.

Аромат каві, крім тригонеліну та продуктів меланоїдиноутворення і розпаду хлорогенової кислоти, надають фурфурол і фурфуроловий спирт, які утворюються з полісахаридів кавового зерна.

На основі аналізу складу зерен кави робимо такий висновок: для того щоб задовольнити потреби споживача, смак кави має бути гармонійним і типовим для кави. Для цього він повинен бути гірким і кислим, після ковтання повинен залишатися в’язкий присмак.

Треба звернути увагу на той фактор, що якщо смак різних видів кави залежно від технології виготовлення є схожим, аромат її дуже сильно залежить від виду. Причиною цього є дуже швидке випаровування ароматичних речовин з кави смаженої. Через це її рекомендують розмелювати лише перед споживанням. Зберегти ж таким чином увесь комплекс ароматичних речовини в каві розчинній неможливо. Найближчою до натуральної за ароматом є кава сублімована [7, с. 102].

Отже, можна встановити такі вимоги до аромату кави натуральної розчинної: його гармонійність, типовість для кави, наявність аромату смаженої кави. Тож, хоча аромат розчинної кави значно бідніший за аромат кави натуральної, він повинен бути приємним споживачеві.

Слід також зауважити, що для встановлення типовості та «кавовості» смаку й аромату каву розчинну необхідно порівнювати з кавою натуральною.

Зовнішній вигляд та колір кави розчинної залежать від способу її отримання. Так, кава порошкоподібна являє собою дрібний порошок коричневого кольору, кава агломерована – крихкі гранули неправильної форми, пористі, більш темного кольору. Кава сублімована світліша, має вигляд багатогранних кристалів, приблизно однакових за розміром, проте різноманітних за формою.

Таким чином, нами розроблені характеристики для оцінки органолептичних властивостей кави натуральної розчинної, що наведені в таблиці 2:

Таблиця 2 – П'ятибалова шкала органолептичної оцінки кави натуральної розчинної

Показник	Оцінка (балів)	Характеристика для кави		
		порошкоподібної	гранульованої	сублімованої
Смак	5	Типовий для кави, з легким присмаком гіркоти, з кислинкою, залишає в'язкий присмак. Смак сильний і гармонійний, без сторонніх присмаків		
	4	Типовий для кави, проте не досить сильно виражений		
	3	Смак сильний, однак злегка негармонійний, з перевагою гіркоти або кислинки		
	2	Смак досить сильний, з присмаком гіркоти і в'язкістю, однак відчутний незначний сторонній присмак		
	1	Смак схожий на смак кави, проте наявний відчутний сторонній присмак, смак негармонійний		
Аромат	5	Сильний та гармонійний аромат, типовий для кави, доволі насичений, без сторонніх відтінків		
	4	Аромат слабкий, невиражений, але характерний для кави, приємний		
	3	Аромат приємний, проте негармонійний, з перевагою аромату смаженої кави		
	2	Аромат загалом приємний, проте відчутні сторонні відтінки		
	1	Аромат нетиповий для кави, негармонійний		
Колір	5	Від світло- до темно-коричневого, рівномірний	Коричневий або темно-коричневий, рівномірний	Світло-коричневий або коричневий, рівномірний
	4	Колір рівномірний, проте з різними відтінками	Колір рівномірний, проте з різними відтінками	Колір рівномірний, проте з різними відтінками
	3	Частинки мають різноманітні відтінки від світло- до темно-коричневого	Гранули мають різноманітні відтінки від світло- до темно-коричневого	Кристали мають різноманітні відтінки від світло- до темно-коричневого
	2	Колір недостатньо рівномірний, є декілька частинок набагато світліших або темніших за основну масу	Колір недостатньо рівномірний, є декілька гранул набагато світліших або темніших за основну масу	Колір недостатньо рівномірний, є декілька кристалів набагато світліших або темніших за основну масу
	1	Колір дуже нерівномірний	Колір дуже нерівномірний	Колір дуже нерівномірний
Зовнішній вигляд	5	Однорідний дрібнодисперсний порошок, без грудочок	Однорідні крихкі гранули приблизно однакового розміру, без зруйнованих гранул і порошку	Однорідні кристали правильної форми, з однорідною шорсткуватою поверхнею, вигляд зовні і на зламі однаковий
	4	Дрібнодисперсний порошок з частинками різних розмірів	Різні за розміром і формою крихкі гранули	Доволі однорідні кристали різного розміру і форм, з однорідною шорсткуватою поверхнею, вигляд зовні і на зламі однаковий, деякі зруйновані
	3	Однорідний дрібнодисперсний порошок з декількома грудочками, що легко розсипаються	Гранули неоднорідні за розміром, деякі зруйновані	Доволі однорідні кристали різного розміру і форми, однакові зовні і на зламі, на поверхні відчутна невелика кількість пилу від зруйнованих кристалів
	2	Неоднорідний за розміром частинок порошок, є поодинокі стійкі грудочки	Гранули неоднорідні за розміром, велика кількість зруйнованих	Кристали неоднорідні, деякі зруйновані, вигляд на зламі і зовні однаковий, помітний пил від зруйнованих кристалів
	1	Неоднорідна консистенція, спричинена значною кількістю грудочок	Гранули дуже неоднорідні, деякі зруйновані, помітний порошок від зруйнованих гранул	Кристали неоднорідні, деякі зруйновані, неоднаково виглядають зовні і на зламі, помітний порошок від зруйнованих кристалів

