ISSN 2073-8730

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВІ ПРАЦІ

ВИПУСК 40

ТОМ 2



ОДЕСА
2011

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

НАУКОВІ ПРАЦІ ОНАХТ

Випуск 40, том 2, 2011

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.
Іоргачова К.Г., 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.
Хобін В.А., д-р техн. 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 № 1 від 6.09.2011 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: 2011. – Вип. 40. – Том 2. – 440 с.

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

© Одеська національна академія харчових технологій, 2011 р.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ І ГІДРОБІОНТІВ

THE INVESTIGATION OF ENZYMATIC HYDROLYSIS OF GLUCOSINOLATES BY MYROSINASE OF MUSTARD SEEDS
Bezusov A.T., Liato V.I. 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БУРЯКОВОГО СОКУ НА ЙОГО ЯКІСТЬ
Сторожук В.М., Галак О.В. 7

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СПОСОБУ ПРОТИРАННЯ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ПЮРЕ З ЧОРНИЦІ
Хомич Г.П., Капрельянц Л.В., Лозовська Т.С., Федоренко І.В. 10

УСТАНОВЛЕНИЕ, АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РИСКОВ ОПАСНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ
Пилипенко Л.Н., Пилипенко И.В., Гайдукевич Д.К., Куличенко Д.П., Викуль С.И. 15

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ – ЗАПОРУКА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ
Осадчук І.В., Задорожний А.В. 20

ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ДЖЕМОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ
Бочарова О.В. 26

ТЕСТ-ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛІФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК В РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ
Бельтюкова С.В., Бичкова Г.О. 31

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ И ТЕМПЕРАТУРОЙ НА ЦВЕТ ПРОДУКТОВ И ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ПРЯНЫХ ТРАВ
Охременко С.И, Соколов С.А. 34

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕТУЧИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКОМ СЫРЬЕ СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОХРАТОКСИНА А В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ
Силич М.В. 39

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОХРАТОКСИНА А В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ
Рослик В.Л., Еремич Т.Н. 42

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ КОМПЛЕКС ЕКСПРЕС-КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ РОСЛИННИХ СОКІВ
Побережець І.І., Романовська Т.І., Романовський І.Я. 44

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ВІДНОВЛЕННЯ АРОМАТИЧНИХ СПОЛУК
Дубова Г.Є. 47

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ СУШКИ ЯБЛОЧНЫХ ЧИПСОВ
Никитенко А.Н., Егорова З.Е., Слижук Д.С. 51

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ КОНСЕРВІВ ІЗ БАКЛАЖАНІВ
Токар А.Ю., Миронюк С.С., Худік Л.М. 57

ПРОБЛЕМЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ОТРАСЛИ: РЕАГЕНТЫ, МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ
Тищенко В.Н., Шалыгин А.В. 60

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЧАЙНИХ НАПОЇВ
Коваленко О.О., Безусов А.Т., Вєтров Д.І., Постол Н. 66

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ СТАНУ ВОДИ В ХАРЧОВИХ РОСЛИННИХ МАТЕРІАЛАХ НА ТЕПЛОТУ ВИПАРОВУВАННЯ
Дмитренко Н.В., Дубовікова Н.С., Снєжкін Ю.Ф., Михайлик В.А., Декуша Л.В., Воробйов Л.Й. 71

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВОДИ В КРОХМАЛЬНИХ СУСПЕНЗІЯХ ТА КЛЕЙСТЕРАХ
Грабовська О.В., Парняков О.С., Михайлик В. А. 76

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ МЕМБРАННОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КОНСЕРВНИХ ВИРОБНИЦТВ
Коваленко О.О., Патік Т.П. 80

ІННОВАЦІЙНА АНАЕРОБНО-АЕРОБНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ТА ВІДХОДІВ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
Куц А.М., Шиян П.Л., Домарецький В.А., Мельник І.В. 84

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ТЕРМІНІВ ЗБИРАННЯ ПЕРИКАРПУ ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА З МАКСИМАЛЬНИМ ВМІСТОМ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН
Тюрікова І.С 87

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛИДИСПЕРСНЫХ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ
Черевко А.И., Одарченко А.Н. 90

ВПЛИВ ВИДУ УПАКОВКИ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЗАМОРОЖЕНИХ ЯГІД СУНИЦІ
Заморська І.Л. 94

НАУЧНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ХРАНЕНИЯ СВЕЖЕЙ ТЕПЛИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ
Медведкова И.И., Попова Н.А. 96

РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СОРТАМЕНТУ ГРУШІ ЛІТНЬОГО СТРОКУ ДОСТИГАННЯ РАЙОНОВАНИХ В УКРАЇНІ ТА ЙОГО КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ
Колтунов В.А., Гіджеліцький В.М., Мазур В.А. 99

ВИВЧЕННЯ ВТРАТ РЕЧОВИН ПРИ КИСЛОТНІЙ ЕКСТРАКЦІЇ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК З ЯДРА СОНЯШНИКОВОГО НАСІННЯ
Перцевой Ф.В., Бідюк Д.О. 104

ЗАЛЕЖНІСТЬ ВМІСТУ ПІГМЕНТІВ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ ВІД СПОСОБУ ЇЇ ДОБУВАННЯ
Романовська Т.І., Романовський І.Я. 108

АНАЛІЗ СТАНУ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РИБНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ
Добробабіна Л.Б., Кушніренко Н.М. 111

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЯ СЕМЕЙСТВА КЕФАЛЕВЫХ
Маноли Т.А., Чибич Н.В. 114

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНОЛИТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНЫХ БЕЛКОВЫХ МАСС
Виннов А.С., Маноли Т.А. 117

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ВОЛОГОУТРИМУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ ШПРОТУ І СМАКУ ВІД МАСОВОГО ВМІСТУ ХЛОРИДУ КАЛІЮ У ПОСОЛЬНІЙ СУМІШІ
Манолі Т.А., Памбук С.А., Нікітчіна Т.І. 120

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ И МИКРОБНЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ КАК СТУДНЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ
Богомолова В.В., Виннов А.С., Никитчина Т.И. 124

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭХА СИСТЕМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СОЛЕНОГО ПОЛУФАБРИКАТА В ПРОИЗВОДСТВЕ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ ПОНИЖЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ
Виннов А.С., Охрименко Л.В., Безусов А.Т. 127

УБОЙНЫЕ КАЧЕСТВА ДВУЛЕТНЕГО КАРПА (*CYPRINUS CARPIO* L.), ВЫРАЩЕВАЕМОГО В УСЛОВИЯХ АВТОХТОННОЙ ОДНОВОЗРАСНОЙ ПОЛИКУЛЬТУРЫ
Николова Л.Н., Дочин К.Т. 130

УБОЙНЫЕ КАЧЕСТВА ДВУЛЕТНЕГО БЕЛОГО АМУРА (CTENOPHARYNGODON IDELLA VAL.), ВЫРАЩИВАЕМОГО В УСЛОВИЯХ АВТОХТОННОЙ ОДНОВОЗРАСНОЙ ПОЛИКУЛЬТУРЫ
Николова Л.Н., Дочин К.Т. 135

СВОЙСТВА ВОДЫ И ВОПРОСЫ КОНСЕРВАЦИИ
Антонченко В.Я., Максимюк Л.Н. 139

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ РИНКУ ТА РЕГЛАМЕНТАЦІЇ БУТИЛЬОВАНИХ ПИТНИХ ВОД
Стрікаленко Т.В., Ляпіна О.В., Зайцева Л.С. 142

РОЗДІЛ 2
БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА БАД

ОСОБЕННОСТИ УКРАИНСКОГО РЫНКА ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
Мардар М.Р., Суханова Ю.П. 148

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗАЩИТНОЙ ФОРМЫ ПРОБИОТИКОВ В УСЛОВИЯХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА IN VITRO
Воловик Т.Н., Капрельянц Л.В., Гоцуленко М.И. 151

ИММОБИЛИЗАЦИЯ ТРИПСИНА В ИНТЕРПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ КОМПЛЕКС ХИТОЗАН-ПЕКТИН
Черно Н.К., Капустян А.И. 154

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ БИОСИНТЕЗА ПОЛИФРУКТАНОВ ИЗ САХАРОЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА С ИНУЛИНСИТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ
Безусов А.Т., Пилипенко И.В., Средницкая З.Ю. 158

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОЖИВНИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ *PLEUROTUS OSTREATUS*
Величко Т.О., Зубарева І.М., Мітіна Н.Б., Ткаля О.І., Шаталін Д.Б. 165

ГЛЮКУРОНОКСИЛАНЫ НЕТРАДИЦИОННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ
Килименчук Е.А., Величко Т.А. 168

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЛИЗОЦИМСОДЕРЖАЩИХ БИОПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ
Озолина С.А., Тирон-Воробьева Н.Б. 173

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕКСТРАКТІВ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ
Бурдо А.К., Тележенко Л.М. 177

ПРОБІОТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ШТАМІВ ЛАКТОБАКТЕРІЙ ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ У ЛІОФІЛІЗОВАНОМУ СТАНІ
Страшнова І. В. 180

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЖИРОВМІСНОГО ОЗДОБЛЮВАЛЬНОГО НАПІВФАБРИКАТУ, ЩО МІСТИТЬ ГЕМОВЕ ЗАЛІЗО
Гавриш А.В., Євлаш В.В., Нємiріч О.В. 186

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ КАПСУЛЬНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ПРОБІОТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ У СКЛАДІ ЗБИВНОЇ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ
Кондратюк Н. В. 191

ВИВЧЕННЯ ЕМУЛЬГУВАЛЬНИХ І СТАБІЛІЗУЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРОХМАЛЬНИХ ДИСПЕРСІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ДЕСЕРТІВ ЕМУЛЬСІЙНОГО ТИПУ
Пивоваров П.П., Гринченко О.О., Мостова Л.М. 196

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМПЛЕКСНОЇ ДОБАВКИ «ПОЛІМІКС» НА СИРОВИНУ З ВАДАМИ PSE ТА DFD
Віннікова Л.Г., Асауляк А.В., Стинга Л.М., Зюзько А.В. 201

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ М'ЯСНИХ ПАШТЕТІВ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
Солецька А.Д., Асауляк А.В. 205

ЗМІНИ БІЛКІВ М'ЯСА ПРИ ЗАМОРОЖУВАННІ
Віннікова Л.Г., Шарпе Г.О., Янкова К.Д. 208

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВОЛОГИ У М'ЯСНИХ ЗАМОРОЖЕНИХ ПОСІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТАХ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМПОЗИЦІЇ «КРІОЛАКТ»
Янчева М.О., Яковлева Ю.В. 211

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АНТИОКСИДАНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУТИЛГІДРОКСИТОЛУОЛУ ТА ПОЛІФЕНОЛЬНОЇ ДОБАВКИ З ВИНОГРАДНОГО НАСІННЯ «ЕНОАНТ»
Савінок О.М., Літвінова І.О., Жовтан С.А., Огай Ю.О. 214

CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF MUSCULUS LONGISSIMUS DORSI OF PIGS KEPT AT DIFFERENT TEMPERATURES
Kuzelov A., Savinok O, Angelkova T.. 218

ХАРАКТЕРИСТИКА МИЦЕЛЛ КАЗЕИНА КОЗЬЕГО И КОРОВЬЕГО МОЛОКА
Рыжкова Т.Н., Бондаренко Т.А. 222

СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФОСФАТОВ В КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЯХ
Патюков С.Д. 226

ІДЕНТИФІКАЦІЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОВБАСИ ВАРЕНОЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗЕРНОБОБОВОЇ СИРОВИНИ НУТУ
Холодова О.Ю., Кійко В.В. 230

ЛАКТАТ НАТРІЮ – БАР'ЄР ДЛЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ВАРЕНИХ КОВБАС
Молоканова Л.В., Квасніков А.А. 233

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ КОМБІНОВАНИХ М'ЯСО-РОСЛИННИХ ФАРШІВ
Авдєєва Л.Ю., Гречана І.В. 236

ЕМУЛЬГУВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ДОБАВОК АЦИЛГЛІЦЕРИННОЇ ПРИРОДИ В М'ЯСНИХ СИСТЕМАХ
Мурликіна Н.В., Янчева М.О., Упатова О.І. 239

ОЦІНКА БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ БІЛКОВОГО СТАБІЛІЗАТОРА З КОЛАГЕНВМІСНОЇ СИРОВИНИ
Кишенько І.І., Донець О.В., Гащук О.І. 245

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЛЮКОЗНО-ФРУКТОЗНИХ СИРОПІВ НА КІЛЬКІСТЬ ВІЛЬНОЇ ТА ЗВ'ЯЗАНОЇ ВОЛОГИ У МОЛОЦІ ЗГУЩЕНОМУ ТЕРМІЧНО ОБРОБЛЕНОМУ
Скорченко Т.А., Шпачук Л.В. 248

ПІДВИЩЕННЯ БАКТЕРІАЛЬНОЇ ЧИСТОТИ МОЛОКА- СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО СИРУ
Буділович І.В. 252

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ З УВТ-МОЛОКА
Кострицька О.О. 257

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРЧОВОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ СУХОГО МОЛОЧНО-БІЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТУ ЗІ СКОЛОТИН
Дейниченко Г.В., Юдіна Т.І., Бесіда С.М. 260

ВПЛИВ АДІАБАТНОГО ЗАКИПАННЯ ТА КАВІТАЦІЇ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ МОЛОКА ПРИ ЙОГО ОБРОБЦІ ЗА ТЕРМОВАКУУМНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ
Шурчкова Ю.О., Целень Б.Я., Недбайло А.Є., Іваницький Г.К. 263

АНАЛІЗ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ СИРНОЇ ПИЛЮКИ
Шинкарик М.М., Кравець О.І. 266

ЗАВИСИМОСТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ МОЛОКА ОТ ПОРОДЫ КОРОВ ПРИ КОРМЛЕНИИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД
Николов В.С., Захариев Д.Л., Михайлова Г.С. 269

ЗАВИСИМОСТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ МОЛОКА ОТ ПОРОДЫ КОРОВ ПРИ КОРМЛЕНИИ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД
Николов В.С., Захариев Д.Л., Михайлова Г.С. 273

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АНТИОКСИДАНТІВ ФЕНОЛЬНОЇ ПРИРОДИ НА ГАЛЬМУВАННЯ ОКИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ЗБЕРІГАННІ СПРЕДІВ
Лисогор Т.А., Могилянська Н.О., Дідух Н.А.. 277

КОНСЕРВИРОВАНИЕ ТОМАТНЫХ СОУСОВ И КЕТЧУПОВ В ПОЛИМЕРНОЙ ТАРЕ ТИПА «ДОЙ-ПАК»
Верхивкер Я.Г., Мирошниченко Е.М. 283

РОЗДІЛ 4
НОВІ ТЕХНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ У ВИНОРОБСТВІ

КРИОКОНЦЕНТРИРОВАНИЕ СТОЛОВЫХ СУХИХ ВИНОГРАДНЫХ ВИНОМАТЕРИАЛОВ КАК СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ДЕСЕРТНЫХ ВИННЫХ НАПИТКОВ
Радионова О.В., Осипова Л.А.. 287

ЗМІНИ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПРИ ФЕРМЕНТАЦІЇ ЯЧМІННОГО СОЛОДУ
Ємельчнова Н.О., Мукоїд Р.М., Чумакова О.В., Безсмертна Л.О. 292

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ПИВА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БІОЛОГІЧНОГО ПІДКИСЛЕННЯ
Дерій О.І., Мелетьєв А.Є., Герасименко Н.В., Задорожній І.А. 295

ФІЗИЧНІ ЧИННИКИ ЯК СТИМУЛЯТОРИ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
Романова З.М., Зубченко В.С., Карпутіна М.В., Мельник І.В. 298

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ И АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ШАМПАНСКИХ ВИНОМАТЕРИАЛОВ
Шум С.С., Тоня Е.Ю., Ткаченко О.Б., Ткаченко Д.П. 303

ИСТОЩЕНИЕ ДУБОВЫХ БОЧЕК ПРИ ВЫДЕРЖКЕ КОНЬЯЧНЫХ СПИРТОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА
Луканин А.С., Байлук С.И., Панахов Т.М. 309

ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА КОНЬЯЧНЫХ СПИРТОВ ПРИ ВЫДЕРЖКЕ С ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА
Луканин А.С., Байлук С.И., Панахов Т.М. 312

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МАРКЕР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДЛИННОСТИ ВИНОГРАДНЫХ ВИН
Бельтюкова С.В., Ливенцова Е.О., Теслюк О.И. 317

ЕКСПРЕС-МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ І ЗАГАЛЬНОГО ЕКСТРАКТУ В ПРОДУКЦІЇ ВИНОРОБСТВА
Літовченко О.М., Побережець В.І. 319

МУЛЬТИЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ДЛЯ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО НАИМЕНОВАНИЯ ВИН
Стурза Р.А., Гаина Б.С. 322

ІДЕНТИФІКАЦІЯ КРИТИЧНИХ КОНТРОЛЬНИХ ТОЧОК ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БІЛОГО ВИНА ЗА СИСТЕМОЮ НАССР
Крусір Г.В., Шевченко Р.І., Захарчук В.Г, Севастьянова О.В., Соколова І.Ф. 327

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОСТІ КОНТРОЛЬНИХ ТОЧОК ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БІЛОГО ВИНА ЗА СИСТЕМОЮ НАССР
Крусір Г.В., Шевченко Р.І., Захарчук В.Г., Севастьянова О.В., Соколова І.Ф. 330

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАГНІТНИХ ПОЛІВ НА БЕЗПЕКУ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ
Боровікова Н.О., Фефелов О.О., Григоренко С.А. 333

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

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ КАЛЬМАРОВ ОТ ВНУТРЕННОСТЕЙ
Амбарцумянц Р.В., Горкавенко Е.А., Резник К.В. 338

ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИВОДА БУТЫЛОЧНО-МОЕЧНОЙ МАШИНЫ
Аванесьянц А.Г.. 341

О ПРОЧНОСТИ КОЛБАСНЫХ ОБОЛОЧЕК
Нужин Е.В. 345

ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ ЯК ФУНКЦІЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ОБРОБКИ СИРОВИНИ
Іваненко А.В., Сологуб О.А., Уварова М.С., Тенюх К.М. 350

СИСТЕМА ТЕХНОЛОГІЙ
Іваненко А.В., Тенюх К.М., Уварова М.С., Кушнір В.В. 355

ВИБІР РЕЖИМІВ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ
Снєжкін Ю.Ф., Шапар Р.О.. 358

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕПЛОВОЛОГОПЕРЕНОСУ ПРИ СУШІННІ КРАПЕЛЬ СТРУКТУРОВАНИХ РОСЛИННИХ СИСТЕМ
Турчина Т.Я. 361

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ФОСФОЛІПІДНИХ НАНОСТРУКТУР
Авдєєва Л.Ю. 364

ОБЕСПЫЛИВАНИЕ ТРАНЗИТНЫХ И ЦИРКУЛИРУЮЩИХ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ
Буров А.А., Вишнякова Н.В., Карамушко А.В. 367

ВИВЧЕННЯ СПОСОБІВ ЗАХИСТУ ВІД КОРОЗІЇ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СТАЛІ У МОРСЬКІЙ ВОДІ
Андріянов О.Д., Кузнєцова І.О., Янченко К.А. 372

ТЕРМОНАПРУЖЕНИЙ СТАН НАПИЛЯНИХ ПОКРИТТІВ: ТЕОРІЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТ
Соколов О.Д. 374

ОЦІНКА НАПРУЖЕНОГО СТАНУ І РУЙНУВАННЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ ХРОМОВИХ ПОКРИТТІВ ПОРШНЕВИХ КІЛЕЦЬ
Соколов О.Д., Маннапова О.В. 379

СИНТЕЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО КРЕМНЕЗЕМА
Иванова Л.А., Косицын Н.О. 381

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПЛАСТМАСС ХОЛОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ И ФЕРРОМАГНИТНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ
Иванова Л.А., Гараев М.Б., Косицин Н.О. 386

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ШЛІФУВАННЯ ПРИ НАГРІВАННІ І ОХОЛОДЖЕННІ ШЛІФОВАНОЇ ПОВЕРХНІ
Ліщенко Н.В., Ларшин В.П. 389

УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ТРИВАЛОСТІ ЗАМОРОЖУВАННЯ
Потапов В.О., Семенюк Д.П. 395

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СБРОСНОЙ ТЕПЛОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕРМО-ВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
Потапов В.А., Мольский С.М. 400

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ИСКУССТВЕННОГО ХОЛОДА В АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРАХ И ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
Титлова О.А. 406

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

АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЗАПАСАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ
Ощепков А.П. 414

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПО КАПИТАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Малых С.В. 418

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ
Фостолович В.А. 423

РОЗРОБКА СТРАТЕГІЧНИХ МАРКЕТИНГОВИХ АЛЬТЕРНАТИВ РОЗВИТКУ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ
Агеєва І. М., Мілєва М. Д. 427

Наукове видання

НАУКОВІ ПРАЦІ

В И П У С К 40 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 12.09.2011 р. Формат 60×84/8. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 22,0. 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: 635,3:543.243.4:543.554.2:577.114.3

THE INVESTIGATION OF ENZYMATIC HYDROLYSIS OF GLUCOSINOLATES BY MYROSINASE OF MUSTARD SEEDS

Professor Bezusov A.T., Doctor of Engineering, Liato V.I., Ph.D. candidate
Odessa National Academy of Food Technologies

The work was carried out in order to study how myrosynase acts under different conditions. This work allows us to develop the technology for canned foods from the cabbage vegetable such as juices, juice concentrates, dry powders (dietary fiber with adsorbed glucosinolates) puree etc.

Проведена работа по исследованию действия мирозиназы в различных условиях. Это позволяет разработать технологию консервированных продуктов из капустных овощей: соки, концентрированные соки, сухие порошки (пищевые волокна с адсорбированными глюкозинолатами) пюре и др.

Keywords*:* glucosinolates, cruciferous, sulphoraphane, myrosinase.

The presence of glucosinolates is one of the main features of the chemical composition of cruciferous vegetables .Glucosinolates are sulfur-containing phytonutrients widespread in nature. There are more than 120 different species. They occur as secondary metabolites in almost all plants of the genus Brassicales (including the family Brassicaceae, CapparidaceaeandCaricaceae).

Glucosinolates are water-soluble anions and belong to the glucosides. Each glucosinolate has a central carbon atom, which is joined to a thioglycosidegroup through a sulfur atom and to the sulfate group with the help of the nitrogen atom. In addition, the central carbon is associated with the side group. [1,2] (Fig. 1)

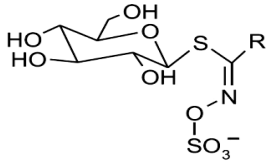


Fig. 1 – The overall structure ofglukosinolates (R- functional group)

Glucosinolates differ depending on the structure of the side groups of the radical (R). This difference in the side groups is responsible for changes in the biological activity of these compounds in plants. Most of the work was carried out in connection with the toxic effects (such as goitrogen) on animals which were eating different kinds of cabbage, mustard, rape, etc., where large doses of glucosinolateswere presented. [2]

Toxic effect is not related to glucosinolates but to the products of their decomposition - to thiocyanate, nitriles or thiocyanates. These compounds are unstable and eventually transform into cyclic compounds causing, in the human goitrous disease.

The pharmacological effects of glucosinolates as protective agents against carcinogens were recently established to block the beginning of the formation of tumors in various decaying tissues such as liver, colon, breast, pancreas, etc. They inhibit the activation of enzymes and changes in the metabolism of steroid hormones and protect against oxidative damage. [1,2,3]

So far, it was managed to isolate indoles from plants of the cabbage family, which have an antitumor effect: ascorbigen, indole-3 carbinol, diindolilmetan and isothiocyanate, the most active of which is sulphoraphane (Fig.2).

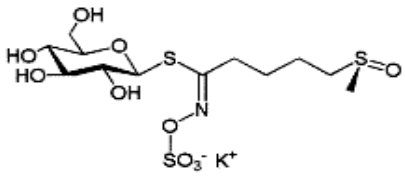


Fig. 2 – The overall structure of sulphoraphane

It was found that only undistorted glucosinolates show the pharmacological effect in humans. These glucosinolates later are converted into sulphoraphane under the influence of liver enzyme system. [4]

It was found that sulphoraphane is the most powerful amplifier of those enzymes which stimulate the ability of animal cells to resist diseases. [5,6]

Sulphoraphane is found in cruciferous vegetables such as broccoli and different kinds of cabbage. In its initial form (before the cell is damaged) sulphoraphane appears in the form of an indirect antioxidant. [4]

Sulphoraphane induces the activity of enzymes of detoxification. These enzymes act as a protective mechanism. They cause antioxidant activity that neutralizes free radicals to prevent cell damage that can lead to mutations which leads to cancer. In addition, the consequences of these indirect antioxidants remain even after they have reacted, unlike direct antioxidants, which neutralize only one molecule radical during the process and then immediately disintegrate. Indirect effect of antioxidants is long-term in nature and it causes an ongoing process that remains efficient and can last for several days [5].

On today`s market of pharmacy there is a wide range of medicines and dietary supplements, extracted from plants of the cabbage family, in particular, such active ingredients as ascorbigen, indole-3 carbinol, diindolilmetan and sulforaphane.

Cabbage vegetables are widely used in technology of preserving fruits and vegetables. Therefore the purpose of work is the development of production technology for canned foods from the cabbage with therapeutic and prophylactic purpose. During the processing of raw material which contains glucosinolates in its structure at the time of grinding enzymatic destruction takes place. This happens because of myrosinase in raw material, which turns glucosinolates into isothiocyanates, nitriles or thiocyanates. (Fig.3), [4.2]

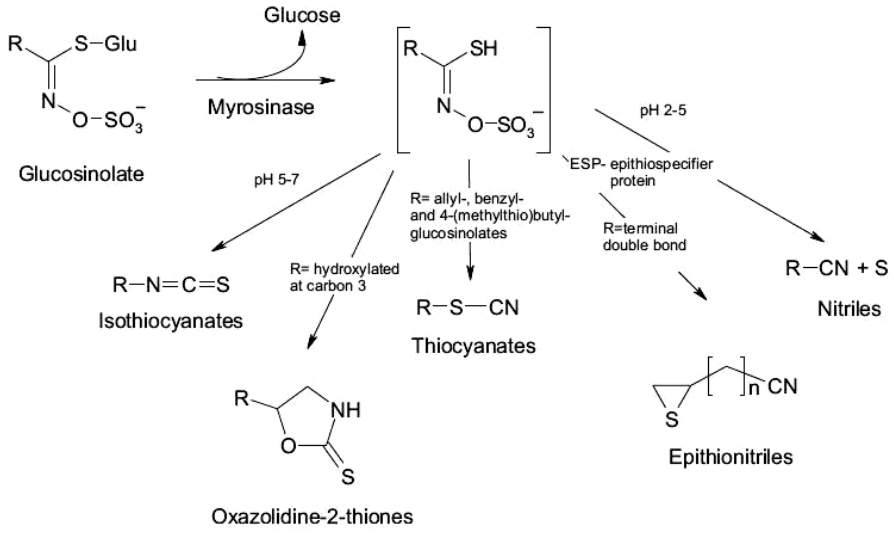


Fig. 3 – Structure of possible enzymatic destruction of glucosinolates

The hydrolysis of glucosinolates by myrosinase resembles the hydrolysis of glucosides by β-glucosidase. The difference lies in the presence of glucosinolates in the substrate – sulfur, β-glucoside oxygen. Aglycone fragment formed during the reaction may be an inhibitor or activator of the enzyme. [7,8]

The main feature of myrosinase is its high stability, and this is related to its role in the mechanism of plant protection.

In plant tissue glucosinolates are separated from myrosinase and exhibit hydrolytic effect only after tissue (cells) is damaged. This reaction is important for protecting plants from pests. Isothiocyanates formed during the hydrolysis of glucosinolates are detrimental for pests. [9, 10]

Unlike other enzymes, the formation (synthesis) which occurs in response to the needs of the cell, myrosinaseis always present in an active, free form.

One of the features of β-glucosidases is their reaction to transglycosylation while myrosinase lacks this ability. The activator for myrosinase is L-ascorbic acid, for β-glucosidases, it acts as an inhibitor.

Myrosinase participates in the catalytic conversion of the aglycone. During the detachment of HSO_4^- (sulfate) under the influence of thiosulphatase, the activity of myrosinase reduces (stops) due to a possible rearrangement of the aglycone and the loss thioglucosidase activity. In the primary abstraction of glucose, the activity of myrosinase does not change [8].

In order to prevent the spontaneous hydrolysis of glucosinolates among other possible of inhibition of enzymes used in canning technology we can apply the method of thermal inactivation or inhibition of enzyme by changing pH.

We found that the enzyme myrosinase is most active at pH 7. By reducing the acidity of the medium to 3 the enzyme is completely inactivated. (Fig. 4)

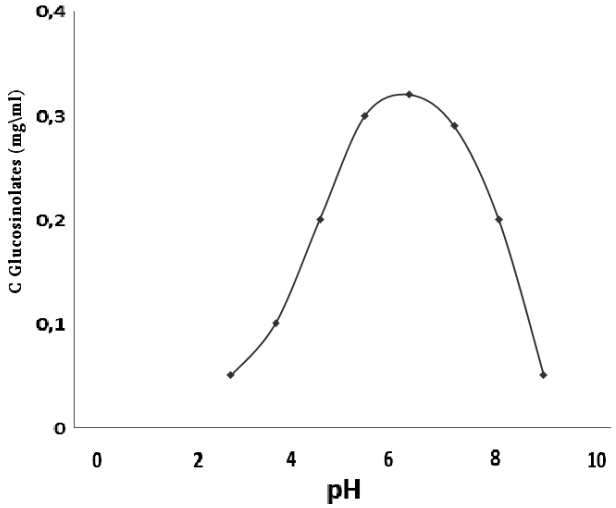


Fig. 4 – Dependence of myrosulphatase at different pH values

The thermal optimum of the enzyme myrosinase was investigated by (Fig. 3). With an increase in temperature, the inactivation of myrosinase occurs at 70 °C. Applying the temperature of inactivation will be effective at very rapid heating of raw materials up to 80 °C – it can be implemented in a steam-thermal unit (which is used to clean beet).

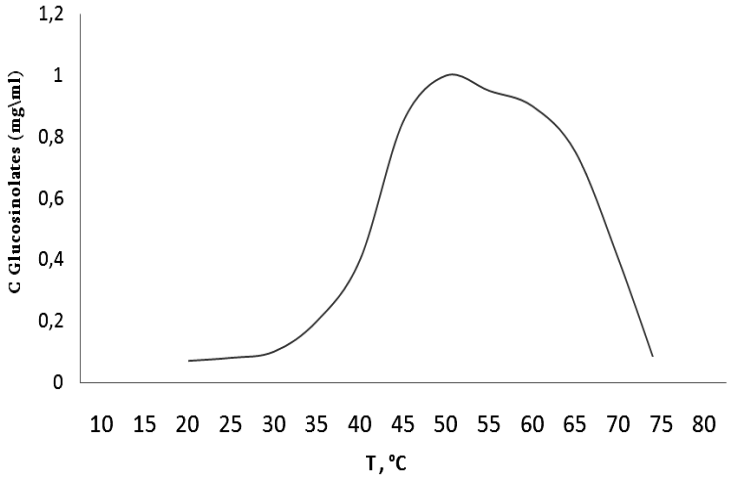


Fig. 5 — Dependence of temperature on myrosinase

Thus, on the basis of these studies it has become possible to develop the technology for products from cabbage vegetables: juices, concentrated juice, dry powders (dietary fiber with adsorbed glucosinolates), puree, etc.

Reference

1. J. P. Wathelet, P. J Wagstaffe., A. Boenke (1991): The certification of the total glucosinolate and sulphur contents of three rapeseeds (colza) CRMs 190, 366, 367. EUR 13339EN
2. Rosa,E.A., Heaney,R., Fenwick,G.R. and Portas,C.A.M. (1997) Glucosinolates in crop plants. In Janick,J. (ed.) *Horticultural Reviews.* John Wiley, Oxford, pp. 99–215.
3. Srinibas Das, Amrish Kumar Tyagi and Harjit Kaur (2000). "Cancer modulation by glucosinolates: A review"
4. Burow, M; Bergner, A; Gershenzon, J; Wittstock, U (2007). "Glucosinolate hydrolysis in Lepidium sativum-identification of the thiocyanate-forming protein.". Plant molecular biology 63 (1): 49–61. doi:10.1007/s11103-006-9071-5. PMID 17139450.
5. Zhang Y, Talalay P, Cho CG, Posner GH (March 1992). "A major inducer of anticarcinogenic protective enzymes from broccoli: isolation and elucidation of structure". Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 89 (6): 2399–403.
6. Matusheski,N.V. and Jeffery,E.H. (2001) Comparison of the bioactivity of two glucoraphanin hydrolysis products found in broccoli, sulforaphane and sulforaphane nitrile.J. Agric. Food Chem., 49, 5743–5749.
7. «Sulforaphane and its glutathione conjugate but not sulforaphane nitrile induce UDP-glucuronosyl transferase (UGT1A1) and glutathione transferase (GSTA1) in cultured cells» Graham P. Basten, Yongping Bao and Gary Williamson1.

8. Studies on the Mechanism of Myrosinase «investigation of the effect of glycosyl acceptors on enzyme activity» M. Grazia Botti, Malcolm G. Taylor and Nigel P. Botting.
9. «The myrosinase–glucosinolate system in the brassicaceae and its role in herbivore defense.» Steven J. Rauth
10. «Glucosinolates and their potential role in plant» Ivana Radoj, Redovnikovi, Tatjana Gliveti, Karmela Delonga, Jasna Vorkapi-Fura

УДК 664.86 : 635.41-026

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БУРЯКОВОГО СОКУ НА ЙОГО ЯКІСТЬ

Сторожук В.М., канд. техн. наук, доцент, Галак О.В., студент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Досліджена технологія отримання бурякового соку без м'якоті із сирого і бланшованого буряка, обґрунтовані параметри процесу стерилізації і визначена його якість.

Researched technology for beet juice without pulp of raw beet and blanshovanoho, reasonable parameters of sterilization and determined its quality.

Ключові слова: буряк, бетанін, очищення, витягання соку, pH, стерилізація, летальність, показники якості.

Овочеві соки — цінний продукт харчування. Вони мають дієтичне і, в ряді випадків, лікувальне значення. Вони сприяють засвоєнню їжі і покращують обмін речовин.

Один із видів овочевих соків — буряковий, особлива цінність і лікувально-профілактична дія якого обумовлена наявністю розчинного пігмента — антоціаніну бетаніна [2].

У процесі переробки буряка з різних причин антоціани руйнуються і колір втрачається. Збереження ж природного кольору буряка є одним із суттєвих показників високої якості одержаного соку.

Оскільки, згідно з діючою НД, буряковий сік без м'якоті виробляють із сирого і бланшованого буряка, то і якість його може бути різною [4].

Відомо, що причини втрати кольору при переробці буряка носять ферментативний і неферментативний характер і пов'язані з використанням різних способів очищення буряка від шкірки.

Швидке ферментативне потемніння механічно очищеного і подрібненого перед витяганням соку буряка відбувається внаслідок окислення амінокислоти тирозину і утворення темнозабарвлених сполук — меланінів. При паротермічному очищенні в апаратах А9-КЧЯ руйнування фермента тирозинази відбувається при тепловій обробці коренеплодів гострою парою під тиском (750±50) кПа до досягнення усередині клубня температури 98 °С.

У свою чергу, нагрівання овочів приводить до неферментативного потемніння — руйнування антоціанів і зміни кольору соку. Останнє спостерігається і при наступній стерилізації.

Мета роботи — отримати буряковий сік без м'якоті за двома схемами — із сирого і бланшованого буряка з визначенням виходу соку при пресуванні, обґрунтувати режим стерилізації і визначити його якість.

Сік отримували згідно зі схемою, наведеною на рис. 1.

З наведених на схемі технологічних процесів досліджувались такі:

— очищення буряка з відповідною обробкою мезги і визначення показника клітинної проникності;
— витягання соку;
— змішування — корегування pH;
— процес стерилізації з визначенням необхідної і фактичної летальності.

Вибираючи спосіб попередньої обробки буряка, врахували, що теплова обробка, одночасно з інактивацією тирозинази, дозволяє збільшити клітинну проникність сировини в 10 разів і збільшити вихід соку з 35 % до 57 %.

Через низьку кислотність (pH 5,5...6,5) буряковий сік стерилізують при високій температурі (120 °С) [5].

Для пом'якшення режимів стерилізації сік підкислюють аскорбіновою і лимонною кислотами до pH не більш 4,4. У цьому випадку необхідну летальність режимів стерилізації відносно С. sporogenes розраховували за формулою [1]

$$F_{121}^{10} = (1{,}04\ \text{pH} - 4{,}0)\ \lg \frac{C_o \cdot V \cdot 100}{S}\ \text{ум.хв.},$$

де C_o — обсіменіння соку до стерилізації, прийнято 10 спор/см^3;
V — об'єм тари; банки ІІІ-58-250;
S — допустимий процент мікробіологічного браку, 0,01 %.



Рис. 1 – Технологічна схема виробництва консервів «Сік буряковий без м'якоті»

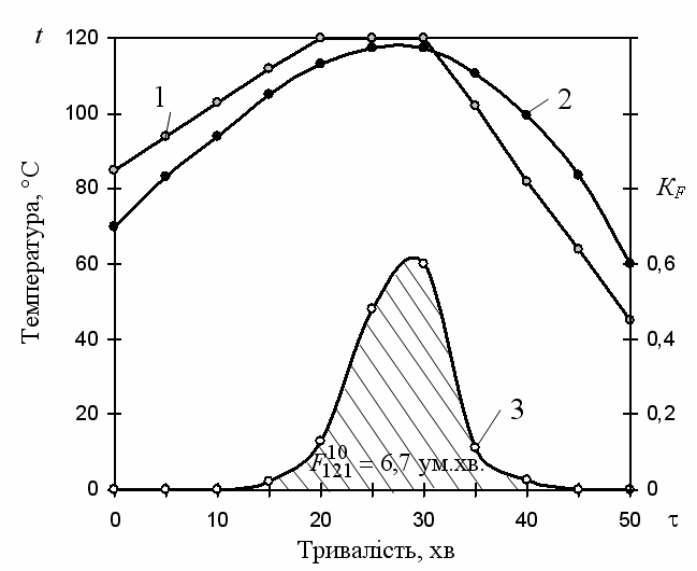
У розрахунках величина pH прийнята 4,4±0,2.

$$F_{121}^{10} = (1{,}04 \cdot 4{,}6 - 4{,}0)\ \lg \frac{10 \cdot 250 \cdot 100}{0{,}01} = 5{,}77\ \text{ум.хв.}$$

Розрахована норма летальності в 5,8 ум.хв. співпадає з літературними даними, згідно з якими «для збереження доброякісності консервів при зберіганні консервовані продукти з pH 4,5...5,2 стерилізують за режимами, еквівалентними $F_{121}^{10} \geq 3{,}0 \div 7{,}0$» [1].

Фактична летальність режиму стерилізації розрахована при математичній обробці кривої прогрівання, наведеній на рис. 2, відповідно до загальноприйнятої методики, і складає 6,7 ум.хв. Таким чином, умова наукового обґрунтування режимів стерилізації — $F_o \geq F_н$ — дотримана.

Для оцінки впливу технології виробництва бурякового соку на його якість вибрано показник сумарного вмісту бетаніну, який визначали за оптичною густиною на Specord H-40 при λ = 510 нм [3].



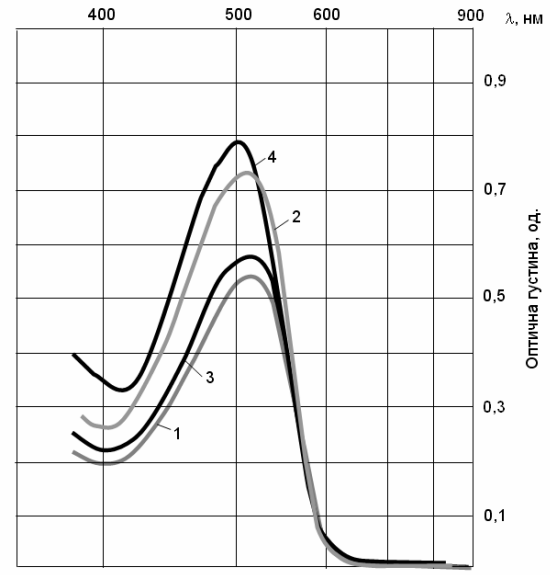
Режим стерилізації $\frac{20-10-20}{120\,^{\circ}\text{C}}$ *: 1 — автоклав; 2 — банка; 3 — летальність*

Рис. 2 – Теплофізична і мікробіологічна характеристики режиму стерилізації консервів «Сік буряковий без м'якоті» в банках ІІІ-58-250

Результати наведені в табл. 1 і на рис. 3.

Таблиця 1 – Характеристика технології і якості бурякового соку

Вид соку	Сухі речовини, %	pH	Оптична густина, один.	Витягання соку	
				$К_П$, $Ом^{-1}$	Вихід соку, %
Із сирого буряка	9,5	5,6	0,55	2287	35
	9,5	4,4	0,74	2287	35
Із бланшованого буряка	9,5	5,6	0,58	28943	57
	9,5	4,4	0,78	28943	57



1, 2 – із сирого буряка (pH 5,6 і 4,4); 3, 4 – із бланшованого буряка (pH 5,6 і 4,4)

Рис. 3 – Спектр поглинання бурякового соку на Specord H-40 при λ = 510 нм

Висновки

1. Використання паротермічного очищення сприяє підвищенню виходу соку і зменшенню руйнування бетаніну.
2. Підкислення соку сприяє кращому збереженню пігмента.
3. За результатами досліджень слід віддати перевагу технології виробництва бурякового соку із бланшованого буряка.

Література

1. Бабарин В.П. Справочник по стерилизации консервов / В.П. Бабарин, Н.Н. Мазохина-Поршнякова, В.И. Рогачев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.
2. Безусов А.Т. Стабілізація бурякового соку поліфенолами екстракту чорноплідної горобини / А.Т. Безусов, А.К. Бурдо, Л.М. Тележенко // Наукові праці ОДАХТ. – Одеса, 1999. – Вип. № 19.
3. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович и др. – Л.: Сельхозгиз, 1952.
4. Технологическая инструкция по производству консервов «Соки и напитки овощные». – Госагропром СССР, 1989.
5. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва / Б.Л. Флауменбаум, А.Т. Безусов, В.М. Сторожук, Г.П. Хомич. – Одеса: Друк, 2006. – 400 с.

УДК 664.856:634.723

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СПОСОБУ ПРОТИРАННЯ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ПЮРЕ З ЧОРНИЦІ

Хомич Г.П., канд. техн. наук, докторант, Капрельянц Л.В., д-р техн. наук, професор,
Лозовська Т.С., аспірант, Федоренко І.В., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуто вплив способу протирання на якісні показники пюре з ягід чорниці. Встановлено оптимальні параметри протирання ягід чорниці у дробарно-фінішерній установці. Досліджено зміну барвних і поліфенольних речовин та біологічної активності пюре з ягід чорниці під впливом температурної дії.

Influence of method the wiping out on the high-quality indexes of puree is considered from the berries of whortleberry. The optimum parameters of wiping out of berries of whortleberry are set in the of crushing-finish machines. Investigational change of paint and polifenol matters and biological activity of puree from the berries of whortleberry under act of temperature action.

Ключові слова: протирання, дробарно-фінішерна установка, пюре, чорниця, біологічно активні речовини, флавоноїди.

Вирішення проблеми забезпечення населення України якісними та екологічно безпечними продуктами харчування вимагає розвитку переробної галузі на основі удосконалення існуючих та впровадження нових енерго- та ресурсозберігаючих технологій. При цьому необхідно створювати і застосовувати високопродуктивне технологічне обладнання, яке здатне забезпечити глибоку, а при можливості і безвідходну, переробку вихідної сировини.

Прискорення соціального і економічного розвитку суспільства потребує перетворень в структурі та якості харчування населення і передбачає включення в раціон харчування людини продуктів, які збагачені вітамінами та іншими біологічно цінними компонентами.

Джерелом рослинних біологічно активних речовин є плодово-ягідна сировина, у тому числі дикорosла, яка має цілющі властивості – імуномодулюючі, радіозахисні, антиоксидантні тощо [1,2].

Чорниця звичайна здавна використовується у народній медицині як в'яжучий засіб. Наукова медицина проявляє цікавість до ягід чорниці як до джерела біологічно активних речовин, які володіють антиоксидантною дією, поліпшують реологічні властивості крові, сприяють зміцненню стінок кровоносних судин, прискорюють відновлення знебарвленого родопсину. Чорниця характеризується високим вмістом біологічно активних сполук, серед яких особливе місце посідають флавоноїди. Ці сполуки синтезуються у природі тільки рослинами і мікроорганізмами. Завдяки своїй високій біологічній активності, обумовленій наявністю у молекулі активних ОН-груп, вони підлягають різним перетворенням та приймають

участь у ряді фізіологічних процесів: активно впливають на роботу серця, шлунка, підшлункової залози, печінки, нирок, а також серцево-судинної, бронхо-легеневої, імунної та центральної нервової систем [3].

Метою роботи було дослідження впливу способів протирання на якісні показники пюре з чорниці.

Об'єктом досліджень були ягоди чорниці, зібрані у Волинській області. Дослідження проводилися з використанням стандартних методів аналізу.

Для дослідження впливу способів протирання на зміну показників якості пюре з чорниці свіжі ягоди проходили попередню підготовку і піддавали протиранню у дробарно-фінішерній установці (d = 0,4…1,2 мм), кількість обертів – 1500 об/хв.

Оскільки цінність сировини обумовлюється її хімічним складом, і перш за все наявністю у її складі дуже важливих у біологічному відношенні речовин (флавоноїдів, вітамінів та ін.), що визначають харчову та лікувально-профілактичну цінність сировини, то на початковому етапі досліджували фізико-хімічні показники ягід чорниці. Отримані результати досліджень наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники ягід чорниці (n =3, p ≤ 0,05)

Назва зразка	Масова частка, %		Вміст, мг/100 г		Біологічна активність, од. акт.
	розчинних сухих речовин	титрованих кислот	вітаміну С	флавоноїдів	
Чорниця (свіжа)	13,76	1,48	15,20	596,56	4347,80

Отримані результати фізико-хімічних показників ягід чорниці (табл. 1) свідчать про те, що вони мають високий вміст флавоноїдів (596,56 мг/100г), які стимулюють тканинне дихання, здатні утворювати комплекси з іонами важких металів, підтримувати нормальний стан організму, відновлювати порушену проникність капілярів, проявляти протинабрякову та спазмолітичну дію, попереджувати склеротичне ураження кровоносних судин [3]. Ягоди чорниці містять у своєму складі вітамін С (15,20 мг/100г), який бере участь в окисно-відновних процесах, що протікають у живій клітині, і його розглядають як потужний стимулювальний фактор для підсилення імунної системи. Також вони характеризуються високим показником біологічної активності (4347,8 од. акт.).

На наступному етапі було досліджено параметри отримання пюре з чорниці у дробарно-фінішерній установці. Запропонована конструкція дробарки забезпечувала вибіркове подрібнення рослинної сировини, високу продуктивність та якість напівфабрикату. Дробарка містить приймальний бункер, корпус, всередині якого на валу, розташованому горизонтально, закріплений з можливістю обертання диск із зубчастими ножами, котрі розташовані під кутами 30°,45°,60°, і розміщеними на зворотній поверхні диску лопатками, розташованими під кутом 20°. Перед диском з зубчастими ножами розташований проміжний диск із отвором 3/4 площі диску, який є частиною корпусу дробарки і має отвір, розміщений у центрі. Приймальний бункер виконаний у формі закрута, який своїм виходом прилягає до отвору проміжного диска на 3/4 площі диска, відстань між проміжним диском та зубцями ножів диску дробарки складає не більше 1 мм.

Залежність виходу пюре від кроку та висоти зубців у дробарці наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 - Залежність виходу пюре від кроку та висоти зубців дробарки (n =3, p ≤ 0,05)

Найменування зразка	Крок та висота зубців у дробарці, мм	Діаметр отворів сит у протиральній машині, мм	Вихід готового продукту, %
Зразок 1	2,0	0,8	59,0
Зразок 2	2,5	0,8	66,0
Зразок 3	3,0	0,8	64,0
Зразок 4	2,0	0,6	79,0
Зразок 5	2,5	0,6	80,0
Зразок 6	3,0	0,6	70,0

Результатами досліджень (табл. 2) встановлено, що найкращі результати досягаються при кроці та висоті зубців у дробарці 2,5 мм.

Для встановлення оптимального діаметра отвору у ситі протиральної машини, при якому досягається найвищий вихід пюре, експериментальні дослідження проводили, використовуючи сита з діаметрами отворів: 0,4, 0,6, 0,8 та 1,2 мм, при крокові та висоті зубців у дробарці 2,5 мм. Для порівняння впливу холодного протирання на вихід готового продукту паралельно проводили протирання попередньо про-

бланшованих ягід (контрольні зразки). Ягоди чорниці бланшували парою при температурі 100 °С на протягом 3 хв. Отримані результати наведені в таблиці 3.

Таблиця 3- Залежність виходу пюре від діаметра отворів сит у протиральній машині

Найменування зразка	Діаметр отворів сит у протиральній машині, мм	Вихід продукту, %	
		холодна	пробланшована
Зразок 1	0,4	52,0	48,0
Зразок 2	0,6	80,0	76,0
Зразок 3	0,8	66,0	62,0
Зразок 4	1,2	66,0	80,0

Найвищий вихід продукту – 80 % досягається при холодному способі протирання (табл. 3). У контрольному зразку при протиранні пробланшованої сировини вихід пюре 80 % досягається при використанні у протиральній машині сита з діаметром отворів – 1,2 мм. Але для отримання однорідної маси, котра не буде розшаровуватися при зберіганні, потрібно досягати більш тонкого протирання. В отриманих зразках визначали масову частку розчинних сухих речовин, вміст барвних та поліфенольних речовин (табл. 4).

Таблиця 4 - Вплив способу попередньої підготовки ягід на якісні показники пюре (n =3, p ≤ 0,05)

Найменування зразка	Протирання пробланшованої сировини (контроль)			Протирання холодне (дослід)		
	розчинні сухі речовини, %	барвні речовини, мг/100г	поліфенольні речовини, мг/100г	розчинні сухі речовини, %	барвні речовини, мг/100г	поліфенольні речовини, мг/100г
Зразок 1	8,3	302,5	2300,0	8,5	284,2	2080,0
Зразок 2	8,3	300,9	2290,0	8,3	283,4	2080,0
Зразок 3	8,3	289,0	2100,0	8,1	261,6	1850,0
Зразок 4	8,2	278,7	2000,0	8,3	243,6	1625,0

Дані отриманих експериментальних досліджень (табл. 4) підтверджують, що при холодному протиранні ягід чорниці проходять більш суттєві кількісні зміни барвних та поліфенольних речовин у готовому пюре в порівнянні з контрольним зразком (пробланшованою ягодою). При отриманні пюре з попередньо пробланшованої сировини в більшій мірі проходить перехід барвних та поліфенольних речовин із сировини у пюре. У зразках пюре, отриманих способом холодного протирання, вміст барвних речовин на (2,5…10,0) % нижчий, ніж у контрольних зразках, а зниження вмісту поліфенольних речовин перебуває в межах (9…20) %. Найкращі показники у зразках пюре, отриманому із застосуванням діаметра отворів сит у протиральній машині – 0,4 мм (зразок 1), але різниця між зразками 1 та 2 незначна, то, враховуючи вихід готового продукту, для подальших досліджень обрали сито з діаметрами отворів 0,6 мм.

В отриманих зразках також визначали вміст флавоноїдів і отримані результати наведені в таблиці 5. Кількісний вміст флавоноїдних сполук у ягодах чорниці визначали на хроматографі фірми Agilent Technologies (модель 1100).

Таблиця 5 – Вміст флавоноїдів у пюре з чорниці, мг/100 г (n =3, p ≤ 0,05)

Найменування зразка	Оксикоричні кислоти та їхні похідні	Флавони та їхні похідні	Антоціани	Флаван-3-оли	Сума
Ягоди	18,97	4,96	568,24	4,39	596,56
Пюре з бланшованих ягід	16,48	2,12	278,45	1,24	298,29
Пюре з ягід без бланшування	16,06	2,20	261,51	1,17	280,94

Перехід флавоноїдів із сировини в пюре складає 47…50 % залежно від способу протирання (табл. 5). Вищий вміст флавоноїдів досягається у зразках пюре, де сировина була попередньо пробланшована. Але у зразках пюре, отриманих способом холодного протирання, краще зберігається вітамін С.

Серед флавоноїдів чорниці найбільше антоціанів. Розподіл антоціанів у зразках пюре з чорниці, отриманих холодним способом протирання, наведений на рис. 1.

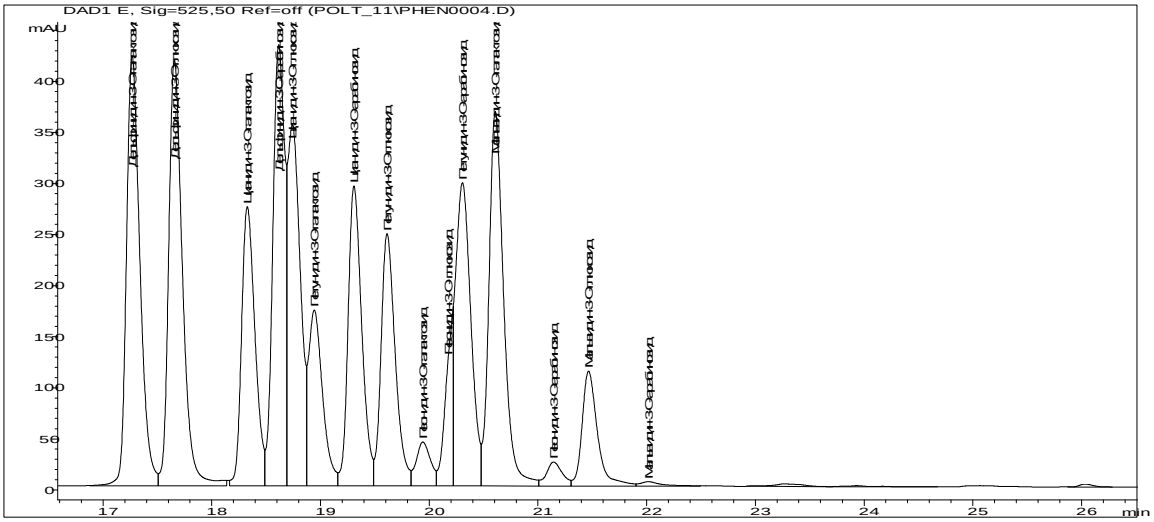
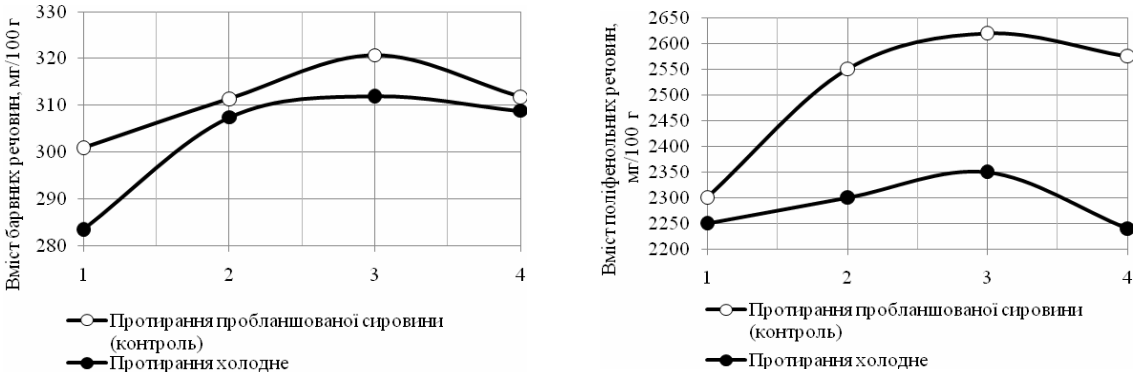


Рис. 1 – Хроматограма антоціанів пюре чорниці

У зразках пюре з чорниці було визначено 15 антоціанів. Серед них переважають глікозиди дельфінідину, їх вміст складає 89,3 мг/100г, а на другому місці – глікозиди ціанідину (65,3 мг/100г). Перехід глікозидів дельфінідину із сировини в пюре складає (56…60) % від його вмісту в ягодах чорниці.

Наявність високого вмісту антоціанів із дельфінідином підтверджує високу біологічну активність пюре, тому що дельфінідин, виділений з чорниці, володіє здатністю пригнічувати клітини раку шлунка та лейкемічні клітини, на відміну від інших антоціанідів [4].

У технологічній схемі виробництва пюре передбачається теплове нагрівання напівфабрикату перед фасуванням у тару і при стерилізації. Зразки пюре прогрівали до температури 80 °С, 90 °С та 100 °С. Результати впливу температури нагрівання пюре, отриманого різними способами, на вміст барвних, поліфенольних речовин та біологічну активність продукту наведені на рис. 2, 3.



1 – свіжопротерте пюре; 2 – прогріте до 80 °С; 3 - прогріте до 90 °С; 4 - прогріте до 100 °С.

Рис. 2 – Вплив температури прогрівання на вміст барвних та поліфенольних речовин пюре з чорниці

Встановлено, що найвищий вміст барвних та поліфенольних речовин досягається в зразках пюре, прогрітих до температури 90 °С. Втрата барвних та поліфенольних речовин починається в пюре при прогріванні до температури 100 °С і їхній вміст знижується на (1,1…16) % у контрольному зразку і на (4,7…10,0) % – у дослідному зразку при холодному способі протирання в порівнянні з максимальним вмістом (при температурі 90 °С).

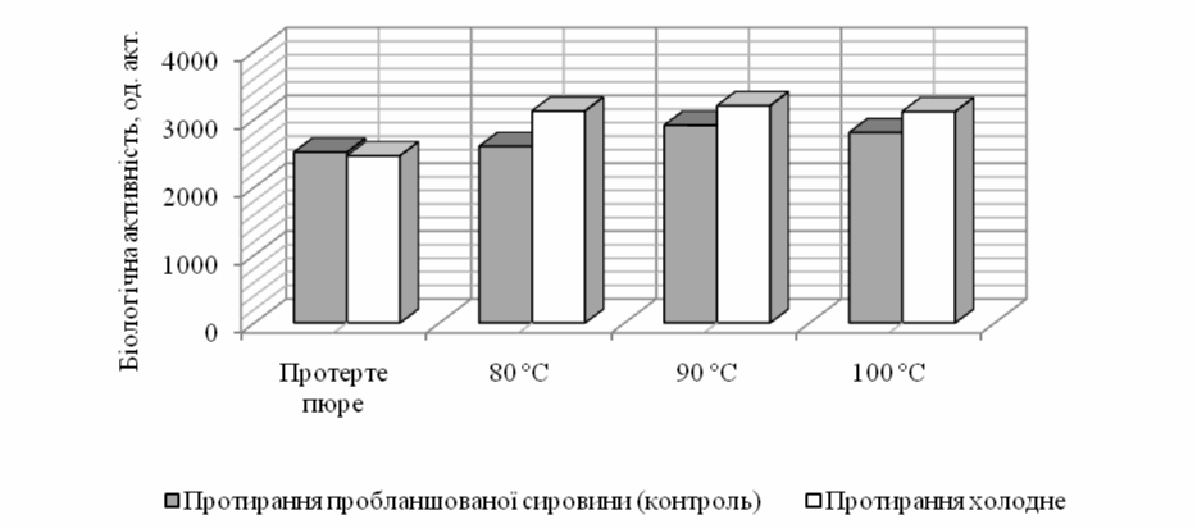
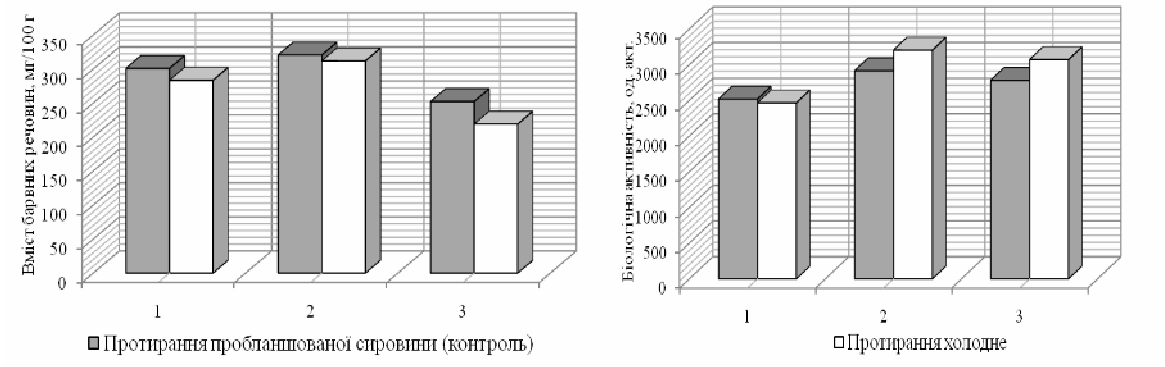


Рис. 3 – Вплив температури прогрівання на біологічну активність пюре з чорниці

Показник біологічної активності (рис. 3) вищий у зразку пюре, отриманому за класичною технологією (2517 од. акт.). Однак, під час нагрівання пюре показник біологічної активності підвищується у зразках пюре, отриманих холодним способом протирання. При прогріванні до температури 90 °С показник біологічної активності, як і вміст барвних та поліфенольних речовин, зростає і складає 3203 од. акт. (дослідний зразок) і 2807 од. акт. (контрольний зразок). Нагрівання до температури 100 °С приводить до зниження показника біологічної активності на 2,7 % у дослідному зразку пюре і на 3,3 % – у контрольному зразку. Експериментальними дослідженнями встановлено, що в пюре з чорниці діють власні ферменти сировини: поліфенолоксидаза, пероксидаза та каталаза і їх активність вища у зразках, отриманих за класичною технологією. Але при нагріванні пюре до температури 80 °С ферменти пероксидаза і каталаза інактивуються в обох зразках пюре, а фермент поліфенолоксидаза повністю не інактивується навіть при прогріванні пюре до температури 100 °С. Вища його активність була відмічена у зразках пюре з попередньо пробланшованої сировини. Прогрівання пюре до температури 100 °С зменшує активність поліфенолоксидази на 26 % у контрольному зразку і на 50 % – у дослідному зразку.

Стерилізували пюре при температурі 100 °С протягом 10 хв. Дослідженнями було перевірено, як змінюються показники вмісту барвних речовин та біологічна активність продукту при стерилізації (рис. 4).



а) б)

1 – свіжопротерте пюре; 2 – прогріте до 90 °С; 3 – простерилізоване

Рис. 4 – Зміна вмісту барвних речовин (а) та біологічної активності (б) при виробництві пюре з чорниці

При стерилізації втрати барвних речовин складають 13 % для пюре, отриманого холодним способом протирання, і 6 % в пюре, отриманому за класичною технологічною схемою. Показник біологічної активності пюре при стерилізації також знижується в межах (4,2...4,5) %.

Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено оптимальні параметри отримання пюре у дробарно-фінішерній установці: крок і висота зубців у дробарці – 2,5 мм, діаметр отворів сит у протиральній машині – 0,6 мм, кількість обертів валу протиральної машини – 1500 обертів за хвилину. Результатами досліджень підтверджено, що вищий вихід пюре отримується при холодному способі протирання чорниці, але для збагачення готового продукту барвними та фенольними сполуками доцільно проводити бланшування сировини перед протиранням.

Література

1. Хомич Г.П. Використання дикорослої сировини для забезпечення харчових продуктів БАР [Текст]: монографія / Г.П. Хомич, Н.І. Ткач – Полтава: РВВ ПУСКУ, 2009. – 159 с.
2. Капрельянц Л.В. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології [Текст] / Л.В. Капрельянц, А.П. Петросьянц - Одеса: Друк, 2011. – 269 с.
3. Kalt W., McDonald J., Ricker K. Anthocyanin content and profile within and among blueberry species // Can. J. Plant Sci, 1999. – 79. – P. 617–623.
4. Induction of apoptosis in cancer cells by Bilberry (Vaccinium myrtillus) and the anthocyanins / N. Katsube, K. Iwashita, T. Tsushida, K. Yamaki, M. Kobori //J Agric Food Chem. – 2003. – Vol. 51, N 1. – P. 68-75.

УДК 613.392:620.26:005.52:005.334

УСТАНОВЛЕНИЕ, АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РИСКОВ ОПАСНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

Пилипенко Л.Н., д-р техн. наук, профессор, Пилипенко И.В., канд. техн. наук, ассистент,
Гайдукевич Д.К., научный сотрудник ПНИЛ, Куличенко Д.П.,
Викуль С.И., канд. техн. наук ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Приведены результаты исследований по изучению рисков опасности растительного сырья и продуктов его переработки. Особое внимание уделено видам рисков и их последствиям для потребителей.

The results of researches are resulted on the study of danger risks of vegetable raw material and products of its processing. The special attention is spared the types of risks and their consequences for users.

Ключевые слова: риски, безопасность, критический предел, концентрация, ксенобиотики.

Обеспечение безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов – одно из направлений, определяющих здоровье населения и сохранение генофонда [1]. С продуктами питания в организм человека поступает (40–50) % вредных веществ, с водой (20-40) %. Цели пищевой безопасности отражают «ожидаемую или желательную степень контроля связанных с пищевыми продуктами рисков в результате применения санитарно-профилактических мер». «Цель пищевой безопасности, если она подтверждается качественной или количественной оценкой риска, должна выражать уровень риска в виде его максимально допустимой концентрации или частоты» [2, 3]. В связи с этим актуально создание международной согласованной базы данных о преобладающих рисках по сырью, продуктам в различных регионах, что стало бы огромным вкладом в повышение качества анализа рисков во всех отраслях пищевой промышленности не только в Украине, но и в других странах.

Особого внимания заслуживает и проблема контроля рисков. Вместо введения постоянного производственного контроля лучше устранить сам риск путём изменения технологического процесса или рецептуры продукта. В мировой практике существуют различные подходы к программам обеспечения обязательных условий (ПГП) и системам Hazard analysis and critical control points – анализа контроля точек и рисков (НАССР). Программы обеспечения обязательных условий при контроле рисков зависят от значимости рисков [2,3]. Критические пределы обеспечивают определённый результат пищевой безопасности, то есть цель. Критические пределы в достижении цели пищевой безопасности могут быть связаны с микробиологическими аспектами, в частности, при производстве консервированных продуктов это обеспечение промышленной стерильности продукта путём уничтожения всех значимых для здоровья потребителя жизнеспособных микроорганизмов, а также тех, которые могут размножаться в нерегулируемых условиях хранения, и сбыта продукции.

Концепция продовольственной безопасности включает удовлетворение физиологических потребностей населения в безопасных полифункциональных, высококачественных пищевых продуктах в соответствии с медицинскими рекомендациями, экологическими условиями и индивидуальным состоянием человека. В европейских странах при оценивании качества пищевых продуктов главными критериями являются не их вкусовые достоинства, а гарантии безопасности. Именно на этих принципах построена система НАССР. Вместе с научными достижениями и изменениями технологий будет улучшаться производство пищевых продуктов, и разрабатываться усовершенствованные новые планы НАССР. Поэтому именно разработке научных основ интегрированного анализа рисков и принципов НАССР посвящена данная работа с целью обеспечения качества и повышения безопасности растительных продуктов.

Пищевые продукты должны удовлетворять физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии, отвечать определенным требованиям по органолептическим и физико-химическим показателям и соответствовать установленным нормативными документами требованиям к допустимому содержанию химических, радиоактивных веществ и биопродуцируемых соединений, микроорганизмов и других биологических организмов, которые опасны для здоровья настоящего и будущего поколений.

В связи с интенсивным развитием промышленности, урбанизацией, химизацией сельского хозяйства в продовольственное сырье и пищевые продукты могут поступать инородные вещества (ксенобиотики), которые негативно влияют на здоровье человека. Определенную опасность также может составлять использование пищевых добавок в новых технологиях изготовления пищевых продуктов. Поэтому безопасность и качество пищевых продуктов является одним из основных факторов, которые определяют здоровье населения Украины.

Для обеспечения выпуска качественной продукции и предупреждения попадания в организм человека вредных веществ в количествах, которые превышают гигиенические нормы, необходим жесткий контроль за содержанием загрязнений (контаминантов) химического и биологического происхождения. Требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов вносятся в санитарно-эпидемиологическое заключение установленного образца государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы, удостоверение качества, сертификат соответствия.

Выбор факторов риска и их характеристика проводится с учетом имеющихся в Украине документов и стандартов по контролю качества и безопасности растительного сырья и продуктов его переработки.

Периодичность контроля микробиологических показателей осуществляется согласно требованиям действующих нормативных документов на продовольственную продукцию или согласовывается с органами санэпидслужбы на местах. Согласно медико-биологическим требованиям и санитарным нормам качества, а также принятой в Украине инструкцией о порядке санитарно-технического контроля [4], рекомендована периодичность проведения контроля микробиологических показателей, обеспечивающих биологическую стабильность, отсутствие патогенных микроорганизмов, а также безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов. Обобщенные данные, а также перечень контролируемых показателей для продовольственного сырья и продуктов его переработки, рекомендованные соответствующими службами в Украине, приведены в подготовленных нами Методических указаниях (МУ) [5].

В пищевых продуктах контролируется содержание основных химических загрязнителей, которые представляют опасность для здоровья человека. Гигиенические требования к предельно допустимой концентрации содержания токсичных элементов выдвигаются ко всем видам продовольственного сырья и пищевых продуктов. Эти данные для основных видов сырья и продукции консервного производства приведены в [5].