Визначаємо коефіцієнти вагомості для кожного з показників якості кави. Для цього аналізуємо погляди експертів щодо найбільш значущого показника. Отримані нами результати:

- смак — 0,45;
- аромат — 0,20;

— колір — 0,15;
— зовнішній вигляд — 0,15.

Загальну якість кави розраховуємо за допомогою формули (1). Результат загальної оцінки кави при органолептичному дослідженні її якості повинен становити не менше ніж 3,75 бала, при цьому середня оцінка, отримана кавою за смак, має бути не менше 4 балів.

Слід зауважити, що експерти головним недоліком таких п'ятибалових шкал вважають можливість визнання якісними товарів, які мають незначні, проте численні недоліки. Також існує ймовірність реалізації фальсифікованих товарів, найсуттєвіший з органолептичних показників яких штучно поліпшено за допомогою ароматизаторів, стабілізаторів тощо. Дієвий спосіб попередження нечесної підприємницької практики – обмеження граничної кількості дефектів [4, с. 170].

Зокрема, якщо кава отримала оцінку 1 бал за будь-який з показників, але завдяки високій оцінці з інших показників має оцінку вищу за 3,75 балів, вона все одно повинна вважатися несортним товаром. У випадку ж, якщо кава отримала оцінку 2 бали за двома з показників, а загальна оцінка вища за 3,75 бала, потрібно провести повторне оцінювання якості з залученням більшої експертної групи.

Наприклад, для кави незадовільної консистенції, відповідно до формули (1), отримаємо:

$$Б_{заг} = 5 \cdot 0{,}45 + 4 \cdot 0{,}20 + 4 \cdot 0{,}15 + 1 \cdot 0{,}15 = 2{,}25 + 0{,}8 + 0{,}6 + 0{,}15 = 3{,}8\,, \qquad (2)$$

для кави з поганою консистенцією та кольором, однак поліпшеними ароматом і смаком:

$$Б_{заг} = 5 \cdot 0{,}45 + 5 \cdot 0{,}20 + 2 \cdot 0{,}15 + 2 \cdot 0{,}15 = 2{,}25 + 1{,}0 + 0{,}3 + 0{,}3 = 3{,}85\,. \qquad (3)$$

На нашу думку, для свідомого вибору товару необхідно надати споживачеві інформацію щодо відповідності ціни кави її якості. Для цього доцільно буде запровадити розподіл кави за ґатунками: при отриманні кавою оцінки від 3,75 до 4,4 бала вона відноситься до першого ґатунку, при отриманні нею більше ніж 4,4 бала вона відноситься до вищого ґатунку, при цьому середня оцінка, отримана за смак, повинна становити 4,5 бала або вище.