Во всех видах продовольственного сырья и пищевых продуктах контролируются пестициды: гексахлорциклогексан (α-, β-, γ-изомеры), ДДТ и его метаболиты. Контроль продовольственного сырья и пищевых продуктов на содержание в них остаточных количеств пестицидов и агрохимикатов, в том числе фумигантов, основан на информации производителя (поставщика) продукции об использованных при ее изготовлении и хранении пестицидов и агрохимикатов.

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза продовольственного сырья и пищевых продуктов, которые содержат пестициды, осуществляется в соответствии с действующими гигиеническими нормативами содержания пестицидов в объектах окружающей среды. Данные такого нормирования пестицидов в растительном сырье приведены в МУ [5],а также [6]. Следует подчеркнуть, что наряду с приведенными в МУ данными по допустимым уровням пестицидов разной химической природы в пищевых продуктах обязательно проводится проверка на наличие ДДТ и его метаболитов, гексахлорциклогексана (ГХЦГ)α-, β-, γ-изомеров. Их максимальные концентрации для растительного сырья составляют не больше 0,1 мг/кг и 0,05 мг/кг соответственно (фрукты и виноград), 0,1 мг/кг (овощи, картофель, зеленый горошек), 0,5 мг/кг (капуста, бахчевые, грибы). А для растительного сырья, которое используется для изготовления продуктов детского питания, – 0,005 мг/кг и 0,01 мг/кг соответственно. Для сушеных и

концентрированных продуктов содержание пестицидов перечисляется на исходный продукт с учетом содержания сухих веществ в сырье и в конечном продукте.

Даже при соблюдении всех норм внесения в почву пестицидов нет гарантий получения безопасных и качественных продуктов, так как в процессе выращивания в сырье попадают не только остаточные количества препаратов, но и продукты их метаболизма, которые, по имеющимся для ряда химикатов сведений [7] не менее токсичны, чем их предшественники. В плодах и овощах загрязнение нитратами превышает суточную дозу до 8 раз. До 10 % проб пищевых продуктов содержат тяжелые металлы и половина из них – в дозах, превышающих предельно допустимую концентрацию (ПДК) [8].

По экологическим причинам ухудшается качество растительного сырья, что изменяет химико-технологические характеристики сырья для перерабатывающих отраслей. Вследствие этого в зависимости от видов продуктов его переработки может снижаться выход готовой продукции, увеличиваться отходы сырья, уменьшаться сроки хранения. Возможные пути заражения продуктов питания: прямые (обработка растений, обработка хранящихся и транспортируемых продуктов) и косвенные (транслокация из почвы в растения, снос на соседние участки и водоемы, загрязнение аэрогенным путем при рыхлении почвы или в результате возгонки, миграция по пищевым цепям). При этом данные по накоплению пестицидов в сырье приведены в табл.1.

Таблица 1 – Концентрация пестицидов в растительном сырье

Наименование пестицидов	Морковь		Картофель		Яблоки (сорт Симиренко)	
	ПДК, мг/кг	Свежая	ПДК, мг/кг	Свежий	Свежие	ПДК, мг/кг
Гексахлорциклогексан ГХЦГ (смесь стереоизомеров) α- ГКЦГ β- ГКЦГ γ- ГКЦГ	0,5	0,001 <0,0005 0,001 0,001	0,5	0,0005 Не найдено 0,0003 Не найдено	0,002 <0,0005 0,001 0,001	Не допускается
ДДТ (сумма метаболитов) ДДД ДДЕ ДДТ	0,1	0,004 0,002 0,001 0001	0,1	0,0008 Не найдено 0,0003 0,0005	0,006 0,003 0,002 0,001	0,05
Прометрин	Не допускается	Не найдено	Не исследовался		0,001	Не допускается
Децис	Не исследовалась		0,1	Не найдено	<0,001	0,001

Согласно современным данным [8], сообщенным организацией RASFF, при исследовании 4911 образцов пищевых продуктов лишь 63 % образцов соответствовали предъявляемым требованиям по уровню контаминантов различной природы, т.е. по уровню химических рисков. 37 % вызывали обеспокоенность несоответствием нормативам. Эти данные по некоторым категориям продуктов приведены в табл.2

Таблица 2 – Результаты исследования пищевых продуктов на наличие химических контаминантов

Категория продукта	Число исследованных образцов	Процент образцов, не соответствующих нормативам по одному или нескольким показателям
Детское питание	43	1
Напитки	197	4
Пищевые добавки	227	5
Фрукты и продукты их переработки	321	7
Специи, приправы	749	15
Овощные и злаковые культуры	387	8
Грибы	24	< 1
Морепродукты	1487	30

Химические риски по категориям для исследованных продуктов выглядят следующим образом:

1 аллергены обнаружены в 11 % из 590 исследованных образцов;
2 тяжелые металлы – в 16 % из 885 исследованных образцов;
3 красители – в 21 % из 1183 исследованных образцов;
4 пищевые добавки – в 4 % из 220 исследованных образцов;
5 пестициды – в 7 % из 411 исследованных образцов;
6 нитраты /нитриты – в 1 % из 43 исследованных образцов.

Как отмечается в литературных источниках [8, 9], среди тяжелых металлов доминируют кадмий, хром, никель, а также ртуть и мышьяк. По полученным нами данным в изученных образцах растительного сырья содержались свинец, кадмий, олово, железо.

Такие результаты в сопоставлении с биогеохимическими особенностями регионов дают основание заключить о биотрансформации этих элементов из почв и влиянии металлической тары в случаях исследования консервированных и упакованных в жестяную тару образцов. Зарубежные же исследователи отмечают [8,9], что кадмий и ртуть больше связаны с морепродуктами, а хром и никель – с тарой либо посудой. Причем это увеличение связано с миграцией тяжелых металлов, а также органических субстанций из посуды, произведенной в Китае.

Пищевые красители обнаружены в специях и приправах, большая часть которых производится в Евросоюзе и в Российской Федерации. По видам красящих веществ – это судан, зелень малахита и др.

Среди остатков пестицидов в продуктах, анализируемых в странах Евросоюза, обнаружены: диметоат, ометоат, оксамил, метамидофос, метомил, монокротофос, изофенфосметил и др. Следует отметить, что изофенфосметил является несанкционированным пестицидом в овощах [8], который, в частности, обнаружен в перцах из Испании (рис.1).

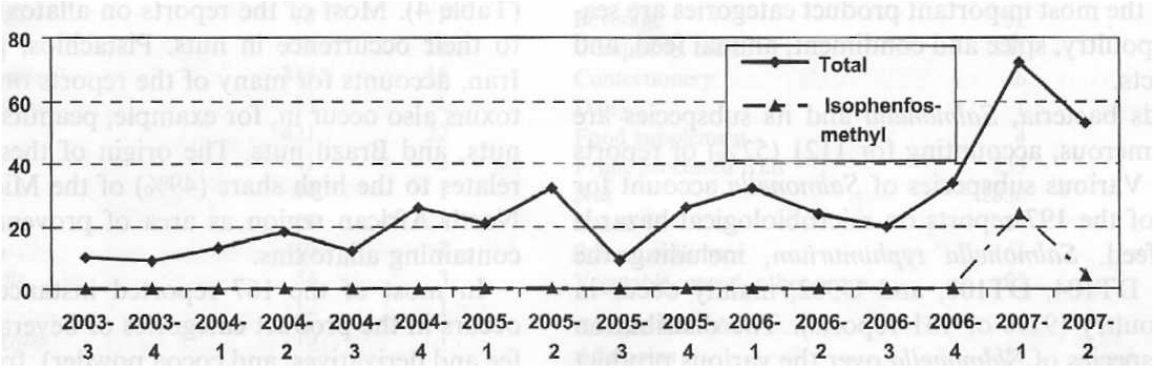


Рис. 1 – Хронология уведомлений RASFF по рискам пестицидов

Фрукты и овощи упоминаются в более 80 % всех сообщений о превышении концентраций пестицидов. По данным зарубежных исследователей [8,10], обнаружена 91 химическая субстанция, однако многие из них встречались от одного до четырёх раз. 16 доминирующих пестицидов обнаружены в 65 % аномальных по этому показателю образцов. Самым часто встречающимся является диметоат, обнаруженный в 31 исследованном образце.

Полученные в Украине нами и другими исследователями данные также подтверждают превышение допустимых концентраций пестицидов соответственно в 11 и 9 % образцов от общего количества исследованных растительных продуктов, причем виды обнаруженных контаминантов лишь по некоторым показателям совпадали с данными для стран Евросоюза. В частности, доминирующими токсикантами в продуктах из украинского региона были ДДТ, ГХЦГ и др., тогда как в еврорегионе – диметоат, ометоат, оксамил, метамидофос и др.

Следует также отметить, что существенных различий по разным регионам Украины (Одесская, Винницкая, Николаевская области) в ассортименте доступных для обнаружения токсикантов мы не встретили. Как правило, наблюдались лишь колебания их концентраций.

Проведенный нами обобщенный анализ видов и взаимосвязи рисков растительных пищевых продуктов с их последствиями для потребителей представлен на рис.2, подтверждающий не только наличие отдельных групп рисков, но и их взаимосвязь и функциональное взаимодействие.



Рис. 2 – Виды и взаимосвязь рисков пищевых продуктов с их последствиями для потребителей

Таким образом, проведено установление, анализ и оценка рисков опасности растительного сырья и продуктов его переработки. Для производства безопасных продуктов питания необходимо в первую очередь ставить вопрос об экологически чистом сырье. Только на основе совершенствования форм и методов системы сельскохозяйственного и промышленного контроля качества и безопасности сырья и пищевых продуктов, на государственном и общественном уровнях возможно снижение риска потребления некачественных пищевых продуктов, приблизив его к требованиям мировых стандартов.

Литература

1. Закон України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2006, № 12, ст.101), з доповненнями № 1107 – V (1107-16) від 31.05.2007, ВВР, 2007, № 35, ст.488 № 255 – VI(255-17) від 10.04.2008
2. Безопасность и качество продуктов переработки плодов и овощей / Ломачинский В.А., Гельфанд С.Ю., Дьяконова Э.В., Медведева Т.Н., Цимбалаев С.Р. – М.: ГНУ ВНШКОП, 2007. – 384 с.
3. Донченко Л.В., Надыкта В.Д.Безопасность пищевой продукции. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 539 с.
4. Інструкція про порядок санітарно-технічного контролю консервів на виробничих підприємствах, оптових базах, в роздрібній торгівлі та на підприємствах громадського харчування № І 4.4.4.077–2001, затверджена постановою Головного державного санітарного лікаря України від 07.11.2001 р. № 140.
5. Пилипенко Ю.Д., Л.М. Пилипенко. Державні нормативні документи на сировину напівфабрикати, матеріали та консервовану продукцію. Показники безпечності та якості / Методичні вказівки. Видання офіційне // Мінагрополітики. – Київ, 2009. – 114 с.
6. Принципы оценки безопасности пищевых добавок и контаминантов в продуктах питания. Гигиенические критерии состояния окруж. среды. – М.: ВОЗ, 1991, № 70.
7. Пилипенко Л.Н., Егорова А.В., Пилипенко И.В. Методологические проблемы контроля качества и безопасности консервированных продуктов в современных условиях / Межд. науч.-практ. конф. «Технологические и микробиологические проблемы консервирования и хранения плодов и овощей», посвящённая 100-летию со для рождения В.И. Рогачёва – М.; ВНИИКОП, 2007. – С. 225-232.
8. Kleter G.A., Groot M.J., Poelman M. Timely awareness and prevention of emerging chemical and biochemical risks in foods // Food and chemical toxicology. – v.47. – № 5. –2009. – P. 992-1008.
9. Kleter G.A.,Parandini A., Filippi L. Identification of potentially emerging food safety (RASSF) // Food and chemical toxicology. – v.47. – № 5. – 2009. – P. 932-950.
10. Marvin H.J.P. Early identification systems for emerging foodborne hazards // Food and chemical toxicology. – v.47. – № 5. – 2009. – P. 915-926.

УДК 664.001.89

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ – ЗАПОРУКА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Осадчук І.В[1]., наук. співр. 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

У статті розглядаються особливості забезпечення контролю якості продукції підприємств харчової промисловості. Визначені основні напрями його вдосконалення в контексті забезпечення конкурентоспроможності в умовах глобалізації.

Peculiarity of security of quality control in the food industry describes in the article. The basic directions of its improvement in the context of competitiveness in a globalizing.

Ключові слова: продукція, харчова промисловість, контроль якості, конкурентоспроможність, стандарт.

Державна політика у сфері управління якістю продукції (товарів, робіт, послуг) спрямована на підтримку зусиль підприємств та організацій у задоволенні потреб споживачів шляхом поліпшення якості та конкурентоспроможності продукції, розвитку і впровадження методів управління якістю.

Спад виробництва та зниження економічного потенціалу України негативно вплинули на якість і конкурентоспроможність вітчизняних товарів, робіт, послуг, впровадження сучасних методів управління

якістю. Ситуація ускладнювалася інтервенціями іноземних товарів, зниженням платоспроможності населення. Це пояснюється недоліками економічної політики, зокрема надмірною лібералізацією ринку, що відкрило необмежений доступ імпорту товарів, а також відсутністю важелів у сфері управління якістю. До того ж, акти законодавства, що регулюють відносини у цій сфері, не узгоджені між собою і не спрямовані на забезпечення випуску конкурентоспроможної продукції, а діюча система державного регулювання якості не стимулює виробників до поліпшення якості. Не створено інфраструктури сприяння поліпшенню якості, підтримки інновацій, відсутнє інформаційне забезпечення, практично не проводиться навчання у сфері управління якістю та довкіллям.

Майже не проводяться наукові дослідження у сфері управління якістю та довкіллям. Більшість вітчизняних підприємств не застосовує сучасних методів поліпшення якості та підвищення рівня ділової досконалості, які базуються на загальновизнаних принципах всеохоплюючого управління якістю (TotaI Quality Management). Не популяризується досвід підприємств, які досягли високого рівня ділової досконалості, не налагоджено взаємодію та обмін інформацією між ними.

В Україні діють добровільні державні стандарти на системи управління якістю, розроблені на основі міжнародних стандартів ISO серії 9000. Тим часом у Європі та у світі застосовуються сучасні методи поліпшення якості, рівня ділової досконалості та управління довкіллям, зокрема за вимогами міжнародних стандартів ISO серії 9000 та 14000. На багатьох вітчизняних підприємствах системи управління якістю не переглядалися впродовж останніх 10-15 років і не відповідають сучасним вимогам. Аналіз свідчить, що основною причиною їхнього низького рівня є відсутність системного підходу до управління та навчання у цій сфері. До навчальних програм у закладах, де готують спеціалістів з питань управління якістю, як правило, не включено вивчення сучасних методів та підходів до управління якістю. Наслідком цього є недостатня обізнаність керівників і спеціалістів вітчизняних підприємств із європейським та світовим досвідом у сфері управління якістю та діловою досконалістю.

Для відродження економіки України необхідно поліпшити якість і конкурентоспроможність продукції, створити умови для повного розкриття потенціалу підприємств, досягнення ділової досконалості, надавати всіляку підтримку та сприяти розвитку сфери управління якістю.

Забезпечення поліпшення якості повинно стати завданням загальнодержавної ваги, а основним шляхом його розв'язання – державна підтримка сучасних методів управління якістю та діловою досконалістю, розроблення і впровадження систем управління якістю та довкіллям згідно зі стандартами ISO серії 9000 та 14000, принципами всеохоплюючого управління якістю, визнаними в Європі та у світі.

Відповідно до Концепції державної промислової політики України від 12 лютого 2003 року та Державної програми розвитку промисловості на 2003 – 2011 роки від 28 липня 2003 року розвиток харчової промисловості визначений як один із пріоритетних напрямів структурної економічної політики України. Пріоритетними напрямами розвитку харчової промисловості повинні бути: підтримка конкурентоспроможності продукції на внутрішньому та зовнішньому ринку; подальша диверсифікація виробництва; впровадження сертифікованих за європейськими стандартами виробництв та ресурсозберігаючих технологій. Необхідно забезпечити зростання обсягів виробництва.

Для досягнення цієї мети передбачено розв'язання таких основних завдань:

— створити умови для впровадження виробництв, сертифікованих відповідно до європейських стандартів;

— розробити та впровадити контроль за якістю і безпекою сільськогосподарської продукції і продовольчих товарів;

— розширити експорт продовольчих товарів глибокої переробки;

— розробити та впровадити системи захисту внутрішнього ринку та стимулювання вітчизняного виробника кінцевої продукції поглибленої переробки;

— забезпечити виробництво харчових продуктів в обсязі та асортименті, достатніх для харчування населення за науково-обґрунтованими нормами;

— створити умови для широкого впровадження ресурсозберігаючих технологій; запровадити механізми здорової конкуренції та поступової ліквідації тіньового сектора [1].

Свої корективи внесла фінансово-економічна криза, яка вимагає від виробників не тільки змін в управлінні, більш відповідального дотримання правил ведення бізнесу, але й дотримання високих стандартів якості продукції, робіт та послуг, підвищення рівня конкурентоспроможності підприємства.

У радянські часи в харчовій промисловості існувало багато різних норм та нормативів. Державні стандарти (ГОСТ) та галузеві стандарти (ОСТ), технічні умови (ТУ) регламентували практично кожен крок підприємства. Що стосується виробничих стандартів, то в умовах відсутності конкуренції вони не завжди забезпечували відповідну якість продукції. Та й розроблялись вони в СРСР переважно на стратегічні товари, які закладалися в державний продовольчий резерв.

Технічні умови розроблялися галузевими інститутами, і до них, як і до Державних стандартів, мали доступ всі підприємства країни. Проте навіть у радянські часи, не було стандартів на виробництво усіх видів продукції. Сьогодні, коли підприємства мають самостійність, змінили форму власності, вони самостійно вирішують, які стандарти використовувати. Технічні умови це автономні документи, які ні до чого не зобов'язують. І якщо керівництво вважає за потрібне ввести в асортимент товар дешевший, пройшовши перевірку в санепідемнагляді та Інституті харчування на відсутність шкідливих речовин, виробництво такого продукту здійснюють. Вітчизняна харчова промисловість отримала можливість використовувати сировину, яка не дозволялася раніше. На продукти доцільно встановити Державні стандарти загального характеру, які б визначали єдині обов'язкові вимоги до продукту через уведення міжнародних норм. Вони ставлять галузь у певні рамки – які види сировини можуть використовуватися, в яких пропорціях, яка технологія – і одночасно, дадуть можливість кожному виробнику, кожному продукту зберегти свою індивідуальність [2]. Необхідним є перегляд термінів зберігання продукції по всіх галузях харчової промисловості. Не варто забувати в умовах розвитку конкуренції та просування на світові ринки про міжнародні стандарти якості і безпеки харчових продуктів.

До законодавчих актів у сфері безпеки та якості харчових продуктів відноситься велика кількість підзаконних нормативних актів, якими встановлюються певні процедури контролю. Однак на практиці відстежується неузгодженість українського законодавства у сфері контролю та нагляду за харчовими продуктами, і чинна система технічного регулювання (стандартизація, метрологія, сертифікація) гальмує розвиток підприємств харчової промисловості, і разом із тим не забезпечує прав споживачів на отримання якісної та безпечної продукції. Наприклад, норми Закону України "Про захист прав споживачів" не відповідають нормам профільного законодавства з питань стандартизації. Так, у відповідності до другого абзацу першої частини статті 14 Закону України "Про захист прав споживачів": "у разі відсутності нормативних документів, нормативно-правових актів, що містять обов'язкові вимоги до продукції, використання якої може завдати шкоди життю, здоров'ю споживача, навколишньому природному середовищу, а також майну споживача, відповідні органи виконавчої влади, що здійснюють державний захист прав споживачів, зобов'язані негайно заборонити випуск і реалізацію такої продукції" [3]. Окрім цього, відповідно до пункту 2 першої частини статті 15 цього закону: "інформація про продукцію повинна містити:... найменування нормативних документів, вимогам яких повинна відповідати вітчизняна продукція". Зазначені норми фактично означають обов'язковість відповідності практично всіх товарів тим чи іншим стандартам, що суперечить нормам закону України "Про стандартизацію", оскільки третя частина статті 11 Закону України "Про стандартизацію" говорить: "Стандарти застосовуються на добровільній основі, за винятком випадків, коли застосування цих стандартів вимагають технічні регламенти" [4]. Окрім цього, наявність зазначеної норми статті 14 означає, що органи Держспоживстандарту в будь-який час можуть зупинити виробництво практично будь-якого товару, оскільки критерії можливості завдання шкоди життю, здоров'ю споживача, навколишньому природному середовищу, а також майну споживача не визначені. Таким чином, може бути зупинене виробництво товарів, стандартів на які взагалі не існує, без доведення їхньої небезпеки для життя, здоров'я, майна споживача чи навколишнього природного середовища тощо.

Завдання приведення вітчизняної нормативної бази до міжнародних норм стало актуальним із членством України в СОТ. Протокол про приєднання України до Марракеської Угоди про створення СОТ підписано в Женеві 5 лютого 2008 року. 10 квітня 2008 року Верховна Рада України ратифікувала вищевказаний Протокол, який набув чинності 16 травня 2008 року. З моменту набрання Україною повноправного членства в цій міжнародній організації, країни-члени СОТ вимагатимуть від України дотримання основних положень угод СОТ і виконання домовленостей, досягнутих у ході переговорного процесу щодо вступу України до СОТ. Найбільші застереження викликають наслідки торговельної лібералізації для сільського господарства і харчової промисловості країни.

Країни, що приєднуються до СОТ, беруть на себе зобов'язання з чотирьох напрямів:

- доступу на ринок сільськогосподарських і продовольчих товарів;
- державної підтримки сільського господарства;
- санітарних і фітосанітарних заходів;
- експортної конкуренції в сільськогосподарській і продовольчій торгівлі [5].

Умови вступу до СОТ для вітчизняного виробника агропродовольчої продукції досить жорсткі, і можливості захисту внутрішнього агропродовольчого ринку від імпортної продукції обмежені. У цих умовах основні зусилля мають зосереджуватися на пришвидшенні гармонізації законодавства у сфері безпеки та якості продукції харчування та запровадженні міжнародних стандартів вітчизняними виробниками. Разом із тим, законодавство ЄС висуває жорсткі вимоги щодо показників безпеки і якості продукції, що значною мірою впливає на просування вітчизняної сільськогосподарської продукції (зокрема, тваринного походження) та продуктів харчування на ринки ЄС. Процедурі легалізації експорту тварин-

ницької продукції до ЄС передує складний підготовчий етап щодо проходження та відповідності продукції міжнародним стандартам. Обов'язковою умовою є проведення державного моніторингу залишкових речовин у живих тваринах і продуктах тваринного походження. Основна перешкода для українського експорту до ЄС – це невідповідність продукції стандартам якості, прийнятим в ЄС. Перехід від обов'язкової сертифікації до європейської (міжнародної) моделі оцінки відповідності має супроводжуватися скоординованою роботою щодо створення на законодавчому, нормативному та інфраструктурному рівні ефективної системи контролю за якістю та безпекою продукції. Скасуванню обов'язкової сертифікації харчових продуктів повинен передувати певний перехідний період, під час якого необхідно організувати державний контроль у відповідності з європейським та міжнародним досвідом.

Перехід від обов'язкової сертифікації до оцінки відповідності в Україні гальмується повільною розробкою та впровадженням технічних регламентів. Разом із тим досвід інших країн, зокрема країн–членів ЄС, свідчить про те, що для забезпечення безпеки продукції та захисту прав споживачів обов'язкова сертифікація не є необхідною. Замість цього впроваджена система оцінки та підтвердження відповідності. Зазначена система грунтується на системі оцінки ризику, тобто рівня небезпечності кожного виду продукції. Відповідно до більш небезпечної продукції застосовується більш жорстка процедура оцінки та підтвердження відповідності. Так, для найменш небезпечної продукції можливе самостійне декларування виробником відповідності продукції технічним вимогам, для потенційно небезпечної – передбачена перевірка на таку відповідність кожної одиниці продукції незалежним органом. Наприклад, в ЄС відсутня обов'язкова сертифікація харчової продукції, але це не означає, що європейські продукти харчування нижчої якості та небезпечні для споживача. Але відповідно до Закону України "Про підтвердження відповідності" процедура виключення продукції з Переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації здійснюється після впровадження відповідних технічних регламентів на продукцію. У рамках ЄС, зокрема, лише питаннями безпеки та якості харчових продуктів у ланцюгу "від поля до столу" регулюється близько 160 європейськими директивами, які необхідно запровадити в законодавство України для створення аналогічної системи.

У всіх країнах ЄС якість та безпечність продукції контролюється самими виробниками та забезпечується підприємствами, які впроваджують системи якості, такі як ISO, HACCP та стандарти доброї виробничої практики (Good manufacturing practice – GMP – частина системи забезпечення якості, яка гарантує, що продукція постійно виробляється та контролюється згідно зі стандартами якості. Стандарти GMP особливу увагу приділяють створенню якості під час виробництва та направлені на зниження ризиків).

Без приведення теорії і практики виробництва харчових продуктів у відповідність до встановлених у цивілізованому світі норм і правил, успіхів в умовах ринкової економіки не досягти. Наприклад, впровадження системи менеджменту безпеки харчових продуктів по всьому ланцюзі постачання харчових продуктів (виробники сировини, виробники харчових продуктів, компанії, які забезпечують транспортування та зберігання, організації роздрібної торгівлі, а також виробники обладнання, пакувального матеріалу, домішок та інгредієнтів) дозволяє адаптація до вітчизняних умов міжнародного стандарту ISO 22000 "Система менеджменту безпеки харчових продуктів. Вимоги до організації в харчовому ланцюзі", який із серпня 2007 р. чинний в Україні як ДСТУ ISO 22000:2007. Цей стандарт встановлює вимоги до системи управління безпечністю харчових продуктів, якщо організація в харчовому ланцюзі має необхідність продемонструвати свою здатність керувати небезпечними чинниками харчових продуктів для гарантування того, що харчовий продукт є безпечним на момент його споживання людиною [2].

Серед основних міжнародних документів, які тлумачать та дають рекомендації щодо запровадження системи HACCP (Система аналізу небезпечних чинників і критичних точок керування (у латинській абревіатурі – HACCP "Hazard Analysis and Critical Control Point") є науково–обґрунтованою системою, що дозволяє гарантувати виробництво безпечної продукції шляхом ідентифікації і контролю небезпечних чинників. В основі системи лежить оцінка небезпек, які можуть вплинути на харчовий продукт у процесі його виробництва, зберігання, реалізації та використання. Система HACCP передбачає поділ процесу виробництва на блоки і впровадження системи контролю за потенційними "ризиками" на кожній із цих ділянок. Плануючи всі ці дії, кваліфіковане і відповідальне виконання операцій кожним спеціалістом підприємства харчової промисловості та документація усіх заходів дозволяють звести ймовірність виробництва недоброякісного виробництва до мінімуму, практично до нуля. Система HACCP є єдиною системою управління безпечністю харчової продукції, яка довела свою ефективність і прийнята міжнародними організаціями. Впровадження системи HACCP на підприємстві залежить від наявних ресурсів. При впровадженні системи реалізується доповнення контролю продукції контролем процесів, задоволення необхідності в постійно небезпечних продуктах харчування, підвищення ефективності вкладення засобів тощо. Ця система пов'язана із системою норм та нормативів підприємства, яка повинна бути направлена на реалізацію принципів системи HACCP – сучасної системи управління якістю продукції, основним за-

вданням якої є оцінка виробничого процесу з точки зору аналізу загроз і ризиків, які можуть виникнути в процесі виробництва харчової продукції [6].

Стратегічний план трансформації системи технічного регулювання і споживчої політики у відповідності з вимогами СОТ та ЄС передбачає конкретні кроки щодо розширення і активізації співробітництва з міжнародними організаціями зі стандартизації, в першу чергу, з ISO. Це, зокрема, прискорення темпів гармонізації міжнародних стандартів; забезпечення процесу визначення ринкової відповідності майбутніх проектів стандартів, з урахуванням обслуговування промисловості, потреб ринку; розроблення механізму, за допомогою якого враховуватиметься громадська оцінка проектів стандартів [7].

Для цього необхідно:

— гармонізувати всю нормативно-правову базу;

— прийняти Концепцію державної політики у сфері управління безпечністю харчових продуктів та продовольчої сировини на основі принципів HACCP;

— прийняти національні відповідники стандартів ISO серії 22000;

— докорінно поліпшити систему санітарії та гігієни на виробництві харчових продуктів;

— створити єдиний орган із контролю за їх безпечністю;

— запровадити ефективну систему підготовки та підвищення кваліфікації інженерно-технічного персоналу підприємств галузі з урахуванням сучасних міжнародних вимог [2].

Дослідивши існуючу систему організації контролю за харчовими продуктами в Україні, можна зробити висновки, що кожному щаблю цієї системи бракує узгодженості, починаючи із законодавства і закінчуючи лабораторними дослідженнями. Це, по-перше, призводить до перехресного контролю харчових продуктів, а отже, до додаткових витрат часу і коштів суб'єктів підприємницької діяльності; по-друге, така неврегульованість спричиняє корупцію; і, по-третє, що є найголовнішим, не забезпечує ефективного і повноцінного контролю. У свою чергу, така ситуація наражає на небезпеку самих споживачів. Окрім того, що продукція дорожчає, адже свої витрати підприємець закладає в кінцеву ціну продукту, споживач не є стовідсотково захищеним від недоброякісної та небезпечної продукції. Така ситуація вимагає проведення адаптації українського законодавства до європейського, гармонізації нормативної бази з міжнародними і європейськими стандартами, поступового переходу від обов'язкової сертифікації до оцінки відповідності за вимогами технічних регламентів, зміцнення та розвиток спроможності українських інституцій у сфері ринкового нагляду за досвідом держав-членів ЄС. Першим кроком по вдосконаленню системи контролю за харчовою продукцією має стати розробка Національної стратегії забезпечення продовольчої безпеки країни.

Розгалужена і громіздка система державного контролю якості й безпеки харчових продуктів в Україні є неефективною і не сприяє підвищенню якості харчових продуктів. Кожна служба функціонує автономно за рахунок надання платних послуг виробникам продукції, визначаючи окремі показники безпеки в харчових продуктах і поєднуючи в собі функції державного нагляду за дотриманням цих показників.

Враховуючи аналіз організації контролю в Україні та досвід європейських країн, доцільним є створення ефективної системи контролю за харчовою продукцією через об'єднання всіх функцій забезпечення безпеки продуктів харчування в одному відомстві, яке б відповідало за продовольчу безпеку з чітко окресленим колом повноважень. Це дасть можливість: гармонізувати стандарти на харчові продукти і скоординувати заходи контролю по всьому ланцюзі "з лану до столу"; приймати термінові та послідовні рішення та вживати заходи задля ефективного захисту споживачів; підвищити рентабельність та ефективність використання бюджетних ресурсів та експертних знань; надавати більш ефективні та якісні консультаційні послуги, що позитивно відобразиться на розвитку промисловості та торгівлі тощо. Таким органом може стати окремий державний орган виконавчої влади, який би мав декілька підрозділів щодо контролю всього харчового ланцюга від сировини на виробництво до реалізації харчової продукції "з лану до столу". Таке відомство, перш за все, має стати органом регулювання ризиків. При цьому важливо також враховувати певні ризики такої системи, зокрема, об'єднання функцій оцінки та регулювання ризиків [8]. Таким органом може бути Агентство продовольчої безпеки Міністерства аграрної політики України, організаційна структура якого побудована за принципом структуризації подібних агенцій в Європейських країнах на основі реорганізації існуючих управлінських структур, які опікуються даними проблемами.

Важливим є також розробка і ухвалення Закону України "Про загальні принципи, структуру і вимоги продовольчого законодавства" на основі принципів Регламентів (ЄС) № 178 / 2002 Європейського парламенту і Ради від 28 січня 2002 року "Про встановлення загальних принципів та вимог законодавства щодо харчових продуктів, створення Європейського органу з безпеки харчових продуктів та встановлення процедур у галузі безпеки харчових продуктів", що встановлює загальні принципи та вимоги до харчового законодавства та № 852 / 2004 Європейського Парламенту і Ради від 29 квітня 2004 року "Про проведення офіційного контролю з метою забезпечення перевірок додержання закону про продукти хар-

чування та фураж і правил, що стосуються здоров'я та благополуччя тварин", яким встановлені загальні правила гігієни харчових продуктів для європейських підприємців [9].

Введення обов'язковості виконання Технічного регламенту щодо маркування харчових продуктів, повинно було б надавати можливість отримати такі вигоди: в інтересах держави – забезпечення виконання статті 50 Конституції України щодо гарантування кожному громадянину України права вільного доступу до інформації про якість харчових продуктів (на сьогодні принцип достовірності щодо якості порушений); гармонізувати вимоги щодо маркування харчових продуктів з європейськими вимогами; встановити загальні, чіткі та прозорі вимоги до маркування харчових продуктів, виконання яких суб'єктами господарювання періодично контролюватиметься відповідним державним органом у межах його компетенції; в інтересах суб'єктів господарювання – запровадити гармонізовані з європейськими вимоги до маркування харчової продукції для забезпечення рівних конкурентних умов у цій сфері; запровадити самостійний регуляторний акт, яким встановлюється загальний перелік відомостей, які слід зазначати у маркуванні всіх харчових продуктів, замість існування окремих вимог у різних законодавчих актах, що стосуються однієї і тієї ж продукції тощо; в інтересах споживачів – привести до рівня поінформованості вітчизняного споживача про вид і характеристики харчового продукту до європейського рівня (хоча, наприклад, помітка "Без ГМО" сьогодні ще не означає, що так це є насправді). Система норм та нормативів кожного підприємства, зайнятого виробництвом продуктів харчування та й сировини для харчової промисловості, повинна базуватись на принципах безпечного для здоров'я людини виробництва. І цей принцип повинен бути закладений в основи планування діяльності підприємств харчової промисловості.

Виховання культури безпечного виробництва і споживання їжі має стати важливим завданням засобів масової інформації, державних та громадських організацій. Крім того, у профільних вищих навчальних закладах України доцільно ввести в навчальні плани дисципліни з продовольчого права.

Державна політика у сфері управління безпечністю харчових продуктів повинна забезпечувати створення необхідних правових, економічних та соціальних умов, встановлених в країнах СОТ, з метою виробництва високоякісної та безпечної продукції для внутрішнього споживання та реалізації на зовнішньому ринку, рівноправного міжнародного торговельного обміну, задоволення попиту на безпечну та якісну продукцію, стабільного розвитку харчової та переробної галузі, запобігання біотероризму.

Поліпшення якості та конкурентоспроможності продукції підприємств харчової промисловості України повинно базуватися на використанні досягнень науки, впровадженні ресурсозберігаючих, екологічно чистих прогресивних технологій та нових матеріалів. Науково-технічний рівень виробництва повинен відповідати вимогам міжнародних та європейських стандартів.

Література

1. Концепція державної політики у сфері управління якістю продукції (товарів, робіт, послуг), затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17.08.2002 р. № 447– р.
2. Тарасюк Г. М. Необхідність удосконалення продуктових стандартів, норм та нормативів при плануванні розвитку підприємств харчової промисловості / Г. М. Тарасюк // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2008. – № 4, Том 1 (114). – С. 125-127.
3. Закон України "Про захист прав споживачів" від 12.05.1991р. № 1023 – XII.
4. Закон України "Про стандартизацію" від 17.05.2001р. № 2408 – III.
5. Кому потрібні генетично модифіковані продукти і що ми з ними робитимемо / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : consumerinfo.org.ua.
6. Управління якістю за вимогами МС ISO 9001/9004: 2000 і система управління ризиками НАССР на підприємствах харчової промисловості [Електронний ресурс]. – Режим доступу : qsys.com.ua – сайт КВЦ "Системы качества".
7. Стратегічний план трансформації системи технічного регулювання та захисту прав споживачів відповідно до вимог Світової організації торгівлі та Європейського союзу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: ssu.gov.ua.
8. В центрі уваги: контроль за якістю та безпекою харчової продукції : аналітичний звіт, підготовлений Комітетом експортерів та імпортерів Європейської Бізнес асоціації з метою висвітлення проблеми неузгодженості системи державного контролю безпечності харчових продуктів [Електронний ресурс] / Режим доступу : eba.com.ua.
9. Тарасюк Г. М. Нормативне забезпечення планування та контролю якості продукції як основа конкурентоспроможності підприємств харчової промисловості / Г. М. Тарасюк // Економіка. Управління. Інновації. – 2010. – № 2 (4). – С. 24-27.

УДК 664.8.658.562

ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ДЖЕМОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ

Бочарова О.В. д-р техн. наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров
Одесская национальная академия пищевых технологий

Проведено сравнение украинских стандартов на джемы с международными. Разработана балловая шкала органолептической оценки качества джемов, в которой показатели консистенции можно охарактеризовать в соответствии с европейскими стандартами.

The Ukrainian standards and international ones have been compared. The point scale of organoleptic evaluation of jam's quality by means of which it is possible to characterize the consistency according to European standards has been developed.

Ключевые слова: джемы, качество, стандарты

Анализ оперативных данных проведения проверок качества и безопасности товаров (табл.1) Главного Одесского областного управления по делам защиты прав потребителей [1-4], позволяет установить высокую долю забракованной плодоовощной продукции.

Таблица 1 – Характеристика данных проверок плодоовощной продукции Одесским областным управлением по делам защиты прав потребителей

Единицы измерения	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Забраковано плодоовощной продукции				
тонн	49,190	28,43	34,21	46,04
% от проверенного количества	60,76	52,10	53,90	65,50
Забраковано из-за несоответствия требованиям НД				
тонн	4,54	12,84	4,90	30, 81
% от забракованной плодоовощной продукции	9,2	45,2	14,3	67
Забраковано из-за отсутствия или неполной информации в сопроводительных документах по качеству и безопасности				
тонн	2,45	4,8	10,50	6,38
% от забракованной плодоовощной продукции	5	17	30,7	13,9

Больший удельный вес забракованной продукции [1-4] определен только для слабоалкогольных и алкогольных напитков. Характерно, что и для этих групп товаров следует отметить высокую долю забраковки из-за несоответствия требованиям нормативных документов. Такие данные могут быть объяснены не только наличием фальсифицированной продукции или товаров низкого качества, но и несоответствием нормативных документов на продукцию в разных странах. Известно, что в эти годы из-за разногласий в нормативных документах на отдельные компоненты пищи был снят с реализации ряд продуктов детского питания фирмы Nestle, которые после принятия изменений к соответствующему закону «Про дитяче харчування» от 02.12.2010 опять были признаны качественными. Проведение экспертизы на соответствие импортируемых товаров только техническим условиям контракта определяет возможность поступления на прилавки магазинов иностранных продуктов, не отвечающих всем требованиям действующих стандартов Украины.

Экспертиза как вид деятельности применяется в различных отраслях народного хозяйства [5] (торговле, криминалистике, медицине, бухгалтерии и др.) и способствует укреплению законности и правопорядка [6]. Большинство правонарушений таможенного законодательства связано с использованием приемов, направленных на фальсификацию товарных свойств объектов. При этом в результате правонарушений могут быть изменены содержание данных маркировки, документальные данные о качественных и количественных характеристиках товара, а также использован прямой обман в отношении его потребительных свойств. Возможность установления факта фальсификации товаров по качественным параметрам продукции, трудно поддающимся подделке определяет научный аспект экспертной деятельности. Очевидно, что качество проведения экспертизы в значительной мере зависит от применяемых методов и

методик установления подлинности товара. Практический аспект экспертной деятельности включает систему нормативной и инструктивной баз для проведения экспертизы. Оформление результатов экспертизы в товароведческой практике производят, в соответствии с инструктивной базой, в виде акта определенной формы, выбор которой осуществляют с учетом следующих признаков [5]: вид товара и транспортной тары; происхождение товара (экспортный, импортный, отечественный); присутствие или отсутствие отличий между фактическими данными и данными товаросопроводительной документации; количество необходимого в акте текстового материала. Помимо вышеназванных факторов, определяющих эффективность экспертизы и оценивания качества товаров, в современных условиях международной торговли значительную роль отводят [8] соответствию терминов и определений продукта, а также эквивалентности мер контроля качества в разных странах. Очевидна необходимость (для обеспечения охраны здоровья потребителей при участии Украины в международной торговле) исследований, направленных на анализ соответствия нормативных документов на продукты различных стран нормам Совместной Объединенной программы ФАО/ВОЗ, а также на установление качества различных групп товаров.

Исследование джемов отечественного и зарубежного производства позволяет установить, что их физико-химические показатели (табл. 2) отвечают нормам действующего стандарта Украины (ДСТУ 4900:2007 [7]) для стерилизованных джемов категории «Домашний» (нормируемая масса растворимых сухих веществ должна быть не менее 55 %), тогда как показатели внешнего вида продукта производства Греции торговой марки (ТМ) «Kalimera» вообще не позволяют назвать этот продукт джемом (в соответствии с украинским определением).

Таблица 2 – Физико-химические показатели качества абрикосовых джемов импортного производства

Показатель	ТМ «Kalimera»	ТМ «Thick Abricot»
массовая доля сухих веществ, %	60	56
массовая доля примесей растительного происхождения, %	Не обнаружено	Не обнаружено
массовая доля посторонних примесей, %	Не обнаружено	Не обнаружено

Действительно, в соответствии с европейскими гармонизированными требованиями к пищевым продуктам, джемы могут быть выработаны из плодового пюре [9] (табл.3), что отразится на несоответствии их внешнего вида требованиям украинских стандартов.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика технологий и показателей качества джемов

Нормативный документ	CODEX STAN 192-1995, Rev.7-2006	ДСТУ 4900:2007
Приготовление джема	Уваривание свежих плодов, кусочков плодов, плодовой мякоти или пюре с возможным добавлением фруктового сока или концентрированного фруктового сока и сахара до загустевания, могут быть добавлены пектин и кусочки фруктов	Уваривание подготовленных плодов с сахарным сиропом (с возможным добавлением пектина)
Внешний вид и консистенция	Густой вязкий продукт	Целые плоды или кусочки плодов в желеобразной массе
Разрешенные добавки	Консерванты: бензоаты (до 1000 мг/кг); Красители: Зеленый прочный FCF (до 400 мг/кг), кармины (до 200 мг/кг), оксиды железа (до 200 мг/кг), растительные каротины (до 1000 мг/кг), рибофлавины (до 200 мг/кг), сахарный колер Пеногаситель – полидиметилсилоксан (до 30мг/кг), Антиокислитель – этилендиаминтетраацетат кальция-натрия (до 130 мг/кг).	Пектин; лимонная, винная, сорбиновая кислоты; сахар крахмальный , патока крахмальная, ванилин, корица; сироп глюкозо-фруктозный

Таким образом, сравнение определений продуктов отечественного производства с международными требованиями позволяет предположить присутствие среди забракованной импортной продукции качественного (по европейским нормам) товара, но не отвечающего требованиям украинской нормативной документации к органолептическим показателям. Задекларированные добавки греческого джема включают пектин, лимонную кислоту, натуральный ароматизатор, что не противоречит требованиям ДСТУ. Можно

показать, что соответствие гармонизированным нормам Совместной Объединенной программы ФАО/ВОЗ [9] необходимо для Украины с точки зрения ее активного участия в международной торговле. Для оценивания органолептических показателей качества продукта, отвечающего по физико-химическим показателям требованиям украинских стандартов, целесообразно использовать опыт балловой системы оценки качества в развитых странах мира и использовать словесную характеристику показателей консистенции в соответствии с европейскими стандартами. При этом, в соответствии с определением понятия «внешний вид» как показателя, отражающего цвет, форму, физическое состояние, консистенцию и т.д. [10], целесообразно оценивать цвет джема как элемента внешнего вида (табл. 4).

Таблица 4 – Показатели качества и словесная характеристика пяти уровней качества джемов

Показатель качества	Баллы	Характеристика качества
1	2	3
1. Внешний вид и консистенция		
1.1. Растекаемость, вязкость и густота массы	5	Густая, не растекающаяся вязкая масса, в которой могут находиться равномерно распределенные кусочки фруктов (для мандаринового джема – кусочки измельченной кожуры).
	4	Густая, медленно растекающаяся на горизонтальной поверхности вязкая масса, в которой могут находиться равномерно распределенные кусочки фруктов (для мандаринового джема – кусочки измельченной кожуры).
	3	Не очень густая, медленно растекающаяся на горизонтальной поверхности вязкая масса, в которой могут находиться кусочки неравномерно распределенных фруктов (для мандаринового джема – кусочки измельченной кожуры).
	2	Не густая, растекающаяся на горизонтальной поверхности маловязкая масса, в которой могут находиться кусочки очень неравномерно распределенных фруктов (для мандаринового джема – кусочки измельченной кожуры).
	1	Жидкая, быстро растекающаяся на горизонтальной поверхности масса, в которой могут находиться кусочки неравномерно распределенных фруктов (для мандаринового джема – кусочки измельченной кожуры).
1.2. Цвет		
1.2.1 Цветовой тон	5	Очень близкий к цвету использованного сырья, однородный
	4	Близкий к цвету использованного сырья, однородный
	3	Светло-коричневый оттенок для продуктов из светлоокрашенного сырья и коричневый либо бурый оттенок для джемов из темноокрашенного сырья
	2	Неоднородный, с коричневым оттенком для джемов из светлоокрашенного сырья или бурый для джемов из темноокрашенного сырья
	1	Коричневый
1.2.2 Интенсивность	5	Очень интенсивный
	4	Интенсивный
	3	Среднеинтенсивный
	2	Слабый
	1	Интенсивный посторонний
2. Аромат		
2.1. Тип	5	Приятный, очень характерный соответствующим плодам после термической обработки
	4	Приятный, характерный соответствующим плодам после термической обработки
	3	Среднетипичный для соответствующих плодов после термической обработки
	2	Малотипичный, с запахом карамелизированного продукта
	1	С сильным запахом карамелизированного продукта или другим посторонним

Таблица 4 - продолжение

1	2	3
2.2. Интенсивность	5	Очень интенсивный
	4	Интенсивный
	3	Среднеинтенсивный
	2	Слабый
	1	Интенсивный посторонний
3. Вкус		
3.1. Тип	5	Приятный, очень характерный соответствующим плодам после термической обработки
	4	Приятный, характерный соответствующим плодам после термической обработки
	3	Среднетипичный для соответствующих плодов после термической обработки
	2	Малотипичный, с привкусом карамелизации
	1	С сильным привкусом карамелизации или другим посторонним
3.2. Интенсивность	5	Очень интенсивный
	4	Интенсивный
	3	Среднеинтенсивный
	2	Слабый
	1	Интенсивный посторонний

Такой подход на примере разработанной балловой шкалы для варенья рассмотрен Орловой Н.Я. и Сидоренко Е.В. [11] и дает хорошую сопоставимость результатов органолептической оценки с физико-химическими показателями качества.

Можно показать, что 100-балловая шкала наиболее приемлема в международной торговле, так как позволяет одинаково интерпретировать данные о качестве продуктов в разных странах, что связано с восприятием фактического качества в процентных долях от максимально возможного. Поэтому, используя коэффициенты весомости (табл.5), позволяющие учесть значимость показателей качества, можно перейти от 5-балловой шкалы к 100-балловой.

Таблица 5 – Оценочная шкала уровня качества джемов

Показатель	Коэффициент весомости	Оценочная шкала уровня качества, баллы			
		отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
1. Внешний вид и консистенция					
1.1. Растекаемость, вязкость и густота массы	5	25	20	15	10
1.2. Цвет					
1.2.1 Цветовой тон	3	15	12	9	6
1.2.2 Интенсивность	1	5	4	3	2
2. Аромат					
2.1. Тип	3	15	12	9	6
2.2. Интенсивность	1	5	4	3	2
3. Вкус					
3.1. Тип	6	30	24	18	12
3.2. Интенсивность	1	5	4	3	2
Всего	20	100	80	60	40

Коэффициенты весомости, предложенные нами для разработанной 100-балловой шкалы, позволяют снизить влияние способа производства джема (из пюре или из целых плодов) на результаты органолептической оценки, что важно для гармонизации процедуры оценивания качества импортных и отечественных джемов.

Выводы

Результаты проведенного оценивания качества образцов джемов производства Франции и Греции позволяют установить, что французский абрикосовый джем полностью отвечает требованиям украинского стандарта по физико-химическим и органолептическим показателям. Оценивая качество этих джемов органолептически (с использованием разработанной шкалы, в которой словесная характеристика консистенции отвечает требованиям CODEX STAN 192-1995, Rev.7-2006), можно установить хорошее качество греческого джема и отличное качество французского джема. Греческий джем, являясь качественным продуктом, не соответствует требованиям ДСТУ к внешнему виду, что связано с особенностями технологии его производства. Т.е. качественный (по европейским нормам) джем «Kalimera» не отвечает самому понятию о продукте в нашей стране, и может быть забракован и снят с реализации как не отвечающий требованиям нормативной документации, что требует гармонизации данного украинского стандарта с международными.

Разработанная балловая шкала может быть полезна при проведении экспертизы и оценивания качества импортных джемов, так как учитывает международные требования к этой продукции. В целом, на эффективность экспертизы и оценивания качества в современных условиях международной торговли значительно влияет соответствие терминов и определений продукта, а также эквивалентность мер контроля качества в различных странах.

Литература

1. Оперативні дані про проведення перевірок якості та безпеки продовольчих товарів у сфері торгівлі та громадського харчування за 2008 рік Головного Одеського управління у справах захисту прав споживачів: отчет за 2008г. / Гл. Одес. упр. по делам защиты прав потребителей; рук. Тягай Л.И.. — О., 2008.
2. Оперативні дані про проведення перевірок якості та безпеки продовольчих товарів у сфері торгівлі та громадського харчування за 2007 рік Головного Одеського управління у справах захисту прав споживачів: отчет за 2007г. / Гл. Одес. упр. по делам защиты прав потребителей; рук. Тягай Л.И.. — О., 2007.
3. Оперативні дані про проведення перевірок якості та безпеки продовольчих товарів у сфері торгівлі та громадського харчування за 2006 рік Головного Одеського управління у справах захисту прав споживачів: отчет за 2006г. / Гл. Одес. упр. по делам защиты прав потребителей; рук. Тягай Л.И.. — О., 2006.
4. Цифрові дані про результати перевірок якості та безпеки продовольчих товарів Головного Одеського управління у справах захисту прав споживачів за 2005 рік: отчет за 2005г. / Гл. Одес. упр. по делам защиты прав потребителей; рук. Лисенко И.Ю. —О., 2005.
5. Батутіна, А.П. Експертиза товарів/ А.П. Батутіна, І.В. Ємченко – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 278 с.
6. Архіпов В.В. Судово-товарознавча експертиза товарів народного споживання та послуг. - К.: Центр учбової літератури, 2008. – 306с.
7. ДСТУ 4900:2007 Джеми. Загальні технічні умови. Чинний від 2009 -01-01.Київ: Держспоживстандарт України, 2009 – 13с.
8. Кодекс Алиментариус. Системы контроля и сертификация импорта и экспорта пищевых продуктов. Объединенные тексты/ Пер. с англ., ФАО, ВОЗ – М.: Издательство «Весь мир», 2006. – 96 с.
9. Кодекс Алиментариус. Пищевые добавки и контаминанты/ Пер. с англ. – М.: Издательство «Весь мир», 2007. – 496 с.
10. Жук В.А. Сенсорний аналіз: Навч. посібник – К.: НМЦ «Укоопосвіта»,1999. – 231с.
11. Орлова Н.Я. Лабораторний практикум з курсу «Сенсорний аналіз» / Н.Я. Орлова, О.В. Сидоренко. – К.: Видавничий центр КДТЕУ, 1999. – 36с.

УДК 615.074:543,426

ТЕСТ-ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛІФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК В РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ

Бельтюкова С.В., д-р хім. наук, проф., Бичкова Г.О., асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розроблена проста методика визначення суми поліфенольних сполук у рослинній сировині, що ґрунтується на реєстрації сенсибілізованої люмінесценції іонів тербію (III) у сорбатах комплексів з вказаними реагентами, підсиленою за присутності триоктилфосфиноксиду. Вивчені оптимальні умови отримання і люмінесценції сорбатів. Встановлено, що найбільша інтенсивність люмінесценції спостерігається на сорбенті, Sephadex G-75 при сорбції з ацетатних розчинів при pH=4,3 за наявності донорно-активної добавки – триоктилфосфіноксиду. Найменша кількість поліфенольних сполук, яку можливо виявити, складає 0,02 мкг/мл.

A new simple method was developed for the determination of sum polyphenolic compounds in medicinal raw materials. This method is based on registration of the sensitized luminescence of terbium (III) ions in sorbates of complexes with the specified reagents and enhanced in the presence trioctylphosphine oxide. The optimal conditions of determination and luminescence of sorbates were investigated.The maximum intensity of a luminescence is observed on Sephadex G-75 in the acetic solutions at pH = 4,3 in the presence of the donor active substance – trioctylphosphine oxide.The least found out quantity of polyphenolic compounds is 0,02 mkg/ml.

Ключові слова: поліфенольні сполуки, люмінесценція, тербій (III), сорбція, лікарські рослини.

Сполуки фенольної та поліфенольної природи проявляють властивості антиоксидантів, містяться у складі багатьох лікарських рослин, що обумовлює їхню фармакологічну активність. Флавоноїди мають протизапальну, антигістаміну, антиоксидантну дії, знімають набряки, зменшують ризик серцево-судинних захворювань, стабілізують клітинні мембрани, гальмують процеси старіння [4], тому містяться у складі багатьох біологічно активних добавок і лікарських препаратів [5]. У зв'язку з цим поліфенольні сполуки є важливим показником доброякісності лікарської рослинної сировини.

Для визначення флавоноїдів використовують спектроскопічні [9, 6], хроматографічні [1, 3], електрохімічні [10, 12] методи аналізу та капілярний електрофорез [11]. Найбільш простим є спектрофотометричний метод, який на відміну від інших не потребує занадто дорогого обладнання. Широкого розповсюдження набув метод Фоліна-Деніса (ФД) [3], що ґрунтується на утворенні блакитних продуктів окиснення фенольних сполук вольфрамовою кислотою у лужному середовищі. Однак цей метод має суттєві недоліки, бо реакція перебігає у вузькому інтервалі значень pH від 7,0 до 8,0. За pH ≤ 7,0 оптична густина не досягає максимального значення, внаслідок не повного перебігання реакції. За pH ≥ 8,0 у реакційній суміші випадає осад, що призводить до отримання занижених результатів.

Мета даної роботи полягає у розробці методики кількісного визначення суми поліфенольних сполук у лікарській рослинній сировині. Як аналітичний сигнал при цьому використовували сенсибілізовану поліфенольними сполуками твердофазну люмінесценцію йона Tb (III), підсилену за присутності донорно-активної добавки триоктилфосфіноксиду (ТОФО).

Реагенти та обладнання. Як стандартний розчин використовували галову кислоту, розчин якої готували розчиненням точної наважки препарату в етанолі. Хлорид тербію готували розчиненням найчистішого оксиду (99,99 %) в хлористоводневій кислоті (1:1) з наступним видаленням її надлишку випарюванням. Концентрацію Tb (III) контролювали комплексонометричним титруванням розчином комплексону (III) з індикатором арсеназо I при наявності уротропіну. Розчин ТОФО готували розчиненням точної наважки речовини в етанолі.

Об'єктами дослідження була лікарська рослинна сировина: квіти ромашки, шишки хмелю, трава чистотілу, які згідно з даними літератури є багатим джерелом сполук поліфенольної природи.

Спектри люмінесценції комплексів поліфенольних сполук з йонами тербію (III) реєстрували за допомогою спектрометра ИСП-51 з фотоелектричною приставкою ФЭП-1, люмінесценцію збуджували світлом ртутно-кварцової лампи СВД-120А зі світлофільтром УФС-2, що виділяє випромінювання з $\lambda_{макс}$=365нм. pH розчинів вимірювали за допомогою іономера універсального ЕВ-74.

Експериментальна частина

Відомо, що поліфенольні сполуки утворюють комплекси з йонами лантанидів [8], у яких внаслідок внутрішньомолекулярного переносу енергії йони тербію (III) виявляють сенсибілізовану люмінесценцію

[2, 7]. Як поліфенольний стандарт використовували галову кислоту, за допомогою якої були обрані оптимальні умови проведення аналізу.

Виявлено, що інтенсивність люмінесценції комплексів значно зростає на сорбентах внаслідок збільшення жорсткості сорбатів і зменшення при цьому безвипромінювальних втрат енергії збудження. Застосування сорбційно-люмінесцентного визначення дозволяє провести концентрування і позбутись безвипромінювальних втрат енергії внаслідок теплових співударів молекул, які мають місце у розчинах, а також виключити гасіння люмінесценції молекулами води, які містяться у внутрішній або зовнішній координаційних сферах комплексу. Все це дозволяє підвищити чутливість і експресність аналізу.

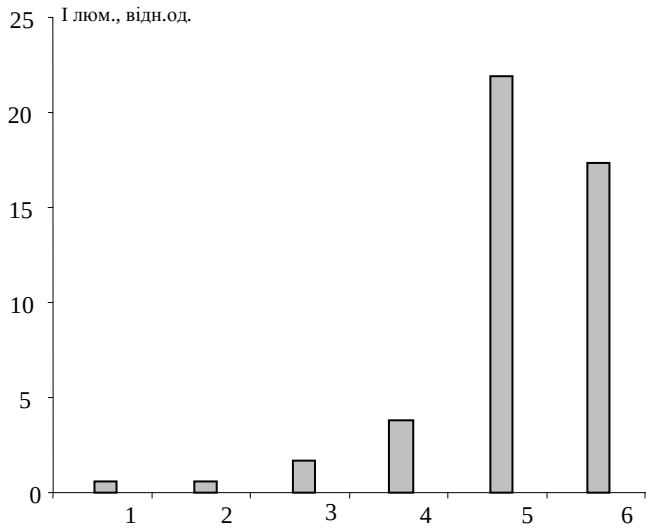


Рис. 1 – Залежність інтенсивності люмінесценції сорбату комплексу від типу сорбенту: на силікагелях 100/160 (1), 100/400 (2), фосфаті алюмінію (3) й на Sephadex G-50 (4), G-75(5), G-150 (6)

Як сорбенти були досліджені силікагелі 100/160 та 100/400, фосфат алюмінію, Sephadex G-50, G-75, G-150, а також цеоліти (CaA, NaA), пенополіуретан. Встановлено, що найбільша інтенсивність люмінесценції сорбата спостерігається на Sephadex G-75 (рис.1), який обрали для подальших досліджень.

Сорбція комплексу триває 10-15 хвилин. Інтенсивність люмінесценції сорбату залежить від pH розчину, з якого проводиться сорбція. Найбільша інтенсивність люмінесценції спостерігається за pH=4,3. Для створення оптимального значення pH розчину використовують оцтовий буферний розчин з pH=4,3.

Інтенсивність люмінесценції сорбату залежить від часу висушування сорбенту (рис.2.а) та температури висушування (рис.2.б). Як видно з рисунка, максимальна інтенсивність люмінесценції спостерігається при висушуванні сорбату за температури у 80^{O}C протягом 60 хв.

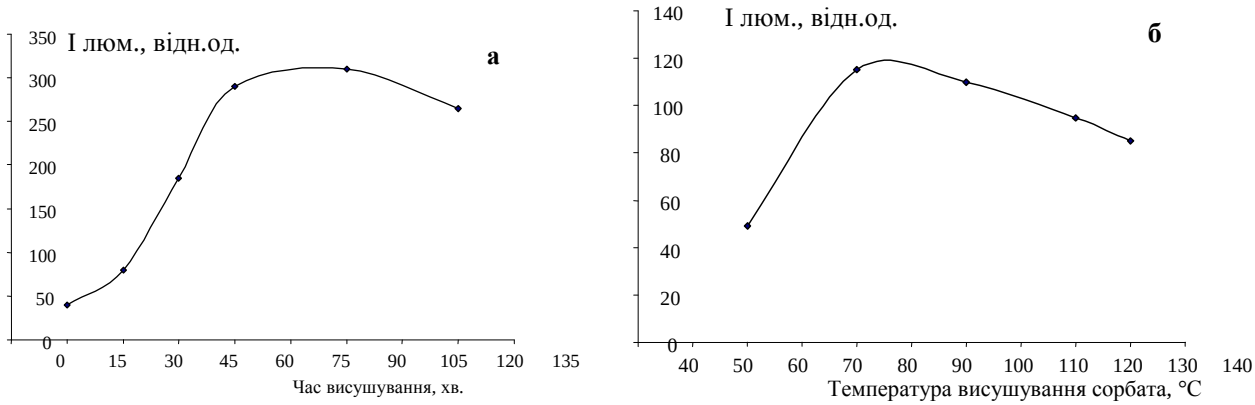


Рис. 2 – Вплив часу (а) та температури (б) висушування на інтенсивність люмінесценції сорбату комплексу

Вивчення залежності інтенсивності люмінесценції сорбату комплексу від кількості йонів Tb (III) на сорбенті показало, що інтенсивність люмінесценції зростає зі збільшенням концентрації йонів Tb (III). Найбільша інтенсивність люмінесценції спостерігається за концентрації Tb (III) – $1*10^{-2}$ моль/л.

Відомо, що інтенсивність люмінесценції комплексів лантанидів з органічними лігандами значно збільшується за присутності другого ліганду, у ролі якого можуть бути різні донорно-активні речовини, такі як 1, 10-фенантролін , α, α-дипіридил, трифенілфосфіноксид, триоктилфосфіноксид, діантипірилметан та ін. Встановлено, що інтенсивність люмінесценції сорбата комплексу Tb (III) з галовою кислотою значно зростає за присутності триоктилфосфіноксиду (ТОФО). Завдяки наявності трьох гідрофобних октильних ланцюжків у молекулі, ТОФО гідрофобізує молекулу і захищає комплекс, який утворюється від дезактивуючих люмінесценцію впливів молекул води. Максимальна інтенсивність люмінесценції комплексу спостерігається за концентрації ТОФО – $1*10^{-3}$ моль/л.

Область лінійної залежності інтенсивності люмінесценції комплексу від концентрації галової кислоти, яка використовується як поліфенольний стандарт, спостерігається у діапазоні концентрацій галової кислоти 0,045-1,7 мкг/мл.

Визначення суми фенольних сполук у лікарських рослинах

Наважку 1г сухої подрібненої лікарської рослини переносять у колбу, додають 50 мл 70 %-вого етанолу й переміщують на магнітній мішалці протягом 60 хвилин при температурі 70 °С. Колбу з вмістом охолоджують до кімнатної температури. Одержаний екстракт відфільтровують на фільтрі «синя стрічка» у мірну колбу. Доводять об'єм екстракту до 50 мл 70 %-вим етанолом.

Наважку 100 мг Sephadex G-75 поміщають у три пробірки, обробляють 1 мл водного розчину хлориду тербію (III) ($1*10^{-2}$ моль/л), перемішують протягом 5 хвилин до желеподібного стану. Потім в дві пробірки додають по 0,5 мл екстракту сировини, що аналізується. Потім у дві пробірки додають по 0,5 мл стандартного розчину галової кислоти з концентрацією $1*10^{-5}$ моль/л. Далі додають у кожну пробірку по 0,2 мл ацетатного буферного розчину з pH=4,3, по 0,2 мл розчину триоктилфосфіноксиду ($1*10^{-3}$ моль/л) й перемішують протягом 15 хвилин. Осад відфільтровують і висушують протягом 60 хвилин при 80 °С. Потім розтирають у ступці до порошкоподібного стану й реєструють інтенсивність люмінесценції сорбату комплексу за $\lambda_{випром.}$= 545нм, при збудженні люмінесценції світлом ртутної лампи зі світлофільтром УФС-2 ($\lambda_{збудж.}$= 365нм).

Аналогічно готують проби з другою добавкою, яка за вмістом у два рази перевищує першу наведену у табл. 1. Розраховують вміст фенольних сполук за методом добавок. Результати визначення фенольних сполук у квітах ромашки аптечної методом «введено-виявлено» наведені у табл.

Таблиця 1 – Результати визначення фенольних сполук (мг/мл) у квітах ромашки аптечної методом «введено-виявлено»

Введено	Виявлено	Sr
0,0	0,67	0,051
0,10	0,76	0,042
0,20	0,88	0,048

У 1г квітів ромашки знайдено 33,5 мг фенольних сполук в перерахунку на галову кислоту. Одержані результати підтверджують правильність методики.

Правильність методики підтверджена також задовільним збігом результатів, одержаних люмінесцентним методом, який пропонується, і спектрофотометричним методом Фоліна-Деніса (табл. 2)

Таблиця 2 – Результати визначення фенольних сполук у рослинній сировині (мг/мл), n=5,0; P=0,95

№ прикладу	Рослинна сировина	Пропонований метод		Спектрофотометричний метод	
		Вміст фенольних сполук	Sr	Вміст фенольних сполук	Sr
1.	Квіти ромашки	0,67	0,035	0,56	0,037
2.	Шишки хмелю	0,30	0,028	0,34	0,036
3.	Чистотіл	0,54	0,040	0,47	0,029

Висновки

1. Встановлено оптимальні умови твердофазної люмінесценції комплексу тербію (III) з галовою кислотою, яка використана як поліфенольний стандарт. Межа виявлення поліфенольних сполук становить 0,02 мкг/мл.

2. Розроблено методику визначення суми поліфенольних сполук у лікарських рослинах, що ґрунтується на реєстрації сенсибілізованої люмінесценції іонів тербію (III) у сорбатах комплексів з вказаними сполуками.

Література

1. Алексеева М.А., Эллер К.И., Арзамасцев А.П. //Химико-фармацевтический журнал. – 2004. – т.38, №12. – С.39-41
2. Бельтюкова С.В., Теслюк О.И., Ливенцова Е.О.// Вісник Одеського національного університету. – 2003. – т.8, №8. – С.220-224.
3. Бенетис Р., Радушене И., Якштас В., Янулис В., Пуоджюнене Г. Милашюс А. //Химико-фармацевтический журнал. – 2008. – т.42, №3. – С.51-54
4. Георгиевский В.П., Комиссаренко Н.Ф., Дмитрун С.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений. Новосибирск: Наука, 1990г. –336 с.
5. Государственная фармакопея СССР: Вип. 2. – 11-е изд. доп. – М.; Медицина, 1989. – С.257.
6. Кудринская В.А., Дмитриенко С.Г., Золотов Ю.А. //Весн. Моск. Ун-та, сер.2. Химия. – 2010. – т.51, №4. – С.296-301
7. Полуэктов Н.С., Тищенко М.А., Алакаева Л.А.// Труды по химии и хим. технологии. Горький: Горьковский университет, 1973, т.4. – С.104-105.
8. Яцимирский К.Б., Костромина Н.А., Шека З.А., Давиденко Н.К., Крисс Е.Е., Ермоленко В.И. //Химия комплексных соединений редкоземельных элементов. Киев, Наукова Думка, 1966. 493с.
9. Kuntic V., Pejic N., Micic S., Vukojevic V., Vujuc Z., Malesev D. // J. Serb. Chem. Soc. – 2005.– 70. – P.753-755
10. Freitas K.H.G., Medeiros R.A., Fatibello-Filho O. //Anal. Lett. – 2009. – v.42. – P.881-885
11. Wang S. – P., Huang K. – J.// J. Chromatogr. A. – 2004. – v.1032. – P.273-275
12. Zhang S., Dong S., Chi L., He P., Wang Q., Fang J. //Talanta. – 2008. – v.76. – P.780-782

УДК 66.083.2:365.7

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ И ТЕМПЕРАТУРОЙ НА ЦВЕТ ПРОДУКТОВ И ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ПРЯНЫХ ТРАВ

Охременко С.И, аспирант, Соколов С.А., канд. техн. наук, доцент.
Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского, м. Донецк

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по определению влияния высокого давления на цвет пасты приготовленной из пряных трав. Экспериментально установлены основные окрашивающие вещества как самих пряных трав в период вегетации, так и продуктов на их основе. Дана сравнительная оценка оптических плотностей паст на основе пряных трав прошедших обеззараживающую обработку различными способами. Показано влияние параметров процесса обработки высоким давлением на динамику цвета продуктов полученных из пряных трав.

The results of experimental studies to determine the influence of high pressure on the color of the paste prepared from herbs. Experiments have revealed the basic coloring agents of both the herbs during the growing season, and products based on them. A comparative assessment of optical density of pastes on the basis of herbs in the past decontamination process in various ways. Shows the effect of processing parameters of high pressure on the dynamics of colored products derived from herbs.

Ключевые слова: высокое давление, цвет, пряные травы, оптическая плотность, хлорофилл**.**

Постановка проблемы. Большое значение для потребителя имеет цвет пищевого продукта. Этот показатель одновременно с запахом и вкусом характеризует не только свежесть и качество продукта, но и необходимые параметры его узнаваемости. Известно, что цвето-, аромато- и вкусообразующие вещества, которые естественным образом содержатся в пищевом сырье, являются весьма нестойкими. При определенных условиях промышленной переработки и при длительном хранении они часто улетучиваются и разрушаются. За цвет продукта отвечают присутствующие в нём красители, которые могут содержаться в них естественным образом или быть добавлены в процессе технологической переработки. Добавленные красители восстанавливают природную окраску, утраченную в процессе обработки соответствующего

пищевого сырья и хранении. Красители повышают интенсивность природной окраски; окрашивают бесцветные продукты, придавая им привлекательный вид и цветовое разнообразие. Однако всё большее количество потребителей во всём мире отдают предпочтение продуктам, не содержащим в себе ни каких добавок. Исходя из этого, необходимо развивать технологии, которые позволяют сохранить естественные качества продукта при одновременном увеличении сроков его хранения и соответственно при повышении безопасности его употребления. Одной из таких технологий является технология обработки продуктов питания высоким давлением [1]. Для широкого внедрения обработки давлением необходимы исследования вопросов возможной взаимосвязи между параметрами процесса и патогенными микроорганизмами или инфекциями, передающимися через пищу. Что же касается самой технологии обработки давлением, то она нуждается в оценке степени своей пригодности для обработки различных продуктов для их стерилизации и придания им новых, более высоких потребительских свойств. В этом плане необходимо провести оценку взаимодействия между такими факторами, как величина давления, длительность обработки, pH и температура, а также их совместное влияние на патогенные микроорганизмы и основные потребительские свойства получаемых продуктов, понять механизмы действия и где это применимо, установить эффективные комбинации технологических факторов.