Проведене дослідження має практичне значення. Зокрема, запропонована шкала використовувалася під час оцінювання групою експертів зразків кави розчинної гранульованої та сублімованої. В якості зразка 1 розглядали каву гранульовану *Elite Fort*, що має приємний смак з відчутними гіркотою і кислинкою, в'язкістю, слабкий аромат, темно-коричневий колір з різними відтінками, однорідні цілі гранули. Зразок 2 — кава сублімована *Tchibo Exclusive*, що має типовий, але негармонійний смак з перевагою гіркоти, сильний та гармонійний аромат з відчутними кавовими нотками, кристали доволі однорідні, проте серед них є й зруйновані, колір — різних відтінків від світло- до темно-коричневого. Результати оцінювання зразків наведені в таблиці 3.

Проаналізувавши наведені в таблиці 3 результати, можна зробити висновок, що відповідно до запропонованої шкали кава *Elite Fort* є якісною, проте належить до першого ґатунку. Кава *Tchibo Exclusive* є несортною.

Таблиця 3 – Результати оцінки зразків кави натуральної розчинної

Показник якості	Коефіцієнт вагомості	Зразок 1		Зразок 2	
		Балова оцінка	Загальна якість	Балова оцінка	Загальна якість
Смак	0,45	5	2,25	3	1,35
Аромат	0,25	3	0,75	5	1,25
Колір	0,15	4	0,6	4	0,6
Зовнішній вигляд	0,15	5	0,75	3	0,45
Загальна оцінка			4,35		3,65

Висновок

У наведеній роботі було проведено критичний розгляд існуючої системи органолептичної оцінки кави натуральної розчинної, наведено аргументи для розробки шкали сенсорної оцінки кави. З цією метою були розглянуті органолептичні показники якості кави, фактори їх формування. Були встановлені еталонні значення цих показників, а на їх основі – градація рівнів якості. Розроблена п'ятибалова шкала для сенсорної оцінки якості кави. Запропонована шкала відповідає сучасним тенденціям у розвитку органолептики. Приклади оцінки якості кави, для якої була застосована розроблена шкала, продемонстрували, що її використання дає змогу отримати чіткі й однозначні результати.

Експертна група визначила граничні рівні допустимих дефектів для кави та суму балів, необхідну для віднесення кави до першого та вищого ґатунків. Таке обмеження дефектів не дає змогу реалізовувати продукцію, що має багато незначних невідповідностей вимогам нормативної документації.

Розроблена шкала органолептичної оцінки кави натуральної розчинної може застосовуватися на практиці для оцінки якості кави під час її сертифікації, при навчанні спеціалістів методикам оцінки якості.

Література

1. Звіт щодо ринку кави. – Режим доступу: http://dev.ico.org/documents/cmr-0310-e.pdf
2. Сирохман І.В. Товарознавство смакових товарів / Сирохман І.В., Раситюк Т.М. – Львів: Видавництво ЛКА, 2003 – 426 с.
3. Кава натуральна розчинна. Загальні технічні умови : ДСТУ 4394:2005. – [Чинний від 1 січня 2006 р.] – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 26 с.
4. Родина, Т. Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Т. Г. Родина. – М. : Академия, 2004. – 208 с.
5. Нахмедов Ф.Г. Технологія кавопродуктів / Фарух Гідаятович Нахмедов. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 183 с.
6. Шкарупа В.Ф. Товарознавство продовольчих товарів. Продукти рослинного походження: Опорний конспект лекцій / Шкарупа В.Ф. – Київ: КНТЕУ, 2003. – 182 с.
7. Чепурной И.П. Товароведение и экспертиза вкусовых товаров / Чепурной И.П. – М.: Маркетинг, 2002. – 404 с.