Анализ последних исследований и публикаций. Для многих фруктов и овощей, обработка высоким давлением, как правило, сохраняет цвет. Химический и спектрофотометрический анализ цвета, обработанного под давлением апельсинового сока, показал, что цветовые качества не были значительно изменены под давлением и в течении последующего хранения (Донси, 1996 г.) [2]. Цветовые параметры фруктового джема, обработанного давлением, оказались лучше обычно обработанного джема по яркости и красноте [3]. Обработка клубники давлением показала великолепное сохранение красного цвета [4]. Обработка пре гуавы (600 MPa, 25 °C 15 минут) и последующее его хранение течении 60 дней при температуре 4 °C, позволила сохранить естественный цвет и повысить его устойчивость по сравнению с пюре прошедшим традиционную обработку теплом [5]. Аналогичные результаты были получены для бананового пюре. Что касается зелёного цвета, общим изменением в переработанных зелёных овощах является превращение хлорофилла (зелёного) в феофтин (серо-коричневый), этот процесс тесно связан с потерей качества и таким образом нежелателен для покупателей [6]. Из-за этого минимизирование превращения хлорофилла и потери зелёного цвета важно для производителей пищевых продуктов. Исходя из анализа литературных источников, нами была поставлена следующая задача исследований.

Цель статьи (или постановка задач). Экспериментально определить основные красящие вещества в пряных травах и продуктах полученных на их основе. Выявить основные технологические факторы процессов обеззараживания, влияющие на потерю цвета пасты из пряных трав. Разработать адаптивную стратегию процесса обработки, и определить его основные параметры в разрезе обеспечения микробной безопасности при одновременном сохранении естественного цвета.

Материалы и результаты исследования. Природа красящих веществ и количественное их содержание определялись путем приготовления спиртовых вытяжек с последующим измерением оптической плотности на аппарате SPECORD® S 300 UV VIS. Вначале мы исследовали свежесобранные растения для определения природы их красящих веществ и их оптической плотности. Данные приведены в таблицах 1-2.

Таблица 1 – Оптическая плотность пигментов петрушки в период вегетации. Среднее за 2008-2010 гг.

Способ выращивания	Месяцы сбора урожая и проведения анализов	Каротиноиды			Хлорофилл	
		α- каротин	β- каротин	ксанто-филл	«b»	«a»
Открытый грунт	Апрель	1,08 ± 0,6	0,90 ± 0,02	0,39 ± 0,03	0,16 ± 0	0,21 ± 0,02
	Май	1,44 ± 0,03	1,66 ± 0,02	1,97 ± 0,97	0,13 ± 0,11	0,80 ± 0,13
	Июнь	1,25 ± 0,02	1,61 ± 0,01	1,03 ± 0,03	0,17 ± 0,01	0,83 ± 0,03
	Июль	2,13 ± 0,29	2,12 ± 0,06	1,80 ± 0,44	0,39 ± 0,05	1,65 ± 0,33
	Август	2,22 ± 0,10	2,15 ± 0,51	1,64 ± 0,02	0,38 ± 0,02	1,40 ± 0,11
	Сентябрь	1,40 ± 0,08	1,38 ± 0,06	0,90 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,45 ± 0,02
	Октябрь	2,03 ± 0,03	2,22 ± 0,10	1,35 ± 0,07	0,31 ± 0,02	1,37 ± 0,06
Закрытый грунт	Январь	1,42 ± 0,24	1,67 ± 0,31	1,04 ± 0,19	0,25 ± 0,07	0,98 ± 0,19
	Февраль	1,90 ± 0,27	2,25 ± 0,30	1,43 ± 0,20	0,36 ± 0,05	1,30 ± 0,20
	Март	1,50 ± 0,27	1,73 ± 0,33	1,10 ± 0,17	0,28 ± 0,05	1,02 ± 0,19

Таблица 2 – Оптическая плотность пигментов укропа в период вегетации. Среднее за 2008-2010 гг.

Способ выращивания	Месяцы сбора урожая и проведения анализов	Каротиноиды			Хлорофилл	
		α-каротин	β-каротин	ксанто-филл	«b»	«a»
Открытый грунт	Апрель	0,09 ± 0,53	0,07 ± 0,02	0,39 ± 0,02	0,19 ± 0,01	
	Май	1,23 ± 0,03	1,84 ± 0,01	2,07 ± 0,97	0,13 ± 0,01	0,60 ± 0,13
	Июнь	1,25 ± 0,02	1,53 ± 0,03	1,07 ± 0,02	0,23 ± 0,01	0,10 ± 0,03
	Июль	2,00 ± 0,50	1,66 ± 0,06	1,51 ± 0,39	0,31 ± 0,02	1,30 ± 0,34
	Август	2,21 ± 0,17	2,50 ± 0,26	1,64 ± 0,14	0,40 ± 0,06	1,51 ± 0,17
	Сентябрь	1,47 ± 0,06	1,25 ± 0,09	0,90 ± 0,01	0,26 ± 0,03	0,39 ± 0,02
	Октябрь	1,61 ± 0,01	1,73 ± 0,01	1,08 ± 0,01	0,23 ± 0	0,94 ± 0,02
Закрытый грунт	Январь	1,05 ± 0,33	1,12 ± 0,32	0,71 ± 0,21	0,17 ± 0,09	0,71 ± 0,22
	Февраль	1,19 ± 0,23	1,33 ± 0,25	0,83 ± 0,16	0,20 ± 0,06	0,74 ± 0,18
	Март	1,41 ± 0,10	1,52 ± 0,21	0,90 ± 0,15	0,22 ± 0,07	0,84 ± 0,15

В результате проведенного эксперимента нами установлено, что листья петрушки и укропа окрашены в зеленый цвет, как хлорофиллом, так и другими пигментами. Проведенные нами исследования показали, что листья петрушки и укропа имеют окраску от каротиноидов (λ – 400+485 нм) и хлорофилла (λ – 600+715 нм). Сравнивая полученные данные с литературными, можно предположить, что пигменты представлены α- и β-каротинами и ксантофиллом. Хлорофилл находится в виде хлорофилла «a» и «b». Содержащиеся в листьях петрушки и укропа пигменты при вегетации изменяются по своим оптическим свойствам в зависимости от времени сбора урожая и условий произрастания.

Максимальное содержание α-каротина в листьях петрушки и укропа в августе: 2,22 и 2,21 единиц оптической плотности соответственно. По мере старения растений количество α-каротина в листьях уменьшается, соответственно для петрушки на 0,82, укропа на 0,60 единиц оптической плотности. В конце вегетации содержание его составляет 1,40 и 1,61. Содержание β-каротина в листьях петрушки с апреля по август повышается на 1,25, а укропа с июля по август – на 0,84 единиц оптической плотности. Это свидетельствует об интенсивном синтезе его в это время. Максимальное количество β-каротина в листьях петрушки и укропа – в августе: 2,15 и 2,50 соответственно. В листьях, выращенных в закрытом грунте, наибольшее количество β-каротина накапливается в петрушке в феврале (2,25), а в укропе – в марте (1,52). При старении растений количество β-каротина уменьшается. Так, в петрушке и укропе за период с августа по сентябрь количество его уменьшается на 0,77 единиц оптической плотности.

Количество ксантофилла в листьях петрушки увеличивается с апреля по июль в 4,5, в укропе с июля по август в 1,5 раза и достигает максимума 1,80 и 1,64 единиц оптической плотности. При старении листьев петрушки и укропа количество ксантофилла уменьшается на 0,90 и 0,60 единиц оптической плотности. Листья петрушки и укропа, выращенные в феврале-марте в закрытом грунте содержат ксантофилла 1,43 и 0,90 единиц оптической плотности.

Содержание хлорофилла в период образования и формирования листьев повышается. Так, с апреля по июль-август количество хлорофилла «a» увеличилась в листьях петрушки в 7,9, укропа – 5,0 раз, хлорофилл «b» – 2,4 и 2,3 раза. При старении листьев содержание форм хлорофилла уменьшается. В конце вегетации (октябрь) общее количество этого пигмента составило для петрушки 0,64, укропа – 1,17 единиц оптической плотности. Содержание хлорофилла в листьях петрушки и укропа указывает на его активное участие в важнейших физиологических процессах.

Далее мы приготовили различными способами полуфабрикаты из смеси петрушки и укропа. В экспериментах исследовались свежая измельчённая смесь петрушки и укропа, смесь, высушенная на открытом воздухе в течение 3 суток, смесь, которую стерилизовали в течение 20 минут, и смесь, которую консервировали добавлением рафинированного подсолнечного масла и соли. Во всех рецептурах соотношение количества трав – 1:1. Для приготовления смеси тщательно отобранные и помытые травы подсушивали на открытом воздухе при комнатной температуре в течении 20 минут после чего измельчали блендером до однородной пастоподобной консистенции. Полученный продукт подвергали различным способам обеззараживающей обработки. Оптическая плотность пигментов смеси укропа, и петрушки после обработки представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Оптическая плотность пигментов смеси укропа и петрушки

Способ обработки	Каротиноиды			Хлорофилл	
	α-каротин	β-каротин	ксанто-филл	«b»	«a»
Свежая смесь	2,21 ± 0,17	2,50 ± 0,26	1,64 ± 0,14	0,40 ± 0,06	1,51 ± 0,17
Сушеная смесь	0,88 ± 0,03	1,12 ± 0,01	0,68 ± 0,06	0,20 ± 0,04	0,70 ± 0,18
Стерилизованная смесь	0,83 ± 0,02	1,04 ± 0,03	1,03 ± 0,01	0,12 ± 0,03	0,27 ± 0,21
Консервируемая маслом смесь	1,73 ± 0,10	1,97 ± 0,02	1,02 ± 0,21	0,31 ± 0,04	0,9 ± 0,13
Паста обработанная давлением	2, 15 ± 0,10	2,48 ± 0,16	1,62 ± 0,20	0,40 ± 0,12	1,5 ± 0,10

Обработку давлением проводили в установке высокого давления УВД [7]. В таблице 3 приведены данные по обработке пасты давлением 500 МПа, при комнатной температуре со временем экспозиции 8 мин. Такие параметры процесса нами определены исследованиями [7] как оптимальные с точки зрения обеззараживания при одновременном максимально возможном сохранении витаминного комплекса.

Для определения влияния высокого давления на цвет пасты нами были проведены исследования, в которых подготовленные образцы пасты из трав собранных в январе (закрытый грунт) обрабатывались давлением в диапазоне от 100 до 800 МПа, при различных температурах и временах экспозиции. Для обработки в установке высокого давления навески образцов свежеприготовленной пасты герметически упаковывались в пластичные стерильные контейнеры, при этом производилось тщательное удаление воздуха. Контейнеры помещались непосредственно в рабочую камеру установки. В качестве промежуточной жидкости передающей давление образцам применялась жидкость ПЭС-3. Она является хорошим диэлектриком, не вызывает коррозию деталей, проводов, защитных покрытий, обладает смазывающими свойствами, которые уменьшают трение скольжения, что, с одной стороны, снижает рабочие усилия, уменьшает гистерезис давления, а с другой – уменьшает вероятность заклинивания, нейтральна, без запахов, не вспыхивает, хорошо выдерживает нагрев, маловязкая, обладает умеренной сжижаемостью, так что запасает относительно небольшую упругую энергию, что снижает вероятность серьезных последствий при разрушении камеры. Образцы подвергались обработке давлением при различных температурах. Все параметры эксперимента фиксировались при помощи персонального компьютера входящего в систему управления установкой и записывались в виде цифрового и графического файлов. После снятия давления и выемки образца из рабочей камеры производилась тщательная очистка контейнеров, после чего они вскрывались, содержимое делилось на равные части, одна из которых использовалась для оптических измерений, а вторую отправляли в микробиологическую лабораторию. После обработки из образцов приготавливались спиртовые вытяжки и выполнялись измерения оптической плотности методом аналогичным вышеприведенному. Результаты приведены в таблицах 4-7.

Таблица 4 – Влияние параметров процесса обработки на кинетику оптической плотности пасты из пряных трав

Хлорофилл «а» (диапазон температур от 20 °С до 40 °С)

Давление Р (МПа)	Оптическая плотность								
	При температуре (Т, °С) и времени экспозиции (τ, мин)								
	20 -5	20 -10	20 -15	30 -5	30 -10	30 -15	40 -5	40 (10)	40 (15)
100	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,69	0,7	0,68	0,65
200	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,69	0,7	0,68	0,65
300	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,69	0,7	0,68	0,65
400	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,69	0,7	0,68	0,65
500	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,69	0,7	0,68	0,65
600	0,69	0,69	0,069	0,7	0,7	0,69	0,7	0,68	0,65
700	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,69	0,7	0,68	0,65
800	0,69	0,7	0,69	0,7	0,7	0,69	0,7	0,68	0,65

Таблица 5 – Влияние параметров процесса обработки на кинетику оптической плотности пасты из пряных трав

Хлорофилл «а» (диапазон температур от 50 °С до 70 °С)

Давление Р (МПа)	Оптическая плотность								
	При температуре (Т, °С) и времени экспозиции (τ, мин)								
	50 -5	50 -10	50 -15	60 -5	60 -10	60 -15	70 -5	70 -10	70 -15
100	0,68	0,61	0,58	0,32	0,26	0,12	0,09	0,07	0,07
200	0,68	0,61	0,58	0,32	0,26	0,12	0,09	0,07	0,07
300	0,68	0,61	0,58	0,32	0,26	0,12	0,09	0,07	0,07
400	0,68	0,61	0,58	0,32	0,26	0,12	0,09	0,07	0,07
500	0,68	0,61	0,58	0,32	0,26	0,12	0,09	0,07	0,07
600	0,68	0,61	0,58	0,32	0,26	0,12	0,09	0,07	0,07
700	0,68	0,61	0,58	0,32	0,26	0,12	0,09	0,07	0,07
800	0,68	0,61	0,58	0,32	0,26	0,12	0,09	0,07	0,07

Таблица 6 – Влияние параметров процесса обработки на кинетику оптической плотности пасты из пряных трав

Хлорофилл «б» (диапазон температур от 20 °С до 40 °С)

Давление Р (МПа)	Оптическая плотность								
	При температуре (Т,^{0}С) и времени экспозиции(τ,мин)								
	20 -5	20 -10	20 -15	30 -5	30 -10	30 -15	40 -5	40 -10	40 -15
100	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
200	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
300	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
400	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17
500	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
600	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
700	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
800	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

Таблица 7 – Влияние параметров процесса обработки на кинетику оптической плотности пасты из пряных трав

Хлорофилл «б» (диапазон температур от 50 °С до 70 °С)

Давление Р (МПа)	Оптическая плотность								
	При температуре (Т,^{0}С) и времени экспозиции (τ,мин)								
	50 -5	50 -10	50 -15	60 -5	60 -10	60 -15	70 -5	70 -10	70 -15
100	0,16	0,0,16	0,15	0,13	0,13	0,12	0,05	0,03	0,01
200	0,16	0,0,16	0,15	0,13	0,13	0,12	0,05	0,03	0,01
300	0,16	0,0,16	0,15	0,13	0,13	0,12	0,05	0,03	0,01
400	0,16	0,0,16	0,15	0,13	0,13	0,12	0,05	0,03	0,01
500	0,16	0,0,16	0,15	0,13	0,13	0,12	0,05	0,03	0,01
600	0,16	0,0,16	0,15	0,13	0,13	0,12	0,05	0,03	0,01
700	0,16	0,0,16	0,15	0,13	0,13	0,12	0,05	0,03	0,01
800	0,16	0,0,16	0,15	0,13	0,13	0,12	0,05	0,03	0,01

Выводы. Анализ полученных данных позволяет отметить, что при низких температурах хлорофилл остаётся стабильным вплоть до давлений 800 МПа. Это можно объяснить высокой сопротивляемостью ковалентной структуры хлорофилла к высокому давлению возникающей по причине незначительной сжимаемости ковалентных связей. Только, когда высокое давление сочетается с температурой выше 50 °С, снижение содержания хлорофилла становится заметным. Так же можно заметить некоторую разницу в сопротивляемости давлению хлорофиллов «а» и «б». При температуре между 70 и 80 °С, потери зелёного оттенка регистрируются при любом изученном давлении (от 0,1 до 800 МРа).

Литература

1. Knorr D. Novel approaches in food-processing technology: new technologies for preserving foods and modifying function. Food Biotechnol. 10: 485-491.
2. Watanabe M, Aria E, Kumeno K, Homma K. A new method for producing non-heated jam sample: the use of freeze concentration and high pressure sterilization. Biol., Chem. 55: 2175-2176.
3. Dervisi P, Lamb J, Zabetakis I. High pressure processing in jam manufacture: effect on textrual and colour properties, Food Chem. 73: 85-91.
4. Kimura K, Ida M, Yoshida Y, Ohki K, Fukumoto T, Sakui N. Comparison of keeping quality between pressure-processed and heat-processed jam: changes in flavor components, hue and nutritional elements during storage. Biosci. Biotechnol. Biochem. 58: 1386-1391.
5. Weemaes, C., Ooms, V., Indrawati, Ludikhuyze, L., Van den Broeck, I., Van Loey, A., Hendrickx, M.. Pressure-temperature degradation of green color in broccoli juice. J. Food Sci. 64(3), 504-508.

УДК 543.54:633.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕТУЧИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКОМ СЫРЬЕ

Силич М.В., младший научный сотрудник
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск

В данной статье представлен обзор различного пряно-ароматического растительного сырья, показан его химический состав, лечебные свойства, а так же возможность использования при производстве ароматизированных вин. Отмечено, что основным показателем качества пряно-ароматического сырья является содержание в нем эфирных масел, которые представляют собой сложные смеси, включающие спирты, альдегиды, кетоны, лактоны, эфиры, фенолы, обладающие природным неповторимым ароматом. Использование пряно-ароматического сырья при производстве ароматизированных вин обеспечивает потребителя полезными биологически активными веществами и расширяет ассортимент выпускаемой продукции.

In given article the review of various aromatic vegetative raw materials is presented, its chemical compound, medical properties, and as use possibility is shown by manufacture of the flavoured wines. It is noticed that the basic indicator of quality of aromatic raw materials is the maintenance in it of essence which represent the difficult mixes including spirits, aldehydes, ketones, lactones, ethers, the phenols possessing natural unique aroma. Use of aromatic raw materials by manufacture of the flavoured wines provides the consumer with useful biologically active substances and expands assortment of let out production.

Ключевые слова: пряно-ароматическое сырье, эфирные масла, газовый хроматограф, хромато-масс спектрометрия.

Пряные растения делятся на пряно-ароматические (обладающие оригинальным запахом) и пряно-вкусовые (со специфическим вкусом). Исследованиями установлено, что пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения обладают консервирующими, антисептическими, бактерицидными и лекарственными свойствами.

Благодаря таким свойствам пряные растения широко используются в парфюмерной, фармацевтической и пищевой промышленностях, поскольку содержат эфирные масла и другие биологически активные вещества (мелисса, базилик, майоран, тимьян, фенхель, укроп, чабер, мята и др.). Такие растения обладают сильным терапевтическим эффектом и используются как лекарственные. Значительное число пряно-ароматических и пряно-вкусовых растений являются признанными, длительно применяемыми человеком, широко известными целебными растениями [1].

Полезные вещества содержатся как в растениях, так и в отдельных его частях. К числу химических веществ, содержащихся в растениях, относятся алкалоиды, глюкозиды, дубильные вещества, флавоны и флавоноиды, антибиотики, органические кислоты, лактоны, минеральные соли, витамины, эфирные масла, слизи, смолы, жиры, белки, углеводы, ферменты, пигменты и др. Ряд дикорастущих растений может быть использован в качестве источников микро- и макроэлементов [2, 3].

Для изготовления пряно-ароматического сырья используют сами растения (анис, тмин, бадьян, иссоп, кардамон, перец душистый, укроп и т.д.), корни и корневища (аир, бадан, девясил, дягиль, женьшень и т.д.), плоды и ягоды (абрикос, малина, вишня, лимонник, облепиха и т.д.), а также соцветия и верхушки стеблей травянистых растений (акация белая, душица, зверобой, зубровка душистая) [4].

Входящие в состав пряностей эфирные масла, другие ценные физиологически и биологически активные вещества улучшают кулинарные качества продуктов, возбуждают деятельность вкусовых и пищеварительных органов, вызывают аппетит, усиливают усвояемость пищевых продуктов, благоприятно влияют на обмен веществ, на деятельность нервной и сердечно-сосудистой систем, на общее состояние человека.

Широкое использование эфирных масел в медицине обусловлено наличием в них биологически активных компонентов, которые обладают антимикробными, антифунгальными, гипотензивными, цитотоксическими и противовоспалительными, рострегулирующими, инсектицидными и другими важными свойствами [5].

Эфирные масла – жидкие смеси летучих органических веществ, вырабатываемые особыми клетками различных органов растений и обуславливающие их запах.

Эфирные масла находятся в листьях, стеблях, цветках, корнях, семенах, коре и древесине в свободном состоянии в виде гликозидов. Содержание эфирного масла колеблется в широких пределах, например, в цветках розы его (0,07-0,1) %, в почках гвоздики – (20-22) % [6].

Основные компоненты эфирных масел – терпеноидные соединения – терпены $C_{10}H_{16}$ и их кислородсодержащие производные. Эфирные масла – многокомпонентные смеси с преобладанием одного или нескольких составляющих. В составе природных эфирных масел сегодня выделено более тысячи индивидуальных соединений. По своей природе эфирные масла — не простые смеси отдельных веществ, а сложные стабилизированные системы. Подобные системы содержат соединения, поддерживающие определенный уровень окисляющих агентов и восстановителей, благодаря которому состав эфирных масел может оставаться стабильным в течение длительного времени [7].

В винодельческой продукции пряно-ароматическое сырье, богатое эфирными маслами, используют при изготовлении ароматизированных вин. Эфирные масла пряно-ароматического сырья представляют собой многокомпонентные смеси, позволяющие составлять неповторимые вкусовые композиции при изготовлении новых видов винодельческой продукции.

Целью данной работы было определение летучих соединений пряно-ароматического сырья методом газовой хромато-масс-спектрометрии.

Объектом исследований служило пряно-ароматическое сырье, применяемое в винодельческой промышленности.

Для пробоподготовки измельчали навеску пряно-ароматического сырья и экстрагировали ее 10 $см^3$ этилового спирта. Аликвотную часть спиртового экстракта разбавляли водой и выдерживали на водяной бане при 40 °С. Образцы подготовленных экстрактов пряно-ароматического сырья исследовали путем инжекции пробы в колонку паровой фазы с помощью микро твердофазного экстрактора.

Исследования проводили на газовом хроматографе Agilent Technologies 6850 Series II с капиллярной колонкой HP-5MS (30м х 0,25мм, 0,25 мкм) и масс-селективным детектором 5975B (VL MSD).

Хромато-масс-селективную систему настраивали в соответствии с инструкцией фирмы – производителя и следующими параметрами: температура колонки – от 40 °С до 290 °С; температура детектора – 280 °С; объем инжекции – 1 мкл.

Идентификация химических соединений проводили с помощью библиотеки спектров «NISTO5aL».

Результаты исследований показали, что летучие соединения пряно-ароматических растений представлены в основном альдегидами (гексаналь, 2-метилбутаналь и др.), спиртами (2-пропенол, 1-пентаналь и др.) и терпенами (лимонен, пинен, туйон и др.)

На рисунке в качестве примера представлена хроматограмма содержания основных компонентов эфирного масла чабреца (тимьяна) *Thýmus*:

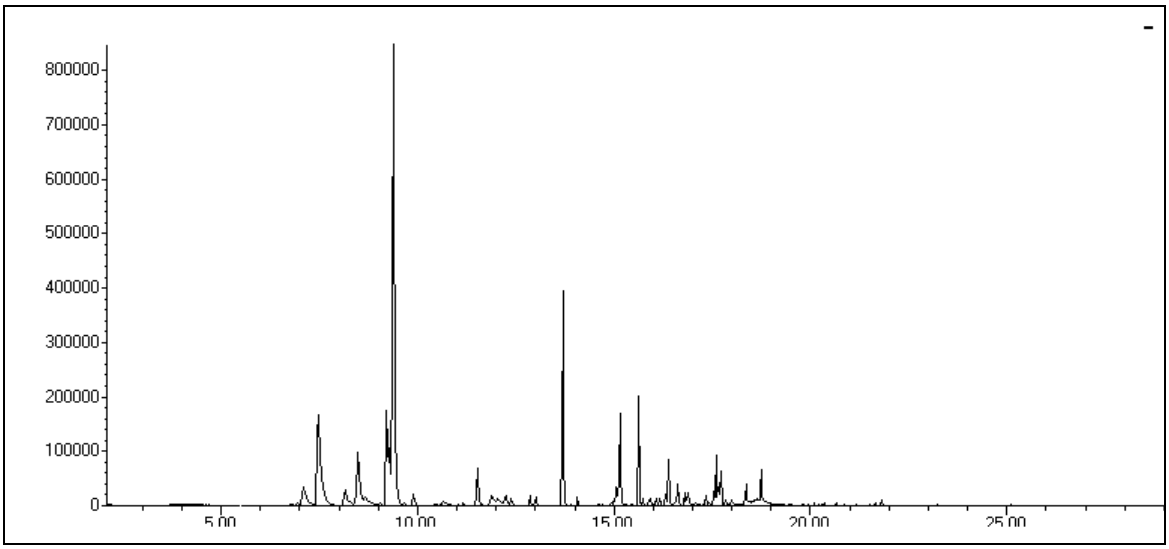


Рис. – Хроматограмма содержания основных компонентов эфирного масла чабреца (тимьяна) *Thýmus*

Выводы

В ходе проделанной работы были отработаны режимы хроматографирования для определения летучих соединений в пряно-ароматическом сырья с использованием хромато-масс-спектрометрии. Качественное определение ароматобразующих веществ позволит получить дополнительную информацию, которая может быть использована для создания новых пряно-ароматических композиций при производстве ароматизированных вин.

Литература

1. Пряные растения в саду и на столе [Электронный ресурс] / Цветоводство: Удовольствие и польза. – Режим доступа: http://www.gardenia.ru/pages/specii001.htm – Дата доступа: 13.03.2011.
2. Ефремов, А.А. Минеральные вещества – основа снижения антропогенного воздействия окружающей среды на организм человека / А.А. Ефремов, Л.Г. Макарова, Н.В. Шаталина, Г.Г. Первышина // Химия растительного сырья. – 2002. – № 3. – С. 65-68.
3. Нужный, В.П. Лекарственные растения и фитокомпозиции в наркологии / В.П. Нужный, В.В. Рожанец, А.П. Евремов. – М.: КомКнига, 2006. – 512с.
4. Бурачевский, И.И. Производство водок и ликероводочных изделий / И.И. Бурачевский, Р.А. Зайнуллин, Р.В. Кунаков, В.А. Поляков, В.И. Федоренко. – М.: Дели принт, 2009. – 323 с.
5. Белоусова, Н.И. Химический состав эфирного масла багульников / Н.И. Белоусова, В.А. Хан, А.В. Ткачев // Химия растительного сырья. – 1999. – № 3. – С. 5-38.
6. Смирнов, Е.В. Натуральные вкусоароматические вещества из растительных материалов в производстве ароматизаторов / Е.В. Смирнов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2004. – № 1. – С. 37-43.
7. Базарнова, Ю.Г. Фитоэкстракты – природные ингибиторы порчи пищевых продуктов (обзор) / Ю.Г. Базарнова // Санкт-Петербургский университет низкотемпературных и пищевых технологий. – 2010. – № 2. – С. 2.

УДК 543.54:641.1

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОХРАТОКСИНА А В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Рослик В.Л., Еремич Т.Н.
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»
Республика Беларусь, г. Минск

Обеспечение безопасности пищевых продуктов относится к важнейшим приоритетам здорового питания. Среди факторов загрязнения, одним из наиболее опасных для здоровья признаны вторичные метаболиты микроскопических (плесневых) грибов – микотоксины, в частности – охратоксин А (ОТА). В работе исследованы способы снижения содержания охратоксина А с применением минеральных сорбентов (активированный уголь, бентонит), природных сорбентов (желатин) и смесь сорбентов (бентонита и активированного угля и желатина).

The major factor of a healthy food is maintenance of safety of foodstuff. The most hazardous to health of the person are recognized mycotoxins, in particular – ochratoxin A which is formed naturally in products. Ochratoxin A (OTA) is a very dangerous mycotoxin, the presence of which is often reported in different foods, as well as in beverages such as grapes, grape juices and wines. In this article researches of ways of decrease ochratoxin A various are resulted by sorbents of the various nature: mineral sorbents (the activated coal, bentonit), natural sorbents (gelatin) and a mix of sorbents (bentonit and the activated coal and gelatin).

Ключевые слова: микотоксины, охратоксина А, сорбент, бентонит, желатин, активированный уголь

Охратоксин А – вторичный метаболит микроскопических плесневых грибов родов *Penicillium (P. verrucosum)* и *Aspergillus (A. ochraceus*), стоит в ряду приоритетных микотоксинов – контаминантов пищевых продуктов, и представляет высокую опасность для здоровья человека. Охратоксин А обладает выраженным нефротоксическим, канцерогененным, а также тератогененным и нейротоксическим действием. Охратоксин А встречается повсеместно в продуктах питания и с высокой частотой и в значительных концентрациях обнаруживается в зерновых продуктах, кофе, сухофруктах, специях, вине и фруктовых соках. В странах ЕС содержание охратоксина А в продовольственном сырье регламентируется на уровне 0,005 мг/кг [1,2,3,4].

Применение в качестве сырья падалицы и плодов, поврежденных плесневыми грибами – продуцентами микотоксинов, снижает потребительскую безопасность готовой продукции, в связи с этим важное значение имеет изучение способов снижения содержания охратоксина А в сырье и готовой продукции.

Цель работы заключалась в изучении влияния фильтрации и различных сорбентов: минеральных сорбентов (активированный уголь, бентонит), природных сорбентов (желатин) и смесь сорбентов (бентонита и активированного угля и желатина) на снижение содержания охратоксина А.

Объектом исследования являлись сок, сок сброженно-спиртованный, сок спиртованный, виноматериал.

Обнаружение, идентификация и количественное определение охратоксина А в пищевых продуктах проводилось методом обращено-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектированием и использованием твердофазной экстракции. Предел обнаружения составил 0,2 мкг/кг.

В серии опытов были исследованы способы снижения содержания охратоксина с применением минеральных сорбентов (активированный уголь, бентонит), природных сорбентов (желатин) и смесь сорбентов (бентонита и активированного угля и желатина).

Исследования проводились в лабораторных условиях по схеме пробных обработок с использованием осветляющих веществ, предварительно приготовленных согласно технологической инструкции ТИ РБ 190239501.9-2007 [5].

Для исследования способов снижения содержания охратоксина А из готовой продукции сорбентами различной природы вносили стандартный раствор охратоксина А концентрацией 0,49 мкг/кг. Предварительно был рассчитан объём внесения стандартного раствора. Контролем служил образец, который не был заражен.

Обработку образцов проводили по следующей схеме:

— фильтрация на стеклянной воронке через двойной бумажный фильтр;
— добавление 10 % суспензии бентонита;
— добавление 10 % суспензии желатина;

— добавление 10 % суспензии активированного угля;
— добавление 10 % суспензии бентонита и 10 % суспензии активированного угля;
— добавление 10 % суспензии желатина и 10 % суспензии активированного угля;
— добавление 10 % суспензии бентонита и 10 % суспензии желатина.

Желатин обладает сильно положительным зарядом, который интенсивно реагируют с отрицательно заряженными коллоидами, например микотоксинами.

Особенные преимущества желатина: большая поглощающая поверхность и как результат – высокая адсорбционная способность.

Приготовление 10 % суспензии желатина: 10 г желатина заливали необходимым объёмом исследуемого образца (который не был заражен), предварительно подогретым до температуры (45-55) °С. Этот раствор нужно использовать теплым, так как желирующие свойства проявляются при температуре ниже 35 °С, приготовленный раствор непосредственно вносится в образец. Исследуемый образец, после добавления желатина, фильтровали на стеклянной воронке через двойной бумажный фильтр. Использовали 3 мл 10 % суспензии желатина в расчете на 100мл зараженного исследуемого образца.

Приготовление 10 % суспензии бентонита: 10 г бентонита вносили в 250 мл колбу и добавляли 100 мл исследуемого образца (который не был заражен) и оставляли на 1 час для набухания. По истечении времени перемешивали до получения однородной массы. Приготовленную суспензию медленно добавляли в исследуемый образец при постоянном перемешивании. Перемешивание осуществляли в течении (45-60) минут. По истечении времени образец фильтровали на стеклянной воронке через двойной бумажный фильтр. Использовали 3 мл 10 % суспензии бентонита в расчете на 100мл зараженного образца.

Приготовление 10 % суспензии активированного угля: 10 г активированного угля заливали необходимым объемом исследуемого образца (который не был заражен). Предварительно активированный уголь растирали в фарфоровой ступке до пыли. Приготовленную суспензию медленно добавляли в исследуемый образец при постоянном перемешивании. Перемешивание осуществляли в течении (45-60) минут. По истечении времени исследуемый образец фильтровали на стеклянной воронке через двойной бумажный фильтр. Использовали 3 мл 10 % суспензии активированного угля в расчете на 100 мл зараженного исследуемого образца.

Было изучено влияние различных сорбентов (бентонит, активированный угль, желатин, а также смеси сорбентов) на концентрацию охратоксина А

Обработку образцов проводили по следующей схеме:
— фильтрация на стеклянной воронке через двойной бумажный фильтр;
— добавление 10 % суспензии бентонита;
— добавление 10 % суспензии желатина;
— добавление 10 % суспензии активированного угля;
— добавление 10 % суспензии бентонита и 10 % суспензии активированного угля;
— добавление 10 % суспензии желатина и 10 % суспензии активированного угля;
— добавление 10 % суспензии бентонита и 10 % суспензии желатина.

Было изучено влияние различных сорбентов (бентонит, активированный угль, желатин, а также смеси сорбентов) на концентрацию охратоксина А

Выводы

Установлено, что сорбенты способствуют частичному снижению концентрации охратоксина А, полного удаления токсинов не наблюдалось. Было установлено, что при добавлении 10 % суспензии бентонита происходит снижение охратоксина на (60-65) %, при добавлении 10 % суспензии желатина – (70-75) %, при добавлении 10 % суспензии активированного угля – (85-90) %, при добавлении 10 % суспензии бентонита и активированного угля – (75-80) %. Следует отметить вариант с дозированием 10 % суспензии желатина и 10 % суспензии активированного угля и вариант с добавление 10 % суспензии бентонита и 10 % суспензии желатина, при котором наблюдалось практически полное удаление охратоксина из сока, вина. Установлено, смесь желатин – активированный уголь и смесь бентонита и желатина проявляют синергетический эффект, сущность которого состояла в увеличении сорбционной способности смеси сорбентов в сравнении с каждым сорбентом в отдельности. Поскольку охратоксина А является типичным неполярным микотоксином, то удаление охратоксина А из готовой продукции лучше проводить смесью сорбентов различной природы (минеральными и природными).

Литература

1. Аксенов И.В. /Оценка риска разрушения охратоксинами продовольственного сырья и пищевых продуктов/ автореф. дисс. канд мед. наук, Москва, 2006 – 15 с.

2. Аксенов И.В., Эллер К.И., Тутельян В.А. Актуальность проблемы контаминации охратоксином А пищевых продуктов.// Материалы III-го всероссийского конгресса по медицинской микологии «Успехи медицинской микологии».– М., 2005.– Т.V. – С.122-123.
3. Кравченко , Л.В. /Биобезопасность. Микотоксины – природные контпминанты пищи. Л.В. Кравченко, В.А. Тутельян – Вопросы питания, – № 3. – 2005. – С. 3-12.
4. Тутельян В.А., Кравченко Л.В. Микотоксины. – М.: Медицина, 1985. – 307 с.
5. ТИ BY 190239501.9-2.009 – 2007 Технологическая инструкция по применению осветляющих веществ при изготовлении фруктово-ягодных натуральных, плодовых крепленых вин и обработанных виноматериалов.

УДК 658.562:635.077

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ КОМПЛЕКС ЕКСПРЕС-КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ РОСЛИННИХ СОКІВ

Побережець І.І., пошукач, Романовська Т.І., канд. техн. наук, доцент
Національний університет харчових технологій, м. Київ
Романовський І.Я., д-р техн. наук, професор
Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ

Розроблено електротехнічний комплекс експрес-контролю вмісту сухих розчинних речовин у рослинних соках, який складається з оптико-акустичної установки та електромеханічного автоматичного густиноміра. Дослідження прозорих соків проводились на основі оптико-акустичного критерію. Масова частка сухих розчинних речовин у непрозорих соках визначалась за допомогою електромеханічного густиноміра.

Electrotechnical complex of express-control of the content of dry soluble substances in plant juices which consists of the optical-acoustic device and electromechanical automatic densimeter. Studies of limpid juices were held on the basis of optical-acoustic criterion. The concentration of dry soluble substances in non-limpid juices was defined with the help of electromechanical densimeter.

Ключові слова: дифракція світла, густина, концентрація, рослинні соки, сухі розчинні речовини, ультразвук.

Важливу роль у вирішенні продовольчої проблеми відіграють плодово-ягідні соки. У зв'язку з цим спостерігається неухильне зростання споживання і відповідно зростання світового виробництва плодових і ягідних соків. У плодах і ягодах а також в їхніх соках є велика кількість цінних органічних і мінеральних сполук, тому завдяки своєму хімічному складові їм не має повноцінної заміни серед харчових продуктів. Таким чином, важливим є питання про підвищення якості плодово-ягідних соків, підвищення їхньої енергетичної цінності, підвищення в їхньому складі корисних сполук та елементів.

Виходячи з того, що в складі натуральних і купажованих соків поживні речовини становлять кілька відсотків, соки згущують і консервують, а потім відновлюють. Саме тому сьогодні актуальним є питання контролю якості соків, розширення показників і параметрів, за якими визначають вміст корисних сполук і енергетичну цінність продукції.

Мета роботи – розробка ефективних методів і технічного забезпечення об'єктивного експрес-контролю масової частки сухих речовин у соках.

Фізичні параметри соків залежать від вмісту сухих розчинних речовин. При цьому одні параметри залежать від загального вмісту сухих розчинних речовин (густина, показник заломлення світла, швидкість звуку), а інші параметри залежать від конкретних сполук чи класів сполук. Наприклад, електропровідність залежить від вмісту органічних кислот, їхніх солей і неорганічних сполук, поверхневий натяг залежить від вмісту поверхнево-активних речовин, в'язкість істотно залежить від вмісту пектинових речовин [1, 2]. У даних дослідженнях для визначення концентрації сухих розчинних речовин у прозорих соках використано оптико-акустичний метод [3], а для дослідження непрозорих соків розроблено електромеханічний густиномір.

В основі оптико-акустичного способу лежить дифракція світла на ультразвукових хвилях [4]. При поширенні ультразвукової хвилі в рідині частинки рідини здійснюють коливальний рух. Амплітуди зміщень та амплітуди швидкостей частинок малі, але амплітуда прискорень становить величину порядку 10^6 м/с^2. При таких прискореннях в рідині виникає амплітуда тиску порядку кількох атмосфер. Хвиля тиску

створює хвилю густини рідини. Оскільки показник заломлення рідини залежить від її густини, то у рідині процес поширення ультразвукових хвиль супроводжується синусоїдальною неоднорідністю показника заломлення.

Таким чином, при проходженні крізь рідину ультразвукові хвилі створюють просторову дифракційну решітку, з періодом, рівним довжині ультразвукової хвилі $\lambda_{у.зв.}$. У даному випадку наявна фазова решітка, яка має в різних місцях різні значення показника заломлення світла. При проходженні світлових хвиль крізь фазову дифракційну решітку виникає дифракційна картина цілком аналогічна дифракції світла на звичайній дифракційній решітці.

Довжина ультразвукової хвилі визначається за формулою дифракційної решітки:

$$\lambda_{у.зв.} \sin\varphi_n = n\lambda, \tag{1}$$

де λ – довжина світлової хвилі; n – порядок максимумів; φ_n – кут дифракції світла для n-го порядку.

При частотах ультразвукових коливань 1-10 МГц довжина ультразвукової хвилі, яка дорівнює сталій дифракційної решітки, приблизно на три порядки більша за довжину світлової хвилі, тому кут дифракції дуже малий і для синуса кута дифракції маємо:

$$\sin\varphi_n = tg\varphi_n = \frac{z_n}{2F}, \tag{2}$$

де F – фокусна відстань об'єктива зорової труби; z_n – відстань між максимумами n-го порядку. За умови вимірювання відстані між максимумами точність досліду вдвічі більша, ніж коли вимірювати відстань між центром дифракційної картини і максимумом.

З формул (1) і (2) знаходимо довжину ультразвукової хвилі:

$$\lambda_{у.зв.} = \frac{2n\lambda F}{z_n}. \tag{3}$$

Якщо відома частота ультразвукових коливань, то можна визначити швидкість поширення ультразвуку в рідині:

$$\upsilon_{у.зв.} = \lambda_{у.зв.} f, \tag{4}$$

де f – частота ультразвукових коливань.

Для визначення концентрації сухих розчинних речовин запропоновано оптико-акустичний критерій [5], який визначає відносну зміну ширини дифракційної картини:

$$\delta = \frac{z_0 - z}{z}, \tag{5}$$

де z_0 – відстань між дифракційними максимумами в дистильованій воді; z – відстань між максимумами в досліджуваній рідині. Цей критерій також визначає відносну зміну довжини ультразвукової хвилі.

Схема електротехнічного комплексу наведена на рисунку. Електротехнічний комплекс складається з оптико-акустичної установки та електромеханічного густиноміра. Оптико-акустична установка складається з оптичної та електронно-акустичної частини. Оптична частина складається з джерела світла (ртутна лампа ДРТ-125), конденсора, світлофільтра, який виділяє із спектру ртуті світлову хвилю довжиною 546 нм, коліматора з діафрагмою (діафрагма має мікрометричний гвинт, який регулює ширину щілини з точністю до 0,001 мм), кювети з досліджуваною рідиною, об'єктива Індустар-51 (фокусна відстань 40 см), фотодатчика і окулярного мікрометра МОБ 16/1. Електронно-акустична частина складається з генератора сигналів ГЗ-112/1 з підсилювачем потужності, які можуть збуджувати ультразвукові коливання частотою 5-10 МГц, і п'єзоелектричного випромінювача (кристалу кварцу).

Для визначення концентрації сухих речовин у непрозорих соках використовується друга частина електротехнічного комплексу – електромеханічний густиномір. Основними елементами електромеханічного густиноміра є посудина із досліджуваною рідиною, поплавок, рамка, чутливі електронні терези (ТВЕ-0,3-0,01), персональний комп'ютер.

Густина поплавка перевищує густину натуральних і концентрованих соків. Зі збільшенням густини соку виштовхувальна сила зростає і покази терезів зменшуються. Залежність між густиною соку і показами терезів має лінійний характер. Терези підключені до комп'ютера і, на основі показів терезів, згідно з заданою програмою, визначається густина соку і концентрація сухих речовин.

Світло попадає у фотодатчик при певному куті відхилення променя. Цей кут відповідає концентрації сухих розчинних речовин у сокові. Із комп'ютера і фотодатчика подаються електричні нормовані сигнали про вміст сухих розчинних речовин на мікропроцесорний контролер, який керує потоком соку на технологічній лінії з виробництва соків таким чином: якщо концентрація сухих розчинних речовин не досягла заданого значення, то потік перемикається на повторний цикл уварювання, тобто подається на вхід

вакуум-випарного апарату, а якщо концентрація досягла заданого значення, то потік перемикається на подачу соку для фасування чи в ємності для подальшого зберігання.

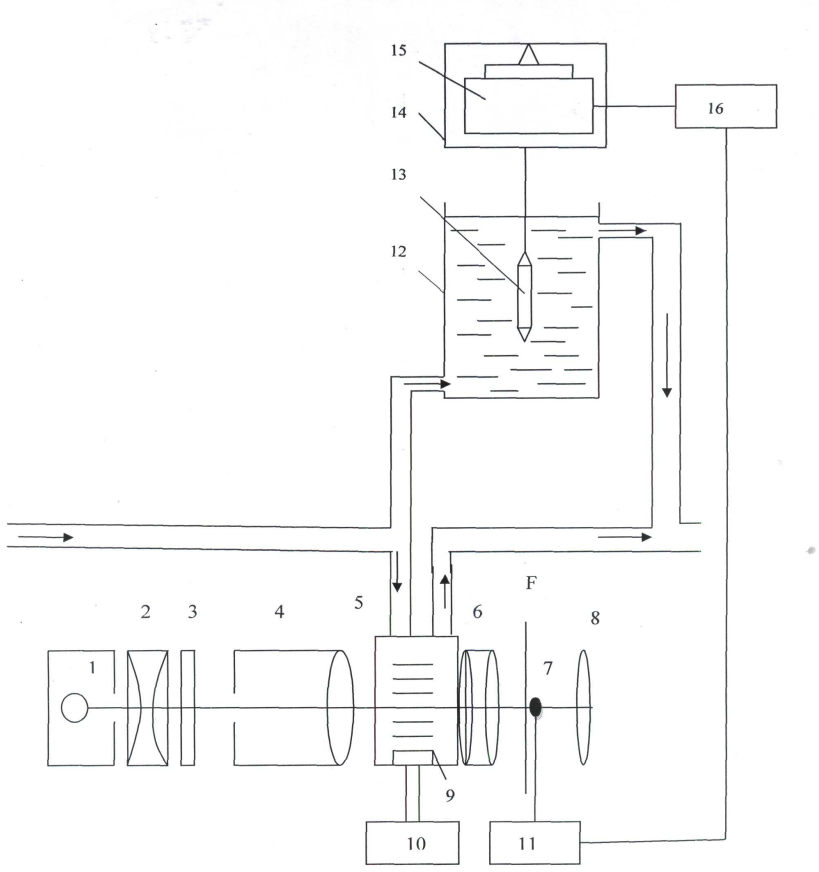
Точність визначення масової частки сухих розчинних речовин підвищується наближено в $\sqrt{2}$ раз, якщо взяти середнє арифметичне показань оптико-акустичної установки і електромеханічного густиноміра. Точність визначення концентрації сухих розчинних речовин становить 0,1%, що цілком достатньо для потреб виробництва.

Дослідження соків проводились при температурі 20 °С. Концентрація сухих розчинних речовин визначалась гравіметричним (ваговим) методом. Ультразвукові хвилі створював кристал кварцу з резонансною частотою коливань 8 МГц. Вимірювались відстані між максимумами третього порядку.

Результати експериментальних досліджень залежності довжини ультразвукової хвилі $\lambda_{у.зв.}$ від масової частки сухих розчинних речовин *с* для яблучного та виноградного соків представлені відповідними формулами (одиниці вимірювання всіх величин подано в системі SI):

$$\lambda_{у.зв.} = (184{,}83 + 5{,}28\ c + 3{,}38\ c^2)\cdot 10^{-6}\ \text{м}, \quad (6)$$

$$\lambda_{у.зв.} = (184{,}83 + 4{,}80\ c + 4{,}50\ c^2)\cdot 10^{-6}\ \text{м}. \quad (7)$$



1 – джерело світла; 2 – конденсор; 3 – світлофільтр; 4 – коліматор; 5 – скляна кювета з досліджуваною рідиною; 6 – об'єктив; 7 – фотодатчик; 8 – окулярний мікрометр; 9 – п'єзоелектричний випромінювач; 10 – генератор електромагнітних коливань; 11 – мікропроцесорний контролер; 12 – посудина із досліджуваною рідиною; 13 – поплавок; 14 – рамка; 15 – електронні терези, 16 – персональний комп'ютер

Рис. – Схема електротехнічного комплексу

Висновки

Розроблений електротехнічний комплекс дає можливість проводити експрес-контроль якості рослинних соків з точністю, достатньою для виробництва. Основними складовими частинами комплексу є оптико-акустична установка і електромеханічний густиномір, що дає можливість визначати концентрацію сухих розчинних речовин у прозорих і непрозорих соках.

Література
1. Побережець І.І., Побережець В.І., Романовський І.Я. Контроль якості яблучних соків за їхніми фізичними властивостями // Наук. пр. НУХТ.– 2005.– №16.– С. 110–111.
2. Зв'язок між фізичними параметрами березового соку / Побережець І.І., Побережець В.І., Романовська Т.І., Романовський І.Я. // Наук. пр. НУХТ.– 2007.– №20.– С. 58–59.
3. Пат. України № 83695. Оптико-акустичний спосіб визначення концентрації сухих розчинних речовин у розчинах / Побережець І.І., Романовська Т.І., Романовський І.Я.– Опубл. 11.08.2008, Бюл. № 15
4. Физический практикум / Под ред. В.И. Ивероновой.– М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1962.– С. 701–716.
5. Оптико-акустичний критерій визначення концентрації сухих розчинних речовин у рослинних соках / Романовський І.Я., Романовська Т.І., Побережець І.І., Побережець В.І. //Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2008.– №1(22).– С. 41–44.

УДК 035.66

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ВІДНОВЛЕННЯ АРОМАТИЧНИХ СПОЛУК

Дубова Г.Є, канд. техн. наук, доцент
Полтавський університет економіки та торгівлі, м. Полтава

Стаття присвячена питанню вивчення чинників, здатних відновити кавуновий аромат. Досліджено вплив ферментів сої, кавунового насіння і шкірок кавуна на синтез ароматичних сполук та інтенсивність їхнього аромату. Розглянута можливість вилучення ароматичних сполук кавуна за допомогою ферментів ліпази і ліпоксигенази. Доведено, що ферменти кавунового насіння та шкірок і здатні відновити аромат кавуна, втрачений під час його переробки. Проведена їхня порівняльна характеристика, яка підтвердила більшу ефективність отримання ароматів, за допомогою запропонованого біотехнологічного методу.

The article is devoted to the study of factors able to recover a water-melon aroma. The influence of preliminary enzymes treatment on the synthesis of components of aromatizes and their intensity has been investigated. The possibility of extraction of water-melon aromatic components by lipase and lipoxygenase has been considered. The influence of phytogenous enzymes from soy, water-melon pips on components of aroma. It has been studied proven that in a certain season the enzymes of water-melon rinds and pips are able to recover the water-melon aroma, lost during processing. Comparative description of effect of different enzymes on aroma has been conducted. Indexes of aromas, received by biotechnology that is higher classic.

Ключові слова: аромат, насіння, кавун, шкірки, ферменти, ліпіди.

Більшість ароматів – результат активності вторинних метаболітів рослин, які їх містять. Раніше при вивченні процесу утворення ароматів, основна увага приділялась в основному реакції цукрів з аміногрупами. На сьогодні актуальним є припущення, що для рослинної сировини утворення аромату – результат білкових взаємодій з ліпідами. Ліпіди в рослинних тканинах беруть участь у побудові основної структури цитоплазми або знаходяться в клітині у вигляді найдрібніших колоїдних диспергованих часток. Ліпіди є хорошими розчинниками для багатьох ароматичних речовин. Встановлено, що ліпіди складаються з ненасичених жирних кислот і виконують функції попередників ряду аліфатичних карбонільних сполук з характерним запахом. Від хімічної будови жирних кислот залежить природа якісного складу ароматичних сполук: спиртів, альдегідів, кетонів.

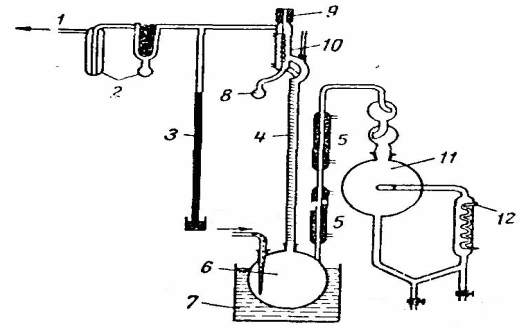
У рослинній сировині присутня безліч ферментних систем, які також безпосередньо беруть участь в утворенні аромату. Роль ліполітичних ферментів (ліпази і ліпоксігенази) в цьому процесі вивчена не достатньо. Відомо, що ліпази гідролізують тригліцериди до вищих жирних кислот. Активність ліпази в рослинних комплексах знаходиться на низькому рівні. Під дією ліпоксигенази ненасичені жирні кислоти перетворюються на пероксиди, оксиди, які надалі при руйнуванні перетворюються на низькомолекулярні сполуки. Крім того, в утворенні аромату беруть участь протеази, амілази, поліфенолоксидази та інші. У певних умовах виявляється їхня спільна дія з утворенням специфічного аромату.

Надзвичайно різноманітний склад летких речовин харчових продуктів утруднює встановлення ферментів, що надають найбільш сильну фізіологічну дію. Для кавунів, чий склад ароматичних компонентів у деякій мірі вивчений [4], актуальним залишається питання збереження або відновлення аромату під час

промислової переробки за допомогою ферментів рослинного походження. У м'якоті кавуна концентрація ароматичних речовин значно знижується при зберіганні, на повітрі, практично повністю втрачається і видозмінюється при нагріванні. Тому продукти з кавуновим ароматом включають у свій склад штучні ароматизатори.

Мета роботи розробити умови відновлення і збереження ароматичних компонентів кавуна. Мета досягалась шляхом вирішення таких завдань: дослідження впливу попередньої ферментативної обробки кавунових шкірок на синтез компонентів ароматичних речовин і їх інтенсивність, проведення порівняльної характеристики дії ферментів класу гідролаз і оксидаз, визначення впливу ферментів рослинного походження, зокрема ліпоксигенази із сої, кавунового насіння на компоненти аромату.

Як об'єкт дослідження використовували свіжу кавунову м'якоть, насіння, шкірки вологістю 86 ±2 %. Кавунові шкірки подрібнювали на кубики розміром кожного боку 10-13 мм, обробляли ферментами при відповідних pH і температурі ліпазою, геміцелюлазою, ліпоксигеназою сої або насичували хлоридом натрію (40 г на 100 г сировини). Кавунове насіння вивчали в комплексі: цілком, відокремлювали оболонку і ядерце. Ароматичні речовини відокремлювали і аналізували за допомогою вакуумного випарника (рис.1). Шкірки, свіжі й оброблені ліполітичними ферментами, випаровували під вакуумом і аналізували вміст ароматичних речовин у конденсаті і деарматизованій сировині. Концентрацію ароматичних речовин визначали за методикою «числа ароматів» [1]. Для негайної ідентифікації типу з'єднань, тобто чи є він спиртом, кетоном або альдегідом, граничне або негранічне це з'єднання; аліфатичного або ароматичного ряду використовувався спектрофотометричний аналіз. Спектри поглинання спиртів і альдегідів реєстрували на спектрофотометрі СФ-46. Інструментальну помилку спектрофотометра розраховували за біхроматом калію [3]. Максимум диференціального спектру поглинання знаходили при 180 нм і 290 нм.



1 – вакуумний насос, 2- охолоджувальний уловлювач, 3 – манометр, 4 – ректифікаційна колонка, 5 – конденсатори, 6 – перегінний апарат, 7 – нагрівальне середовище, 8 – приймач, 9 – соленоїд, 10 – дистиляційна головка, 11 – циклон сепараторний, 12 – підігрівач.

Рис. 1 – Лабораторна установка для уловлювання ароматичних речовин

Кислотне число (Кч) ліпідів визначали за стандартними методиками, екстрагуванням ефіром і подальшим титруванням розчином гідроксиду калію при наявності індикатора фенолфталеїну (10 г досліджуваного зразка розчиняли в 50 мл нейтральної спиртово-ефірної суміші). Проводили якісні реакції на спирти, метилкетон, альдегіди, ефіри, ароматичні вуглеводні. Виділяли вільні ліпіди в апараті Сокслета: розміщували кавунову м'якоть у верхню частину, нижню колбу заповнювали ефіром, нагрівали протягом 40 хв, досліджували отриманий екстракт.

З кавунових шкірок і насіння виділяли ферменти іммобілізовані на клітинних стінках двома способами: екстракцією в насиченому сольовому розчині (40%) та екстракцією ацетоном. Для цього свіжі або заморожені шкірки, насіння заливали сольовим розчином або холодним ацетоном (1:5), гомогенізували, відокремлювали рідку фракцію і центрифугували її. Таку операцію проводили 2-3 рази. Отриманий після центрифугування твердий залишок сушили на повітрі. Визначали активність ферментного препарату і вміст білка в ньому спектрофотометричним методом. Оптимальний діапазон питомої активності ліпоксигенази, при якому всі досліджені параметри мали максимальні значення, складав від 108.5 ± 1.2 до 126.4 ± 1.9. Визначали pH за допомогою універсального pH-метра.

Екстрагування кавунової м'якоті і шкірок спиртом дає екстракти з різними відтінками кавунового аромату. Органолептично важливі з'єднання м'якоті кавуна: 2-гідроксі-5-пентилфуран, (z,z)-3,6-нонадиенол, 4-оксонональ, n-толілацетальдегід, 1-фенілпропан-1-он. Аромат кавунової шкірки обумовлюють складні ефіри: 2-амілпіридин, метил-3-ноненоат, гексилоктононат та інші. Ароматичні речовини в кавунах розподілені таким чином, що в м'якоті накопичуються в основному нестійкі, легколеткі сполуки. Їх не швидке руйнування прискорюється різними сполуками, які містяться в м'якоті – ферментами класу оксидаз. Ароматичні компоненти кавунових шкірок містять групи органічного походження, більшість з яких – водонерозчинні речовини. Попередня обробка шкірок ліпазою, ліпоксигеназою, як це описано в [2], дозволяє індукувати власні ферментні системи кавунових шкірок, що сприяють більшому синтезу ароматоутворювальних речовин (рис. 2).

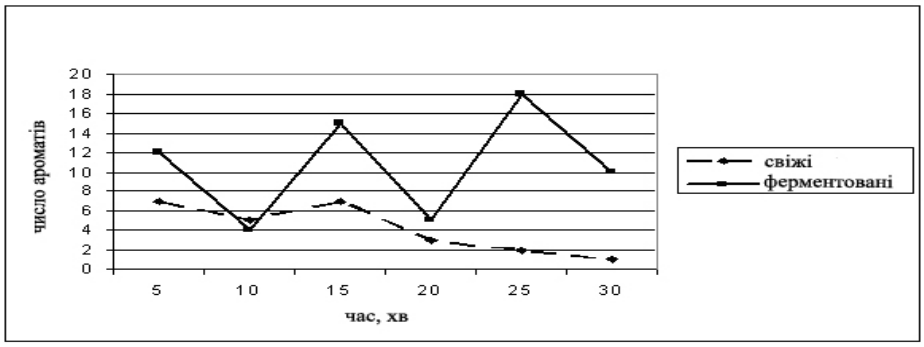


Рис. 2 – Зміни числа ароматів у конденсаті парів свіжих та ферментованих шкірок

Тривалість виділення ароматів зі свіжих шкірок у вакуумному випарнику склала 34-37 хв., зібраний конденсат – розчинені у воді ароматичні речовини, що вилучені зі шкірок. Вихід ароматичних речовин у конденсат складав 75-80 % від загальної маси для ферментованих шкірок і 30-40% для свіжих. Установлено, що збільшення числа аромату конденсату парів свідчить про інтенсивні процеси в шкірках, які підсилювали їхню здатність відновлювати аромат у кавуновій м'якоті. Різними в конденсатах були не лише кількість ароматичних речовин, але і їх склад, вивчений способом спектрофотометрії (табл. 1).

Таблиця 1 – Характеристика конденсату парів ферментованих шкірок

Найменування	Вид ферментів, якими обробляли шкірки			
	Ліпоксигеназа	Геміцелюлаза	Ліпаза	Сіль
Ідентифіковані сполуки в конденсаті	Спирти (30 %), альдегіди (22 %)	альдегіди (60 %)	Спирти (36 %), ефіри (15 %)	Спирти (10 %), ефіри (18 %)
Аромат конденсату	Кавуновий, кислуватий	трав'янистий	Свіжий кавуновий	Свіжий кавуновий, насичений

Спирти (в основному нонадієноли) пов'язані з лінолевою і ліноленовою кислотою у ліпідоподібних речовинах кавунових шкірок. Після ферментації ліпазою і ліпоксигеназою ці спирти активно виділяються у вигляді пари. Шкірки обробляли різними способами з метою вибору оптимального варіанту для тривалого зберігання. Шкірки можна використовувати не лише свіжі, але й заморожені. Проте із-за інтенсивних окислювальних процесів розморожені шкірки гірше піддаються ферментації. Швидке заморожування рослинних продуктів сприяє ферментативному окисленню жирів за рахунок вивільнення ліпази при механічному пошкодженні рослинних тканин кристалами льоду. Окислені ліпіди викликають зміни в амінокислотних залишках, що відбуваються по вільно-радикальному механізму. Тому краще з точки зору міжсезонної технології заморожувати шкірки з сіллю, дія якої подібна до ферментації (табл.1), або замочувати в сольовому розчині.

Наступний етап роботи полягав у вивченні властивостей кавунової м'якоті для кращого відновлення втраченого аромату. Встановлено, що зв'язані ліпіди, виділені з м'якоті гідрофільним полярним розчинником в апараті Сокслета, незначно впливають на аромат м'якоті (табл.2). Міцнозв'язані ліпіди, які відповідальні за показник числа аромату, вилучаються після обробки м'якоті спиртовим розчином лугу при кип'ятінні. Їхній вплив на збереження і відновлення аромату набагато вагоміший.

Таблиця 2 – Характеристика складових частин кавуна

Найменування	М'якоть кавуна		Кавунові шкірки		Кавунове насіння
	свіжа	екстракт	свіжі	ферментовані	
Ліпіди, %	0,47	0,34	1,50	0,01	40
Білки, г на 100 г	0,55	0.5	0,7	1,25	27
Число аромату	51	37	17	32	1.5
Кислотне число	2.7	-	3.0	5.1	4,0

Як видно з табл.2 ферментація кавунових шкірок значно підвищує їхнє число аромату. Ймовірно, що цей процес пов'язаний з активацією власних ферментів, відповідальних за аромат, тому в кавунову м'якоть вносили 10% ферментованих кавунових шкірок. В отриманому конденсаті спостерігали зменшення загальної кількості спиртів. Це свідчить про те, що шкірки не стільки вносять свій аромат, скільки фор-

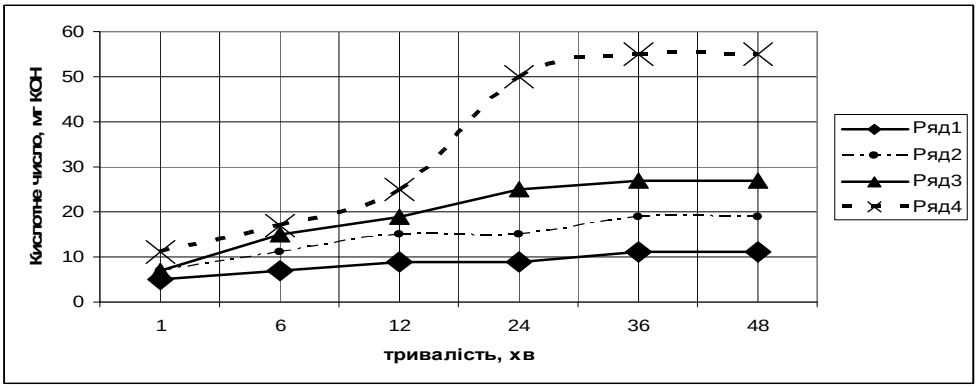
мують новий. Така зміна аромату спостерігалася при регулюванні pH до 5.0, 4.5, 4.0. З іншого боку, аромат кавунової м'якоті був відносно стійкий, при налагодженому pH між 6.0 і 7.0. Труднощі у використанні шкірок полягають в тому, що вони погіршують зовнішній вигляд продукту. Для непрозорих продуктів пюре, соку з м'якоттю доцільніше отримували ацетонові або сольові порошки. Вивчена відновлююча здатність ферментного ацетонового і сольового порошку, який вносили в кількості 1-2 г на кавунову м'якоть і аналізували конденсат парів на експериментальній установці.

Показано можливе формування 4-оксонональ у кавуновому ароматі, через деякі сполуки можливе формування 2-пентилфуранів. Це робить аромат більш стійким у готовому продукті. Аромат кавунової м'якоті після ферментативної обробки відрізняється більшою повнотою, інтенсивністю і злагодженістю в порівнянні з його індивідуальним ароматом за рахунок прояву синергетичного ефекту. Заключний етап роботи – можливість заміни панкреатичної ліпази і ліпоксигенази на ліполітичні ферменти, які наявні в кавуновому насінні (табл. 3). Для приготування ферментного розчину кавунового насіння треба очищене або ціле насіння розтерти в холодній воді у співвідношенні 1:10 і витримати 7-15 хвилин.

Таблиця 3 – Характеристика дії ферментів кавуна

Найменування	Оболонка	Ядро	Ціле насіння	М'якоть
Вид ферментів /активність /період	Цитолітичні /43 од/г/ серпень	Ліпоксигеназа /74од/г/ вересень	Комплекс оксидази, гідролази	Оксидази
Відновлення аромату свіжої м'якоті	Змінює аромат	Посилює кавуновий аромат	Посилює кавуновий аромат	Відсутня виражена дія
Відновлення аромату субстрату	Не ідентично	Не ідентично	Відновлює кавуновий аромат	Короткочасно

Свіжа кавунова м'якоть може містити інгібітори ферментів, які інактивуються нагріванням або окисленням киснем повітря. Тому в експериментах м'якоть проварювали або витримували в подрібненому стані до практично повної втрати аромату. Попередники аромату в кавуновій м'якоті досить стійкі, нечутливі до нагрівання і доступні для дії ферментів, які специфічно утворюють з цих попередників природні аромати [3]. У кавуновому насінні активність ліполітичних ферментів досить висока, пік активності приходиться на вересень, проте в зерні для збільшення активності доцільно використовувати індуктори пепсин, трипсин, які вивільняють власні протеази. Розчинні білки насіння володіють каталітичною активністю. В якості субстратів використовують пюре, м'якоть плодів, які втратили природний аромат. Досліджувалась система кавунова м'якоть – шкірки і водний екстракт насіння для встановлення ефективності відновлення аромату шляхом окислення жирних кислот як можливих попередників аромату. Процес закінчення відновлення аромату визначали за збільшенням кислотного числа зразків (рис. 4), накопиченням і збільшенням альдегідів у конденсаті (12-35 хв).



1 – кавунова м'якоть, 2 – кавунова м'якоть і шкірки, 3 – шкірки, 4 – м'якоть кавуна, шкірки, насіння.

Рис. 4 – Зміни кислотного числа в суміші

Активний початок, який відновлює аромат, міститься в кавунових шкірках і екстрактах ферментів із насіння. Для переконливого доказу відновлення кавунового аромату м'якоті після термічної обробки за допомогою шкірок і водного екстракту насіння аналізували також пари аромату свіжого кавуна як зразка

порівняння. У шкірках і насінні утворюється велика кількість сполук, які слугують відновниками в певному субстраті – провареній кавуновій м'якоті. Очевидно, що кавунова м'якоть є субстратом при ферментативному відновленні природного аромату.

У клітинах кавунових шкірок ліпіди присутні у вигляді комплексів з білками (ліпопротеїдів) і можуть бути виділені лише після їхнього руйнування (наприклад, етиловим або метиловим спиртом). Тому після грубого подрібнення шкірки обробляли етиловим спиртом, в тому числі і для збільшення поверхні окислення та розщеплення ліпідоподібних речовин. Ліпази та ліпоксигенази з насіння кавуна вилучали екстрагуванням водою. Після витримки протягом 0,5 діб визначали ідентичність і насиченість аромату в готових виробах. Отримані препарати ароматоутворюючих ферментів використовували для вивчення кінетики утворення ароматичних речовин на різних субстратах. Шкірки, зрізані з зовнішнього покрову кавуна, змішані з сіллю і витримані протягом 24 годин, виділяють свіжі ароматичні компоненти і можуть бути використані разом з водним екстрактом насіння

Висновок: Натуральні ароматизатори краще діють у природному оточенні, тобто у вигляді натуральних водних та спиртових екстрактів, що містять, крім діючого початку, ще й додаткові компоненти, надають стабілізуючий ефект, антиоксидантну дію або підсилюють аромат основного компонента. Насіння використовують як природне джерело ферментів для ароматичних компонентів кавунової м'якоті. При водному екстрагуванні і наступному внесенні в м'якоть відбувається формування матриці стійкого аромату. Частково аромат утворюють ферменти насіння, частково аромат формується при ферментуванні шкірок і вноситься разом з водним екстрактом насіння. Внесення активного початку, що відновлює аромат з ферментованих кавунових шкірок, і водного розчину подрібненого насіння дозволяє відновити аромат концентрованого кавунового соку, кавунового пюре, що важливо для консервної промисловості.

Література

1. 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.
2. Дубова Г.Е. Роль ферментов в образовании аромата пищевых продуктов // Пищевая наука и технология. – 2009. – №3(8) – с. 42 – 44.
3. 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.
4. Izumi Yajima, Hidemasa Sakakibara, Junichi Ide, Tetsuya Yanai and Kazuo Hayashi. Volatile Flavor Components of Watermelon {Citrullus vulgaris)// Agric. Biol. Chem. – 1985. – 49 (ll). – p.3145-3150.

УДК 664.8.03:664.854

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ СУШКИ ЯБЛОЧНЫХ ЧИПСОВ

Никитенко А.Н., ассистент, Егорова З.Е., канд. техн. наук, доцент
Белорусский государственный технологический университет, г. Минск
Слижук Д.С., научный сотрудник
Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси, г. Минск

В работе представлены результаты обоснования режимов сушки яблочных чипсов с использованием анализа кривых сушки и данных органолептических и физико-химических исследований. Определен оптимальный режим производства яблочных чипсов: температура теплоносителя 80 °С, скорость 1 м/с, а также диапазон активности воды 0,330-0,365, характеризующий высокое качество готового продукта из яблок сорта Вербное. Установлено, что при переработке на чипсы существенно уменьшалось содержание витамина С (5 и более раз), содержание флавонолов, суммы катехинов и лейкоантоцианов снизилось на (9–28) %.

The regimes of apple chips drying, which use the drying curves as well as organoleptic, physical and chemical analyses, are presented in the article. The obtained optimal mode of apple chips manufacturing runs within the following limits: heat-carrier temperature 80°C, speed of 1 m/s, and also a range of activity of the water for Verbnoe apples 0,330–0,365. It is established, that the most significant lost is for vitamin C maintenance (5 and more), flavonole and the sums catechines and anthocyanins (9-28) % in the drying process.

Ключевые слова: яблочные чипсы, сушка, режимы сушки, фенольные соединения, флавонолы, катехины, лейкоантоцианы, активность воды.

Сушка – заключительный этап технологического процесса изготовления многих пищевых продуктов, в том числе и яблочных чипсов. В отличие от традиционно применяемой в технологии чипсов обжарки, использование сушки предполагает получение продукта, близкого по своим характеристикам к диетическому. Очевидно, что в процессе сушки происходит формирование окончательных органолептических (цвет, вкус, аромат, консистенция), физико-химических (содержание влаги, сахаров, витаминов и др.), биохимических (активность ферментов) и токсикологических (оксиметилфурфурол) показателей. Поэтому определение оптимальных режимов данной технологической операции – важная научная и практическая задача.

Отличительной особенностью яблок является повышенное содержание в них углеводов, концентрация которых в клеточном соке по мере удаления влаги повышается, что замедляет дальнейший процесс сушки. Высокое содержание пектиновых веществ в яблоках также затрудняет сушку, поскольку пектины обладают значительной способностью связывать и удерживать влагу. Наряду с высокой концентрацией сахаров, наличие в сырье аминокислот обуславливает необходимость использования невысоких температурных режимов для сушки из-за протекания процессов меланоидинообразования и карамелизации [1–4].

Учитывая вышеизложенное, целью настоящей работы была разработка оптимальных режимов сушки подготовленных полуфабрикатов яблочного сырья, обеспечивающих высокое качество готового продукта.

Отработку режимов сушки осуществляли на яблоках сорта Вербное белорусской селекции. Выбор данного сорта был обусловлен результатами наших предыдущих исследований [5]. Сушке подвергали яблочные пластинки толщиной (1,5-2,0) мм, бланшированные в сахарокислотном растворе и выложенные в один слой, плотность укладки при этом составила 2 кг/м^2. Сушку осуществляли на лабораторном экспериментальном стенде ИТМО, представляющем собой сушилку конвективного типа, снабжённую датчиками изменения массы высушиваемого продукта, температуры и скорости сушильного агента и осуществляющую процесс сушки в автоматическом режиме с постоянной регистрацией режимных параметров.

Для определения оптимальных параметров сушки был спланирован эксперимент, условия, проведения которого представлены в табл. 1

Таблица 1 – Условия эксперимента и уровни варьирования факторов

Температура теплоносителя (t),°С	Скорость теплоносителя (v), м/с
70, 80*, 90	0,5
70, 80	1

* – использовался теплоноситель в режиме рециркуляции.

В яблочных чипсах определяли следующие показатели:

1) органолептические – вкус, цвет, аромат и консистенцию по СТ СЭВ 4710 [6] дегустационной оценкой по пятибалльной шкале комиссией из пяти человек.

2) физико-химические:

— содержание витамина С – визуальным титрованием по ГОСТ 24556–89 [7];

— количество фенольных соединений – фотоколориметрическим методом с реактивом Фолина-Чокольтеу в пересчёте на галловую кислоту по методике Смородова – Бианки Г. Б. [8];

— содержание флавонолов – фотоколориметрическим методом по цветной реакции с хлоридом алюминия в пересчёте на кверцетин [8];

— суммарное содержание катехинов и лейкоантоцианов – фотоколориметрическим методом с использованием ванилинового реактива [8];

— массовую долю влаги – термогравиметрическим методов по ГОСТ 28561–90 [9];

— активность воды (a_w) – на анализаторе активности воды Roremeter RM-10, по методике, изложенной в [10].

Результаты проведенных исследований представлены на рис. 1-7 и табл. 2.

Кривые сушки яблочных чипсов на рис. 1-3 показывают, что изменение влажности в процессе сушки готового продукта носило экспоненциальный характер, процесс потери влаги включал периоды прогрева продукта, постоянной и падающей скорости сушки. Наиболее интенсивное удаление влаги происходило впервые (20-25) мин процесса сушки. Следующий этап сушки определял качество готовых чипсов и предполагал доведение конечной влажности чипсов до величины не более 8 % при умеренной температуре теплоносителя.

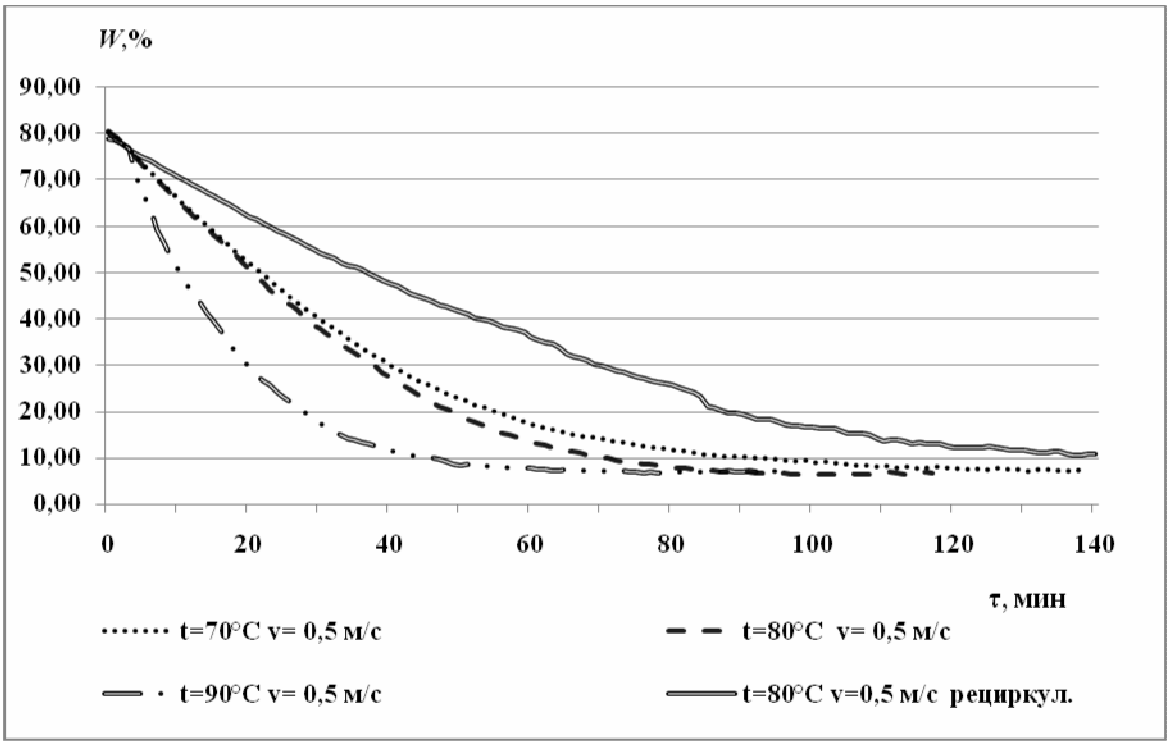


Рис. 1 – Изменение влажности при различных температурах сушильного агента (скорость сушильного агента 0,5 м/с)

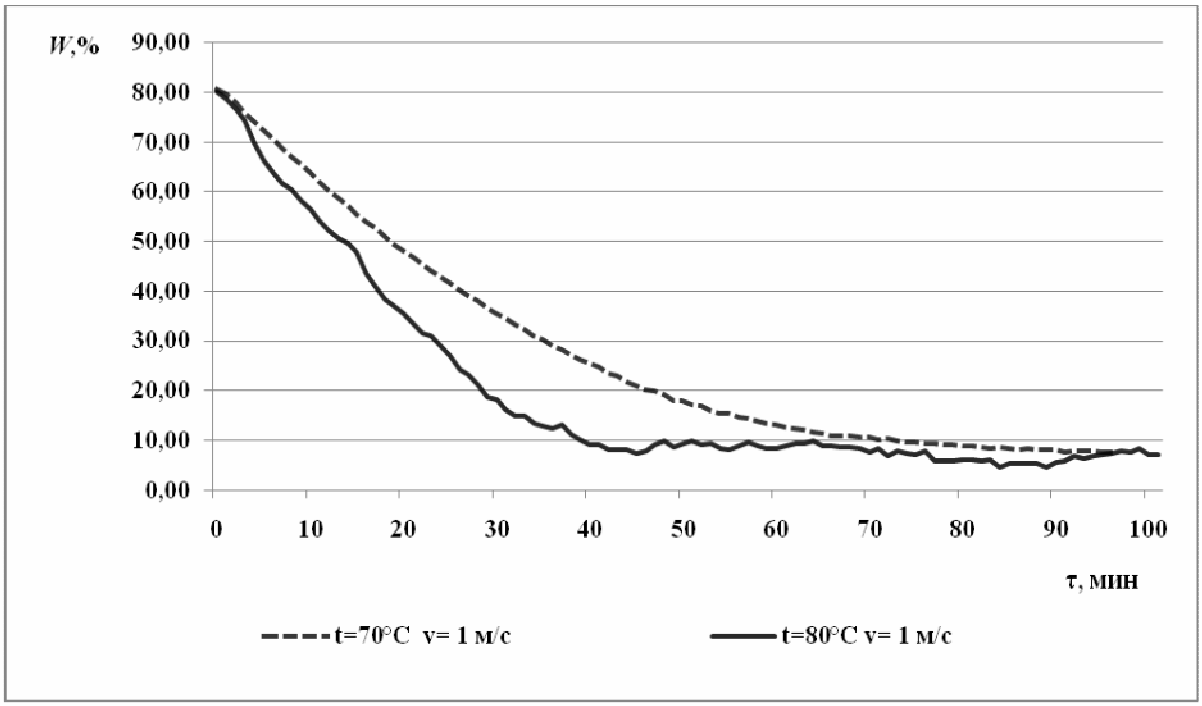


Рис. 2 – Изменение влажности при различных температурах сушильного агента (скорость сушильного агента 1,0 м/с)

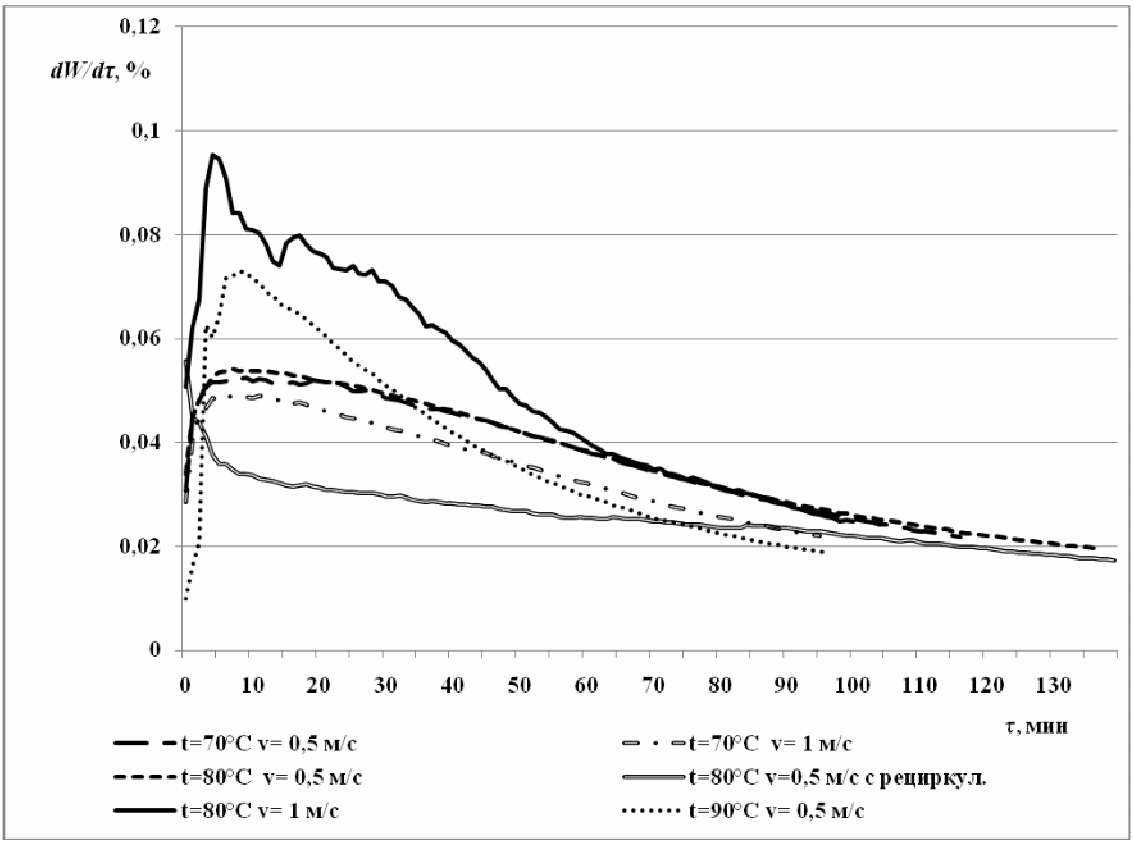


Рис. 3 – Изменение скорости сушки при различных режимах сушки яблочных чипсов

На рис. 1-2 представлены кривые, характеризующие влияние температуры и скорости теплоносителя на продолжительность сушки образцов яблок. Как видно из приведенных зависимостей, изменение температуры теплоносителя от 70 до 90 °С приводит к интенсификации процесса сушки: при скорости теплоносителя 0,5 м/с повышение температуры приводит к уменьшению продолжительности сушки с 120 до 70 мин (рис. 1), а изменение температуры теплоносителя от 70 до 80 °С при скорости 1 м/с сокращает продолжительность сушки в 1,3 раза. Дальнейшее повышение температуры теплоносителя (свыше 90 °С) нецелесообразно из-за ухудшения качества готового продукта (потемнение, появление неприятного запаха). Использование режима рециркуляции сушильного агента увеличивает продолжительность сушки в 1,8 раза за счет повышения его относительной влажности и уменьшения скорости сушки.

Увеличение скорости теплоносителя с 0,5 до 1 м/с сокращает время сушки: при 70 °С в 1,5 раза, а при 80 °С на 12 %. Однако, с ростом скорости сушильного агента увеличиваются энергозатраты, поэтому его дальнейшее повышение является экономически необоснованным.

Скорость сушки (рис. 3) резко возрастает впервые 7 мин, затем в течение 20 мин является практически постоянной, после чего, начинает медленно падать и к окончанию процесса приближается к постоянному значению. Наибольшая скорость удаления влаги была при использовании режимов t = 80 °С, v = 1 м/с и t = 90 °С, v = 0,5 м/с.

Для окончательного выбора параметров сушки нами были проведены исследования органолептических и физико-химических показателей изготовленных образцов яблочных чипсов (рис. 4-7, табл. 2).

Из данных, приведенных на рис. 4 и 5 видно, что по сравнению с исходным содержанием в яблоках, содержание витамина С, фенольных соединений, флавонолов, суммы катехинов и лейкоантоцианов в готовых чипсах уменьшилось.

Увеличение температуры и скорости сушильного агента привело к более интенсивной потере витамина С: при температуре сушильного агента 70 °С и скорости 0,5 м/с содержание витамина С уменьшилось на 77 %, а при температуре сушильного агента 90 °С и скорости 0,5 м/с на 90 %. При скорости теплоносителя 1 м/с разрушение витамина С составило при 70 °С – 81 %, а при 80 °С – 87%.

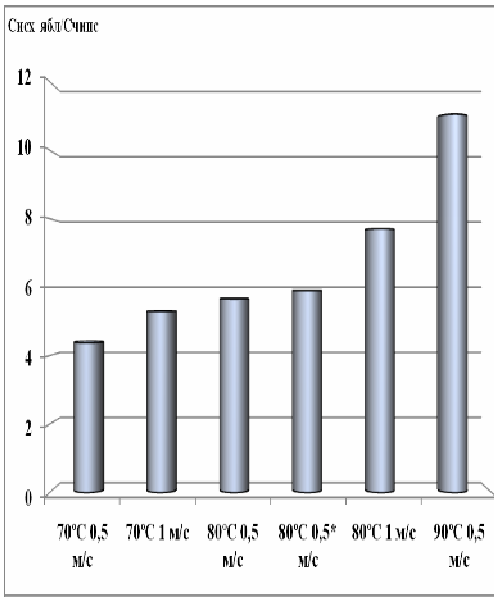


Рис. 4 – Динамика разрушения витамина С при производстве яблочных чипсов

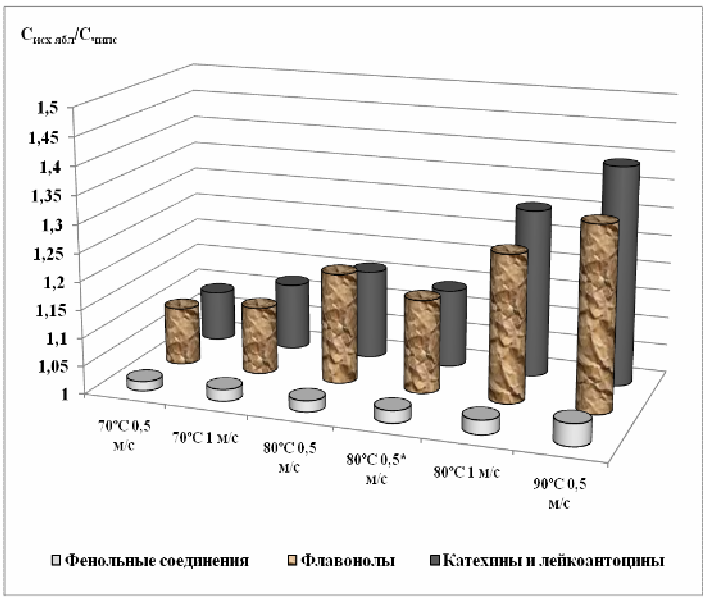


Рис. 5 – Динамика снижения общего содержания фенольных соединений, флавонолов, катехинов и лейкоантоцианов при производстве чипсов из яблок

* – использовался теплоноситель в режиме рециркуляции

Снижение содержания фенольных соединений во всех образцах яблочных чипсов находилось в диапазоне (2-4) %, а содержания флавонолов и суммы катехинов и лейкоантоцианов – (9-28) %. Необходимо отметить, что для всех рассматриваемых режимов, при увеличении температуры и скорости теплоносителя происходило более интенсивное снижение данных показателей (для t = 90°С, v = 0,5 м/с наиболее существенно).

Поскольку активности воды отражает степень участия воды в различных процессах, включающих ферментативные, неферментативные и микробиологические превращения, следовательно, величина a_W должна учитываться при оценке качества изготовленных образцов. Анализ данных, приведенных в таблице 2, показал, что активность воды яблочных чипсов не зависит от содержания влаги и увеличение температуры и скорости сушильного агента в процессе производства приводит снижению a_W. Самые низкая активность воды была отмечена для более напряжённых режимов – t = 80 °С, v = 1 м/с; t = 90 °С, v= 0,5 м/с.

Таблица 2 – Активность воды яблочных чипсов, изготовленных с использованием различных режимов сушки

Номер образца	Температура сушильного агента, °С	Скорость сушильного агента, м/с	Активность воды, a_W	Массовая доля влаги, %
1	70	0,5	0,408	7,77
2	70	1	0,430	7,29
3	80	0,5	0,387	7,55
4	80	0,5*	0,397	9,39
5	80	1	0,362	7,00
6	90	0,5	0,333	7,30

* – использовался теплоноситель в режиме рециркуляции

Результаты органолептического анализа показали, что все образцы яблочных чипсов по оцениваемым показателям соответствовали четырём и выше баллам. Наиболее высокая оценка была выставлена образцам № 5 (t = 80 °С и v = 1,0 м/с) и № 6 (t = 90 °С и v = 0,5 м/с) (рис. 6-7).

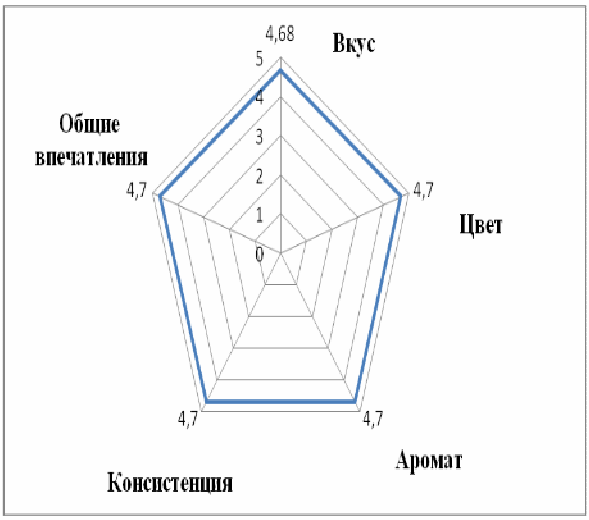


Рис. 6 – Органолептическая оценка образца № 5

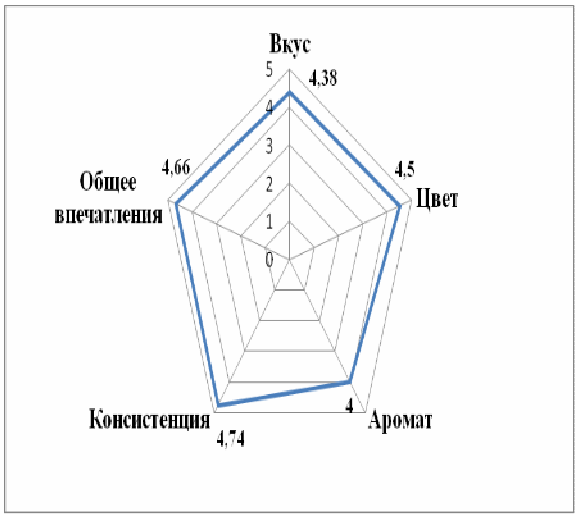


Рис. 7 – Органолептическая оценка образца № 6

Выводы

Учитывая представленные выше данные, установлено, что при переработке на чипсы наиболее существенными были потери в содержании витамина С (5 и более раз). Общее содержание фенольных соединений в яблочных чипсах уменьшилось незначительно – на (2-4) %, а содержиние флавонолов и суммы катехинов и лейкоантоцианов на (9-28) %.

Диапазон активности воды изготовленных яблочных чипсов 0,330–0,365, характеризует высокие вкусо-ароматические свойства продукта из яблок сорта Вербное и стабильное сохранение качества при хранении.

С точки зрения сохранности витамина С, флавонолов и суммы катехинов и лейкоантоцианов в яблочных чипсах предпочтительными является низкотемпературные режимы с невысокой скоростью теплоносителя. Однако, анализ кривых сушки, результаты органолептической оценки и величины активности воды указывает на преимущество более жёстких режимов при сушке яблочных чипсов. Поэтому в качестве оптимального режима производства чипсов из яблок был выбран следующий: температура теплоносителя 80 °С, скорость 1 м/с.

Литература

1. Лыков, А.В. Теория сушки / А.В. Лыков. – М.: Энергия, 1968. – 470 с.
2. Гинзбург, А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А.С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 527 с.
3. Гинзбург, А.С. Технология сушки пищевых продуктов / А.С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 683 с.
4. Тутова, Э.Г. Разработка технологии и оборудования для сушки растительного сырья / Э.Г. Тутова [и др.] // Сб. науч. трудов «Тепло- и массоперенос» − Минск, 1994. − С. 66–72
5. Никитенко, А.Н. Исследование аминокислотного состава яблок белорусской зоны произрастания / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // Научные труды УПТ. Сер. Химия и микробиология пищевых продуктов.– Пловдив, 2010. – Т. LVII. – Сб. 2. – С. 91–97.
6. Пищевые и вкусовые продукты. Общие условия проведения органолептической оценки: СТ СЭВ 4710 – 84.–Введ. 01.01.1986. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.
7. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С: ГОСТ 24556–89. − Введ. 01.01.90. − М: Изд-во стандартов, 1990. − 20 с.
8. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош. – Л.: Агропромиздат, 1987.– 430 с.
9. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ и влаги: ГОСТ 28561–90. – Введ. 01.01.1990. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 14 с.
10. Никитенко, А.Н. Исследование активности воды в продуктах растительного происхождения / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // Труды БГТУ. Сер. IV. − Минск, 2010. − Вып. XVIII. − С. 257–262.

УДК 664.8/.9: 635. 646

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ КОНСЕРВІВ ІЗ БАКЛАЖАНІВ

Токар А.Ю., д-р с.-г. наук, доцент, Миронюк С.С., ст. викладач, Худік Л.М., магістр
Уманський національний університет садівництва, м. Умань

Наведено результати дослідження показників якості консервів з плодів баклажана, виготовлених за допомогою різних технологічних способів обробки сировини перед обжарюванням з метою зниження вмісту жиру в консервах.

Results of studying the indices of quality of canned egg plants produced according to different technologies of treatment of the raw material before flying with the aim to decrease the content of fat in the canned fruits are given.

Ключові слова: баклажани, консерви з баклажанів, β-каротин, аскорбінова кислота, якість, фізико-хімічні показники, харчова і дієтична цінність.

Завдяки своїм смаковим і поживним якостям баклажани і продукти їхньої переробки користуються стійким попитом у населення України. Дієтологи дають баклажанам високу оцінку серед інших овочів, оскільки вони є гарним дієтичним продуктом, мають високі біологічні якості та цінні лікувальні і профілактичні властивості. Тому можуть бути чудовою складовою овочевих консервів для дієтичного харчування, які виготовляються за типом закусочних консервів, але з урахуванням вимог до їжі для хворої людини (особливий підбір рецептур, забезпечення необхідної консистенції продукту) [1, 2].

Таким чином, перспективним напрямом є розробка нових рецептур консервів, які б забезпечували окремі групи населення країни повноцінними і якісними продуктами харчування.

Метою наших досліджень було удосконалення технології та розширення асортименту закусочних консервів із плодів баклажана зі зниженим вмістом олії та підвищення біологічної цінності за рахунок збільшення вмісту білків, вітамінів, мінеральних речовин.

Методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2006-2010 років у виробничій лабораторії Уманського консервного комбінату та в науково-виробничій лабораторії кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва.

Плоди баклажанів сортували, мили, видаляли плодоніжку, нарізали на кружальця товщиною 20 мм та обсмажували у лабораторному апараті з електричним обігрівом при температурі рослинної олії 130 °С протягом 5 хв.

Обсмажені баклажани відповідно до розроблених рецептур [3] фасували в попередньо підготовлені банки ІІІ–82–500, закупорювали та стерилізували.

Виготовляли овочеві закусочні консерви з баклажанів двох найменувань: «Баклажани смажені з часником» та «Баклажани смажені з солодким перцем». При цьому застосовували попередню обробку плодів баклажана перед обсмажуванням шляхом замочування у воді температурою 20 °С протягом 20 хв (перший і другий дослідні варіанти) та бланшування протягом трьох хвилин за температури води 80 °С (варіанти 3 і 4 відповідно). Контрольними зразками (контроль 1 і контроль 2) були консерви даних найменувань, виготовлені без використання попередньої обробки плодів баклажана.

Вміст компонентів хімічного складу та органолептичні показники якості консервів визначали за стандартними та загальноприйнятими методиками: масова частка (м. ч.) титрованих кислот (у перерахунку на яблучну кислоту) – титруванням 0,1н розчином NaOH за ГОСТ 25555; м. ч. аскорбінової кислоти – йодометричним методом; м. ч. сухих речовин – методом висушування до постійної маси за ГОСТ 28561; м. ч. хлоридів – аргентометричним (арбітражним) методом за ГОСТ 26186; м. ч. жиру – екстракційно-ваговим методом за ГОСТ 8756.21; м. ч. каротину у консервах – за ДСТУ 4305 : 2004; м. ч. золи – за ГОСТ 26929, у золі визначали вміст азоту та фосфору за удосконаленою методикою визначення цих елементів, розробленою доктором сільськогосподарських наук Г.М. Господаренком; м. ч. загального білка – множенням кількості азоту у консервах на коефіцієнт 6,25.

Дієтичну цінність консервів визначали за узагальненим показником якості у відсотках, розрахованим за вмістом аскорбінової кислоти, золи, білка, β-каротину.

Результати досліджень. Фізико-хімічні показники якості консервів наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 − Основні фізико-хімічні показники якості консервів з плодів баклажана

Дослідні варіанти консервів		Масова частка, %			
		сухих речовин	титрованих кислот*	хлоридів	жиру
Баклажани, смажені з часником	Контроль 1 (без обробки)	31,0	0,49	1,70	10,0
	Варіант 1 (замочування)	30,5	0,48	1,71	9,0
	Варіант 3 (бланшування)	30,0	0,47	1,69	8,6
Баклажани, смажені з солодким перцем	Контроль 2	30,0	0,48	1,68	10,2
	Варіант 2 (замочування)	29,7	0,48	1,69	8,7
	Варіант 4 (бланшування)	29,3	0,47	1,71	8,4
$НІР^{AB}_{05}$		0,15	0,02	0,03	0,39

*** –** у перерахунку на яблучну кислоту

Згідно з даними таблиці 1 видно, що фізико-хімічний склад консервів, виготовлених із застосуванням попередньої обробки сировини, дещо відрізняється від вмісту даних речовин у контрольних варіантах консервів. Вміст сухих речовин у консервах знижується при застосуванні попередньої обробки на 0,4 % в середньому за всіма варіантами, результати дисперсійного аналізу показують вагомий вплив обробки на даний показник.

Різниця вмісту титрованих кислот та хлоридів між дослідними варіантами консервів незначна (в середньому 0,01 та 0,02 % відповідно), що доведено дисперсійним аналізом даних ($НІР^{AB}_{05}$=0,02 та $НІР^{AB}_{05}$=0,03), тобто можна вважати, що попередня обробка сировини не впливає на масову частку даних компонентів у консервах.

Що стосується показника вмісту жиру у консервах, то різниця між дослідними варіантами та контролем на рівні 1,0 та 1,6 % для консервів «Баклажани смажені з часником» і 1,5 та 1,8 % - для консервів «Баклажани смажені з солодким перцем» є суттєвою і залежить від способу застосовуваної попередньої обробки (табл. 1). Крім того, дещо знижений вміст жиру внаслідок використання попередньої обробки сировини потенційно підвищує дієтичну цінність даних консервів.

У консервах було визначено також вміст інших компонентів хімічного складу. Результати досліджень наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 − Вміст компонентів хімічного складу у консервах із баклажанів

Дослідні варіанти консервів		Масова частка, %		Вміст, мг/100г	
		золи	загального білка	β-каротину	аскорбінової кислоти
Баклажани смажені з часником	Контроль 1 (без обробки)	1,30	0,58	0,06	4,6
	Варіант 1 (замочування)	1,21	0,57	0,06	3,7
	Варіант 3 (бланшування)	1,28	0,60	0,05	3,0
Баклажани смажені з солодким перцем	Контроль 2	1,35	0,55	0,41	18,2
	Варіант 2 (замочування)	1,30	0,54	0,40	16,9
	Варіант 4 (бланшування)	1,32	0,56	0,45	15,8
$НІР^{AB}_{05}$		0,02	0,02	0,36	0,20

За даними таблиці 2 видно, що більшу зольність мають консерви «Баклажани смажені з солодким перцем», ніж консерви іншого найменування, що, можливо, забезпечується більш різноманітним рецептурним складом даного виду консервів. Крім того, істотна різниця між значеннями даного показника (в середньому на рівні 0,5 і 0,4 %) спостерігається також між дослідними варіантами консервів обох найменувань. Вірогідність впливу обох факторів підтверджено результатом дисперсійного аналізу.

Склад золи, визначений нами (мг/100 г):

— контроль 1 – N – 0,0928; P – 46,5;
— варіант 1 – N–0,0912; P – 44,9;
— варіант 3 – N – 0,096; P – 45,1;
— контроль 2 – N – 0,088; P – 52,6;
— варіант 2 – N – 0,0864; P – 50,9;
— варіант 4 – N – 0,0896; P – 51,7.

Різниця між масовою часткою білка в межах дослідних варіантів (табл. 2) є незначною (в середньому 0,01 %), оскільки вміст білка у даних консервах в основному забезпечується багатим амінокислотним складом плодів баклажана, а спосіб обробки сировини не виявляє суттєвого впливу на зміну значень даного показника. У консервах «Баклажани смажені з часником» білка міститься в середньому на 0,03 % більше, порівняно із консервами «Баклажани смажені з солодким перцем», що, можливо, забезпечується більшим кількісним вмістом основної сировини у консервах першого найменування. Однак проведений дисперсійний аналіз не підтверджує цей факт.

Вміст β-каротину і аскорбінової кислоти у консервах «Баклажани смажені з солодким перцем» у середньому на 0,38 та на 13,2 мг відповідно більший, порівняно із консервами «Баклажани смажені з часником», що зумовлено насамперед присутністю такого складового компонента у рецептурі консервів, як перцю солодкого, який характеризується високим вмістом цих речовини у своєму хімічному складі [4]. Даний факт підтверджений результатами дисперсійного аналізу. Крім того, на залишковий вміст аскорбінової кислоти у консервах істотний вплив має також спосіб обробки плодів баклажана, що зумовлює швидке її руйнування внаслідок окислення при застосуванні процесу бланшування (див. табл. 2).

У таблиці 3 наведені результати дегустаційної оцінки консервів із плодів баклажана.

Таблиця 3 − Органолептична оцінка якості консервів із баклажанів за 30–ти бальною системою

Дослідні варіанти		Бальна оцінка				
		Зовнішній вигляд	Консистенція	Колір	Смак і запах	Загальна
Баклажани, смажені з часником	Контроль 1 (без обробки)	5,4	5,0	5,0	10,0	25,4
	Варіант 1 (замочування)	5,4	5,2	5,2	10,8	26,4
	Варіант 3 (бланшування)	5,6	5,4	5,4	11,2	27,6
Баклажани, смажені з солодким перцем	Контроль 2 (без обробки)	5,6	5,2	5,4	10,8	27,2
	Варіант 2 (замочування)	5,6	5,4	5,6	11,6	28,0
	Варіант 4 (бланшування)	5,8	5,6	5,6	12,0	29,0
$НІР^{AB}_{05}$		0,16	0,16	0,20	0,61	0,75

Дані таблиці 3 свідчать про те, що консерви обох найменувань, виготовлені із використанням попереднього замочування та бланшування плодів баклажана, мають дещо кращі показники органолептичної оцінки їхньої якості, порівняно із контролями. Так, дисперсійний аналіз обробки даних визначає істотний вплив попередньої обробки сировини та рецептури на такі показники якості готового продукту, як консистенція, колір, смак і запах консервів.

Смак і запах консервів першого і третього та другого і четвертого дослідних варіантів відзначені кращими оцінками завдяки зниженому вмісту у них жиру, а у варіантах 2 і 4 значення цього показника на рівні 11,6 та 12,0 бала відповідно забезпечувались ще й завдяки помірному поєднанню кислотності та цукру, а також запаху солодкого перцю, що надають даним консервам особливої гармонійності та різноманітності смаку. Найвищою загальною оцінкою (29,0 балів) відзначені консерви «Баклажани смажені з солодким перцем» із використанням попереднього бланшування баклажанів перед обсмажуванням (варіант 4).

Для встановлення повноцінної якісної характеристики кожного дослідного варіанту консервів нами проведена загальна оцінка згідно з узагальненим показником якості за вмістом біологічно активних речовин. Результати аналізу наведені у таблиці 4.

Таблиця 4 − Вміст біологічно активних складових у консервах із плодів баклажанів (у %)

Дослідні варіанти консервів		Біологічно активні складові				Узагальнений показник якості	Місце варіанта за дієтичною цінністю
		зола	білок	аскорбінова кислота	β-каротин		
Баклажани, смажені з часником	Контроль 1 (без обробки)	96,3	96,7	25,3	13,3	57,9	IV
	Варіант 1 (замочування)	89,6	95,0	20,3	13,3	54,6	VI
	Варіант 3 (бланшування)	94,8	100	16,5	11,1	55,6	V
Баклажани, смажені з солодким перцем	Контроль 2 (без обробки)	100	91,7	100	91,1	95,7	I
	Варіант 2 (замочування)	96,3	90,0	92,8	88,9	92,0	III
	Варіант 4 (бланшування)	97,8	93,3	86,8	100	94,5	II

Дані таблиці 4 показують, що найціннішим серед усіх дослідних варіантів є консерви «Баклажани смажені з солодким перцем», а саме – контроль 2 та другий і четвертий варіанти, які мають середній показник якості 95,7 та 94,5 і 92,0 % відповідно і переважають консерви «Баклажани смажені з часником» за вмістом біологічно цінних речовин на 38,0 % (в середньому за трьома варіантами).

Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено, що розроблені нами консерви «Баклажани смажені з часником» та «Баклажани смажені з солодким перцем» характеризуються високою якістю та харчовою і дієтичною цінністю за рахунок удосконалення процесу обсмажування баклажанів та вдалого поєднання складових компонентів рецептури. На ці консерви розроблено та затверджено технологічну інструкцію і ТУ У 15.3 – 05305810 – 002, вони впровадженні у виробництво на Уманському консервному комбінаті.

Література

1. Слєпцов Ю.В. Перець, баклажани, фізаліс / Слєпцов Ю.В. – К.: Вища школа, 2004. – 214 с.
2. Пилипчук Г. Баклажани – заслужено популярні / Г. Пилипчук // Медична газета України «Ваше здоров'я». – 2010. – №13.− С. 2-3.
3. Консерви. Закусочні страви. Технічні умови.: ТУ У 15.3 – 05305810 – 002. [Чинний від 2006-12-01].
4. Ярмольчук В.А. Перец и баклажаны – витаминные лидеры на наших полях / В.А. Ярмольчук // Настоящий хозяин. – 2006. – №1. – С.27-29.

УДК 628.166: 664.013

ПРОБЛЕМЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ОТРАСЛИ: РЕАГЕНТЫ, МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Тищенко В.Н., канд. техн. наук, доцент, Шалыгин А.В., ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Проведен обзор методов обеззараживания питьевой воды на предприятиях пищевой отрасли. Рассмотрены физико-химические свойства основных обеззараживающих реагентов при хлорировании воды и химизм их действия. Рассмотрены меры безопасности при их использовании. Отмечены предпочтения по их применению.

The review of the methods of the disinfection of drinking water at the enterprises of the food industry was made. The physicochemical properties of basic decontamination reagents at the chlorination of the water and

the chemistry of their actions have been abstained. The security measures when using them was researched. The preference for method's application has been reached.

Ключевые слова: обеззараживание воды, хлорирование воды, хлоропоглощаемость, реагенты хлорирования воды (дезинфектанты), хлор, гипохлорит натрия (ГХН), диоксид хлора (ДХ).

Цель работы: представить информацию о свойствах наиболее применяемых обеззараживающих реагентов при хлорировании, о современных методах их использования в технологии очистки воды.

Одной из актуальных проблем подготовки воды к использованию предприятиями в качестве технологической, наряду с получением питьевой воды в промышленных масштабах, рассматривают минимизацию микробиологической обсемененности исходной воды. Снижение содержания патогенной и условно-патогенной микрофлоры до нормируемых значений принято называть обеззараживанием. То есть, под обеззараживанием воды понимают мероприятия по уничтожению в воде бактерий и вирусов, вызывающих инфекционные заболевания.

Обеззараживание воды является профилактикой возможности передачи через воду нежелательных для организма человека микроорганизмов. Проблемой обеспечения качества водопроводной воды во всем мире является выбор технологии и безопасного варианта ее обеззараживания.

Наиболее распространенным методом обеззараживания воды в Украине и за рубежом является хлорирование, осуществляемое хлорсодержащими соединениями в активной форме [1 – 4]. Это объясняется высокой эффективностью, простотой используемого оборудования, дешевизной применяемого реагента - жидкого или газообразного хлора и относительной простотой обслуживания. Специальные хлораторные установки вводят хлор в воду, обеспечивая на водопроводных станциях полное обеззараживание воды. Хлорирование обеспечивает достаточно высокий бактерицидный эффект и эффект последействия.

Впервые обработка больших количеств воды хлором была применена в Германии в 1894 г. А.Траубе, который использовал в качестве реагента хлорную известь. Благодаря хорошим результатам хлорирование воды вскоре нашло применение в Западной Европе и США. Начиная с 1910 г. в Англии, Германии, США, а затем и во многих других странах дезинфекция воды хлорной известью заменяется обработкой газообразным хлором.

Статистический анализ способов обеззараживания воды в США приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Методы дезинфекции питьевых водных систем в США (процентное соотношение)

Дезинфектант	Крупные системы	Малые системы использования грунтовых вод	Малые системы использования поверхностных вод
Молекулярный хлор	84	61	82
Гипохлорит натрия	20	34	17
Гипохлорит кальция	1	5	9
Хлорамин	29	–	2
Озон	6	–	–
Ультрафиолет	–	–	–
Диоксид хлора	8	–	–

Источник: Работы Американской водной ассоциации 2000.

Примечание: Сумма может превышать 100 % по причине использования более 1 способа дезинфекции.

В России хлорирование впервые было применено в 1910 г. как принудительная мера во время эпидемии холеры в Кронштадте и брюшного тифа на Нижегородском ярмарочном водопроводе. Первоначально хлорирование производилось раствором хлорной извести. Первые опыты по применению газообразного хлора были осуществлены в 1917 г. на Петроградской водопроводной станции [4,5]. Широкое использование газообразного хлора для дезинфекции воды связано с появлением первых хлораторов отечественной конструкции [1,3].

Хлорирование воды – наиболее распространённый способ обеззараживания питьевой воды с применением газообразного хлора или хлорсодержащих соединений. В результате взаимодействия хлора с протеинами и аминосоединениями, содержащимися в оболочке бактерий и их внутриклеточном веществе, происходят окислительные процессы, химические изменения внутриклеточного вещества, распад структуры клеток и гибель бактерий и микроорганизмов

Основными реагентами при хлорировании являются газообразный и жидкий хлор, а также вещества, содержащие активный хлор: хлорная известь, гипохлориты, хлорамины, диоксид хлора и др. Во всех случаях расход реагентов рассчитывают на активный хлор. Под активным хлором хлорсодержащих соединений условно понимают количество газообразного хлора, соответствующее количеству кислорода, выделяемого этими соединениями. Наибольшее распространение получили газообразный хлор, хлорная

известь, гипохлориты, хлорамины [1, 5, 6, 7,]. При использовании названных реагентов следует принимать особые меры предосторожности.

Целесообразно уделить внимание ряду хлорсодержащих веществ, применяемых в качестве дезинфектантов.

Хлор (Cl_2) – ядовитый газ зеленовато-желтого цвета с резким удушливым запахом, в 2,45 раза тяжелее воздуха. Растворимость хлора в воде увеличивается с понижением температуры и повышением давления. При атмосферном давлении и температуре /+20 ^oC/ растворимость $C1_2$ составляет 7,29 г/л.

При низкой температуре и высоком давлении хлор сжижается. Плотность жидкого хлора при температуре /+15 ^oC/ равна 1426 кг/м^3. При нормальном давлении и температуре / – 34,5 ^oC/ жидкий хлор кипит. Газообразный хлор сжижается под давлением 0,575 МПа при температуре /+15 ^oC/. Для предотвращения испарения жидкий хлор хранится под давлением 0,6-0,8 МПа в баллонах или в бочках (контейнерах).

В нашей стране жидкий хлор выпускается промышленностью по ГОСТ 6718. Он содержит не менее 99,6 % Cl_2, не более 0,005 % треххлористого азота и не более 0,05 % влаги. Из других примесей наиболее вероятно присутствие серной кислоты и диоксида углерода.

Обеззараживающее действие хлора состоит в хлорировании и окислении веществ, входящих в состав протоплазмы клеток бактерий, в результате чего последние гибнут. Наиболее чувствительны к хлору бациллы брюшного тифа, дизентерии и холерные вибрионы [5]. Сложность состава природных вод и наличие в них широкого спектра органических и неорганических веществ, реагирующих с хлором, являются причиной того, что до настоящего времени эти сложные процессы комплексно оцениваются лишь суммарной характеристикой – величиной хлоропоглощаемости. Хлоропоглощаемостью воды (количеством хлора, необходимого для связывания содержащихся в воде органических соединений) определяют необходимую дозу используемого для дезинфекции вещества.

Бактерицидный эффект хлора в значительной степени зависит от его начальной дозы и продолжительности контакта с водой. Обычно на разрушение бактериальных клеток расходуется лишь незначительная часть вводимого в воду хлора. Большая часть его идет на реакции с различными органическими и минеральными примесями воды. К таким веществам относят водный гумус, продукты распада клетчатки и белковых веществ, соли двухвалентного железа, нитриты, аммиак и соли аммония, сероводород и др. Эти реакции протекают с различной скоростью и могут останавливаться на той или иной стадии в зависимости от концентрации хлора, pH и температуры воды и других факторов. В известной мере хлоропоглощаемость является показателем степени загрязнения воды органическими и некоторыми неорганическими (Fe2+, H_2S, SO_3^{2-}, $Na_2S_2O_3$ и др.) соединениями. Она зависит от концентрации этих загрязнений в воде, дозы хлора, времени взаимодействия, температуры, pH среды и других факторов.

Основными обеззараживающими веществами при использовании хлора являются Cl_2 , HClO, ClO^-.

Хлор взаимодействует с водой по реакции:

$$Cl_2+H_2O = HCl + HClO.$$

Часть хлорноватистой кислоты HClO диссоциирует с образованием гипохлоритного иона ClO^-.

$$HClO = H^+ + ClO^-$$

Другая ее часть при взаимодействии с находящимся в воде аммиаком образует моно- и дихлорамины:

$$HClO + NH_3 = NH_2Cl + H_2O$$

$$HClO + NH_2Cl = NHCl_2 + H_2O,$$

окисляет нитриты до нитратов, а сероводород – до элементарной серы или сульфатов

$$HNO_2 + HClO = HNO_3 + HCl$$

$$H_2S+HClO\rightarrow S+HCl+H_2O$$

$$H_2S+4HClO\rightarrow H_2SO_4+4HCl$$

Высокая степень обеззараживания воды достигается: для подземных вод – при дозе связанного хлора 1-2 мг/л и контакте 1-2 часа, для поверхностных вод – при дозе хлора 2-3 мг/л и контакте 3 часа. Показателем достаточности принятой дозы хлора служит наличие в воде остаточного хлора (остающегося от введенной дозы после окисления находящихся в воде веществ). Согласно требованиям ГОСТ 2874, концентрация остаточного хлора в воде перед поступлением ее в сеть должна находиться в пределах 0,3 – 0,5 мг/л.

Хлор чрезвычайно реакционноспособен (непосредственно соединяется со всеми металлами и многими органическими соединениями, титан горит в среде хлора) и ядовит. При взаимодействии хлора с органическими веществами возможны реакции окисления (гуминовых веществ, спиртов и др.) и замещения (хлорирование фенолов и др.). В связи с этим интересна подборка данных о физиологических реакциях, вызываемых хлором, приводимая в справочнике по водоподготовке фирмы “Дегремон”. Допустимая концентрация хлора в воздухе производственных помещений – 1 мг/м^3; ощутимый запах – 3,5 мг/м^3; раздражение горла – 15 мг/м^3; кашель – 30 мг/м^3; максимально допустимая концентрация при кратковре-

менном воздействии – 40 мг/м^3; опасная концентрация, даже при кратковременном воздействии – 40-60 мг/м^3; быстрая смерть – 1000 мг/м^3 [8, 9].

С точки зрения экологии наибольшую опасность представляет газообразный хлор. Это связано с тем, что хлор является ядовитым газом. ПДК его в воздухе составляет 0,001 мг/л. Он тяжелее воздуха и при утечке образует с парами воздуха зеленовато-бурый туман, который стелется в направлении ветра, затекая в различные сооружения. Аварии при работе с хлором могут привести к массовой гибели сотрудников водоочистных станций и жителей окрестных мест. Это один из недостатков, но существенный, использования хлора для обеззараживания [1]. Кроме того, следует больше внимания уделять профилактике возможных взрывов баллонов с хлором. Известно, что контейнер с жидким хлором может взорваться при нагревании (допустимая температура хранения и перевозки не должна превышать /+30 °С/), при ударе, при попадании внутрь воды. При подключении емкости с хлором к водоводу при помощи временного трубопровода и неконтролируемой подаче хлора давление в емкости может упасть ниже давления в водоводе, и вода попадает в емкость. При взаимодействии воды с жидким хлором выделяется эквивалентное количество соляной кислоты, которая вступает в реакцию с материалом емкости $6HCl+2Fe \rightarrow 2FeCl_3+3H_2\uparrow$.Выделяющийся водород увеличивает давление внутри емкости до тех пор, пока не произойдет взрыв из-за механического разрушения емкости.

Таким образом, хлорирование водоводов и сетей при помощи жидкого и газообразного хлора является опаснейшей операцией, и она должна быть тщательно подготовлена и проведена под руководством опытного специалиста.

Гипохлорит натрия (NaClO) –используется в виде водного раствора. Для целей водоподготовки разрешается применение гипохлорита натрия марки А по ГОСТ 11086, согласно которому содержание активного вещества должно составлять не менее 160 г/л. Однако, допускается потеря активности до 30 % в течении месяца. Как показывает практический опыт применения NaClO, его реальная концентрация составляет примерно 125 г/л

Гипохлорит натрия (ГХН) обладает достаточно большим бактерицидным действием. Его выпускают в виде раствора концентрацией 100-190 г/л, полученного хлорированием водного раствора гидроксида натрия в соответствии с ГОСТ 110. Непосредственно на очистных сооружениях его получают электролизом растворов поваренной соли. Авторы статьи [7] описывают производство низко концентрированного раствора гипохлорита натрия электролизом концентрированного хлорида натрия в проточном электрохимическом реакторе. Продуктами электролиза, наряду с ГХН, являются молекулярный хлор и раствор NaOH. Поэтому использование гипохлорита натрия для обеззараживания воды сопровождается излишним подщелачиванием и излишним подсаливанием. [10]. Образующийся при электролизе так называемый электролизный газ представляет собой взрывоопасную газовую смесь водорода, кислорода и хлора. Поэтому при использовании и хранении растворов гипохлоритов необходимы мощные вентиляционные установки. Наряду с этим, увеличение количества газообразного хлора в воде приводит к образованию агрессивного хлор-иона, что интенсифицирует процессы коррозии трубопроводов.

В отличие от вводимого в воду газообразного хлора, растворяющегося в воде с образованием кислоты, раствор ГХН имеет щелочную реакцию и может применяться для повышения уровня pH обрабатываемой воды. С изменением pH воды меняется соотношение между содержанием HClO и , ClO^-. С возрастанием pH увеличивается содержание ClO^-, обладающего меньшим бактерицидным действием, чем кислота [11]. Объясняется этот факт тем, что указанные соединения являются сопряженными кислотой и основанием и образуют метастабильную систему, способную генерировать ряд соединений и частиц, обладающих гораздо большим антимикробным действием, нежели HClO [12].

Обеззараживание воды хлорсодержащими реагентами, такими как гипохлориты натрия и кальция, хлорная известь менее опасно. Однако в этом случае возникает необходимость в увеличении объемов хранения и транспортировки реагентов в 3-5 раз, чем при использовании чистого хлора. Также во время хранения в реагенте уменьшается содержание хлора, так как происходит частичное разложение соединений с образованием, в частности ионов хлора. Растворы становятся коррозионно-активными, поэтому необходимы трубопроводы из нержавеющей стали или с антикоррозийным покрытием. При разложении ГХН, полученного хлорированием щёлочи, происходит кристаллизация поваренной соли. Кристаллизующаяся соль нарушает работу дозирующей техники. Кроме того, данный раствор гипохлорита натрия содержит 10-20 г/л щёлочи, за счёт которой происходит увеличение pH. Поэтому при обеззараживании воды с высокой долей карбонатной жёсткости образуется нерастворимый осадок гидроксидов на внутренних поверхностях трубопроводов. Наряду с этим, подщелачивание снижает эффективность иона гипохлорита. ГХН образует также побочные продукты дезинфекции, включая тригалометаны (в том числе хлороформ и бромоформ) и броматы в присутствии бромидов

Анализ многих источников, приведенных в данной работе, показывает, что использование гипохлоритов есть перспективный, хотя и не до конца изученный метод борьбы с авто- и аллохтонной патоген-

ной микрофлорой воды. Проблема обеззараживания воды гипохлоритами, несмотря на определенную степень нерешенности, по-прежнему остается насущной в силу острой дифференциации мнений её касающихся [13]. Вопрос химизма процессов, протекающих параллельно с обеззараживанием, определяет необходимость глубокого изучения ряда стадий химических превращений протекающих в воде

Хлорная известь $CaOCl_2$ – по ГОСТ 1692 содержит (32-35) % активного хлора и имеет влажность до 10%. Поставляют ее в деревянных бочках (50-275 л) или фанерных барабанах (50 и 100 л). Из-за реакции гидролиза и распада на свету, а также при воздействии углекислоты и паров воды, хлорная известь малостойкая (теряет (3–4) % активного хлора месяц).

В настоящее время в мире наблюдается тенденция к свертыванию производства хлорной извести в развитых странах и рост производства более качественных и устойчивых высокопроцентных твердых продуктов, в основном гипохлоритов натрия и кальция, содержащих 55–80% активного хлора [8, 9].

Диоксид хлора ClO_2 – ядовитый зелено-желтый газ, имеющий запах, напоминающий запах хлора и оксидов азота с молекулярным массой 67,5 а.е.м. и плотностью 3,09 г/л. При давлении 760 мм рт.ст. и охлаждении ниже 11°С сгущается в красно-коричневую жидкость с плотностью 1,635 г/см^3. При температуре – 59 °С эта жидкость затвердевает.

В мировой практике водоподготовки диоксид хлора (ДХ) получают в основном двумя методами: взаимодействием раствора хлорита натрия с хлором

$$2NaClO_2+Cl_2=2ClO_2+2NaCl;$$

или обработкой раствора хлорита натрия соляной кислотой

$$5NaClO_2+4HCl=2NaCl+4ClO_2+2H_2O.$$

Любая из электронных структур, которые представляют молекулу ДХ, имеет один неспаренный электрон, который резонирует между тремя атомами. Несмотря на это ДХ не проявляет заметной склонности к димеризации. Еще Льюис в 1916 г. отмечал, что нечетные молекулы встречаются заметно редко и всегда обладают парамагнитными свойствами. В газообразном состоянии ДХ является неустойчивым соединением и разлагается по цепному механизму при температуре/30 – 50 °С/. При температур выше 65°С или при контакте с органическими веществами – разлагается со взрывом.

$$ClO_2 = {}^1/_2Cl_2 + O_2 + 98{,}2 \text{ кДж}$$

Нижний концентрационный предел взрываемости в воздухе составляет 10 % [14].

Диоксид хлора хорошо растворяется в воде: при 18 °С и давлении 760 мм рт.ст. раствор содержит 108 г/л ClO_2. Однако хранить концентрированные растворы диоксида хлора чрезвычайно опасно в связи с их взрывоопасностью. Допускается хранение лишь 0,6 % раствора при температуре 25 °С и ниже.

В присутствии влаги газообразный ДХ постепенно превращается в смесь кислот HClO, $HClO_2$ $HClO_3$ $HClO_4$. В характерном для питьевой воды интервале pH = 6 – 9 ДХ остается в водном растворе и как молекулярно растворенный газ, так как константа равновесия реакции

$$ClO_2 + H_2O = HClO_2 + HClO_3$$

достаточно мала и составляет при 20 °С 1,2 10^{-7} [15].

ДХ имеет ряд преимуществ по сравнению с другими хлорсодержащими реагентами: более высокое дезодорирующее и обеззараживающее действие (в 1,6 раза больше, чем у хлора), отсутствие взаимодействия с аммиаком, разрушение фенолов без образования хлорпроизводных фенола, практически мгновенное окисление марганца и железа, отсутствие образования хлороформа при взаимодействии с природным гумусом. При этом дезинфицирующая способность ClO_2 не зависит от pH в интервале от 6 до 9, остаточная концентрация ClO_2 на уровне 0,35 мг/л вполне достаточна для поддержания водопроводной сети в хорошем санитарно-бактериологическом состоянии [14, 16].

Мировое производство хлорита натрия достигло 90 тыс.т/год, а двуокиси хлора – 250 тыс.т/год. В настоящее время двуокись хлора с большим успехом применяют на многих сотнях станций в США, Германии, Франции, Швейцарии и других стран. Среди станций, применяющих ClO_2, крупные водопроводные станции Берлина, Брюсселя, Тулузы, Цюриха и др [8, 9]. В США, Германии и др. странах длительный период работают специализированные фирмы, производящие хлорит натрия и генераторы диоксида хлора более 100 моделей, производительностью от 1 до 20000 кг/сут. [8, 9, 14].

Однако у этого реагента есть существенные недостатки. Авторами статьи [17] проведен эксперимент по использованию ДХ в качестве дезинфектанта воды на лабораторных животных (крысах). Результаты показали отрицательное влияния на репродуктивную функцию. К другим недостаткам этого реагента относится необходимость его приготовления на месте, а также необходимость контроля и удаления из воды остаточных хлоритов и хлоратов.

Подводя итоги проведенного аналитического обзора, следует обратить внимание на противоречивость и дискуссионность мнений по использованию реагентов при хлорировании воды. В то же время

выбор экологически безопасного и экономически целесообразного метода обеззараживания воды приобретает одну из самых насущных потребностей обеспечения нормальной жизнедеятельности человека.

Исследованиями последних лет показано, что высшие многоклеточные организмы, включая человека, синтезируют в особых клеточных структурах хлорноватистую кислоту и высокоактивные хлоркислородные соединения для борьбы с микроорганизмами и чужеродными субстанциями [10, 18, 19]. Этот природный механизм антибактериальной защиты функционирует во внутренней среде организма человека и животного на протяжении многих миллионов лет без каких-либо сбоев [10]. Самой Природой хлор избран защитником внутренней среды организма человека. Человеку остается найти оптимальный путь использования этого апробированного инструмента для обеспечения безопасности окружающего мира, в том числе и воды.

Применение молекулярного хлора требует специальных мер безопасности во время эксплуатации, перевозки и хранения. Хлорирование водоводов и сетей при помощи жидкого хлора является опаснейшей операцией, и она должна быть тщательно подготовлена и проведена под руководством опытного специалиста.

Хлорированию как методу обеззараживания воды присущи и другие недостатки. К ним относятся сложность транспортировки и хранения жидкого хлора, необходимость соблюдения многочисленных требований по ТБ, продолжительное время контакта для достижения обеззараживающего эффекта. Присутствие в воде некоторых химических веществ техногенного происхождения, например, синтетических ПАВ, может существенно снижать эффективность хлорирования [20].

Тем не менее, высокая бактерицидная эффективность и технологическая надежность делают метод хлорирования самым распространенным методом обеззараживания питьевой воды, как в нашей стране, так и за рубежом.

Литература

1. Кульский Л.А. Обезвреживание и очистка воды хлором, Из-во МКХ РСФСР. – М., 1974. – 256 с.
2. Whilock E.A. – Water and Water Eng., 1953, 57, 683, – P 12-20.
3. Кульский Л.А. Новые данные о технике очистки и обеззараживания воды хлором. Изд-во МКХ УССР. – К., 1946. – С. 345-354.
4. Кульский Л.А. Улучшение качества питьевой воды. Изд-во АН УССР. – К., 1946. – 237 с.
5. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – К.: Наукова думка, 1971. – 494 с.
6. Пуликовский К.Б., Кутьин Н.Г., Селезнёв Г.М. и др. Пути повышения промышленной и экологической безопасности объектов водоподготовки и водоотведения ЖКХ // Безопасность труда в промышленности. 2007. № 5. С. 3 – 7.
7. Селезнёв Г.М., Лыков С.М., Буракова Ю.В. и др. Новые технологии и оборудование для дезинфекции воды – альтернатива хлору // Безопасность труда в промышленности. 2007. № 2. С. 64 – 66.
8. http://www.arista.com.ua.
9. http://superfilter.ru/index.php?Page=hlor_water
10. Бахир В.М. К проблеме поиска путей повышения промышленной и экологической безопасности объектов водоподготовки и водоотведения ЖКХ // Водоснабжение и канализация. 2009. № 1. С. 56 – 62.
11. Faust S.D., Aly O.M. Chemistry of water treatmen, 2nd Edition, Lewis Publishers, L., NY, W. D. C., 1998.
12. Краснобородько И.Г. Деструктивная очистка сточных вод от красителей. Л.: Химия, 1988. 193 с.
13. Бахир В.М. Дезинфекция воды гипохлоритами – преступная безграмотность или грамотная преступность. Тез. докладов. на конф. Вода в пищевой промышленности. Одесса, 2010. – С. 49 – 50.
14. Петренко Н.Ф., Мокиенко А.В. Диоксид хлора: применение в технологиях водоподготовки. Одесса: Optimum, 2005. – 486 с.
15. Haas C.N. Engtebrecht R.S. Physiological alterations of vegetative microorganisms resulting from chlorination//J.Water Pollut. Control Fed.–1980.–№ 52.–P.1976–1989.
16. http://www.aqua-vit.ru/stati/obezzarazhivanie_vody/index.php
17. Chlorite and Clorate in drinking water. Background document for development of WHO GuideLines for Drinking-water Quality. World Health Organization, 2004.
18. Лопатк5ин Н.А., Лопухин Ю.М. Эффективные методы в медицине. М.: Медицина, 1989. 352 с.
19. Арчаков А.И., Карузина И.И. Окисление чужеродных соединений и проблемы токсикологии. Вестник АМН СССР. 1998. № 1. С. 14 – 28.
20. Мазаев В.Т., Ильницкий А.П., Шляпкина Т.Г. Руководство по гигиене питьевой воды и питьевого водоснабжения. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. – 320 с.

УДК 628.161:[66.081.2:661.183.2]:613.3

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЧАЙНИХ НАПОЇВ

Коваленко О.О., д-р техн. наук, доцент, Безусов А.Т., д-р техн. наук, професор,
Вєтров Д.І., аспірант, Постол Н., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті представлені результати досліджень впливу технологічних параметрів і умов проведення процесу сорбційного очищення води активованим вугіллям на фізико-хімічні та органолептичні показники води та чайних напоїв, виготовлених на її основі.

In the article are presented results of research influence of work's technological parameters of the stage of sorption water treatment by an absorbent carbon on physical-chemical and sensual indexes of water and tea drinks, prepared on it's base.

Ключові слова: напої, водопідготовка, сорбційне очищення, показники якості води і напоїв.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. У виробництві напоїв важливим технологічним етапом є процес водопідготовки, оскільки вода становить значну частину готового продукту. Речовини, що містяться у воді, при певних умовах взаємодіють з інгредієнтами напою, повністю або частково нейтралізуючи їх, сприяючи змінам фізико-хімічних та органолептичних показників, випадінню осаду чи помутнінню напоїв, погіршенню стійкості тощо [1]. Слід зазначити, що характер таких змін встановлений для безалкогольних напоїв, виготовлених із використанням фруктово-ягідної сировини та призначених для тривалого зберігання. Тому існують нормативні документи, які регламентують вимоги до якості води, що використовується у виробництві зазначених напоїв. А ось даних щодо впливу якості води на якість напоїв на основі чайної сировини не встановлено. Хоча ці напої, як свіжовиготовлені так і тривалого зберігання, користуються зростаючим попитом у населення і відносяться до групи функціональних напоїв, завдяки чому широко використовуються в закладах громадського та лікувально-профілактичного харчування. Тому дослідження, спрямовані на вдосконалення технологій водопідготовки у виробництві функціональних напоїв на основі чайної сировини є актуальними.

На підприємствах, де виготовляють напої, найчастіше використовується вода з мережі централізованого водопостачання або артезіанських свердловин. Наші попередні дослідження [2-5], виконані на зразках водопровідної води м. Одеси, показали що найкращі органолептичні показники якості мають зразки чайних напоїв, виготовлені на воді, яка перед використанням піддавалася послідовній обробці на механічних фільтрах та сорбційному очищенню активованим вугіллям (АВ). А от застосування в схемі водопідготовки процесів пом'якшення та знесолення води, особливо шляхом зворотного осмосу, негативно відображається на смаку і ароматі напоїв [6-7]. Для формування рекомендацій щодо раціональних технологічних параметрів і умов здійснення визначених для технології водопідготовки процесів необхідно детально дослідити вплив різних факторів цих процесів на показники якості напоїв.

Формування мети статті (постановка завдань). Ефективність процесу сорбційного очищення води визначається хімічним складом вихідної води, характеристиками АВ, взятого для використання, та технологічними параметрами процесу. У результаті очищення води на активованому вугіллі змінюється не лише її хімічний склад, а й покращуються органолептичні показники. Це, в свою чергу, впливає і на показники якості напою, виготовленого з використанням такої води. Оскільки хімічний склад води залежить від джерела водозабору, пори року, технології попередньої водопідготовки, а вимоги до якості функціональних напоїв визначаються наявністю в них тих чи інших цінних компонентів, то й умови обробки води на активованому вугіллі слід визначати в кожному випадку окремо. Тому метою досліджень, результати яких представлені в даній статті, було визначення впливу умов проведення сорбційного процесу очищення води (м. Одеса, з мережі централізованого водопостачання, весняний період) на якість свіжовиготовлених функціональних чайних напоїв: дослідження впливу різних видів АВ, температури води, а також витрат і тиску води на вході в систему очищення на зміну показників якості вихідної води (вміст вільного залишкового хлору і вміст органічних сполук, визначений через перманганатну окиснюваність) та показників якості функціональних напоїв (масову частку розчинних речовин, титровану кислотність, масову концентрацію цукрів, вміст вітаміну С та дубильних речовин, органолептичні показники).

Виклад основного матеріалу досліджень. Для визначення впливу технологічних режимів і умов процесу сорбційного очищення води на якість води та якість функціональних напоїв використовували експериментальну установку, що складається з ємності для вихідної води, насосної станції, двох механічних фільтрів, напірного фільтру із стаціонарним шаром вугілля, ємностей для збору очищеної води, вимірювальних та регулювальних приладів. На рисунку 1 наведено зовнішній вигляд модуля експериментальної установки, в якому здійснювали сорбційне очищення води. Цифрам на рисунку 1 відповідають такі елементи стенду: 1 – обвідний кран; 2 – крани для включення/виключення фільтру; 3 – манометр; 4 – лічильник витрати води; 5 – кран для відбору проби води до фільтра; 6 – ємність для змінних картриджів з фільтруючим матеріалом; 7 – кран для відбору проби води після фільтра. Видалення механічних домішок із вихідної води здійснювали послідовно на механічному фільтрі тонкого очищення (тип Honeywell Braukmann FF06) з розміром нижніх/верхніх пор 95/100 мкм та механічному фільтрі з поліпропіленового волокна з розміром пор 20 мкм. В якості адсорбенту використовували зразки гранульованого та пресованого АВ, які застосовуються на практиці для очищення питної води. Особливістю пресованого АВ є більш розвинена система пор з питомою поверхнею мікропор до 1500 $м^2/г$ та висока механічна міцність. А використання пресованого АВ з включенням іонів срібла, перешкоджає розвитку мікрофлори у фільтрувальному матеріалі. Порошкове АВ не використовували, оскільки згідно з літературними даними, при його застосуванні можливе потрапляння в очищену воду вугільного пилу, який у прозорих готових напоях є причиною утворення небажаного осаду. Крім того, здійснення процесу сорбції на такому виді АВ вважається менш ефективним через утворення каналів, по яких вода минає більшу частину сорбенту, а також через складність реактивації вугілля [7]. Характеристику зразків АВ, використаних в експериментальних дослідженнях у даній роботі, наведено в таблиці 1.

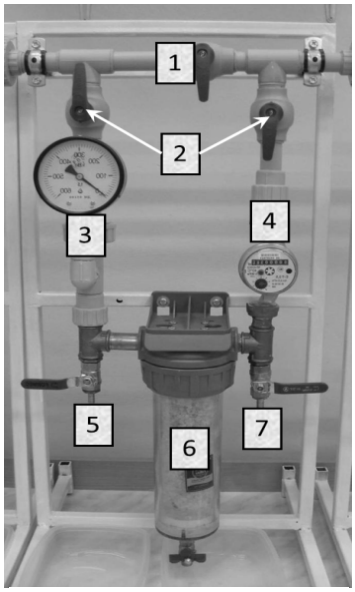


Рис. 1 – Модуль сорбційного очищення води

Таблиця 1 – Характеристики зразків АВ, використаних у дослідженнях

Марка	Серія	Вид матеріалу	Пористість, мкм
Aquafilter	FCCBL	Пресоване спечене	3
Pentek	GAC	Гранульоване	20
Гейзер	СВС	пресоване, із шкаралупи кокоса, з іонами срібла	0,6 мкм

В експериментальних дослідженнях отримання зразків очищеної води різної якості здійснювали при певній сукупності технологічних параметрів, які в свою чергу змінювали в таких межах: температуру вихідної води (t, °С) – від 5 до 40°С; витрати води (Q, л/хв) – від 1,5 до 7,5 л/хв; тиск води на вході в систему очищення (p, кПа) – від 10 до 50 кПа.

В якості функціонального напою використовували напій на основі листя зеленого чаю та соку лимона. Вибір саме такої сировини пов'язаний з тим, що напої на її основі дуже популярні серед населення завдяки своїм унікальним властивостям. Адже відомо, що основні складові зеленого чаю – катехіни, які належать до групи дубильних речовин, мають антивірусні та імунозахисні властивості. А лимонний сік містить багато калію, глюкози, фруктози, які в поєднанні з вітаміном С сприяють зміцненню стінок дрібних кровоносних судин і підвищенню їхньої еластичності.

Приготування функціонального напою здійснювали за такою технологією: зразок підготовленої води об’ємом 1 л нагрівали до температури 80°С і додавали до суміші з 6 г зеленого листового чаю та 50 г цукру. Протягом наступних трьох хвилин напій охолоджували до 50°. Охолоджений напій фільтрували і у фільтрат додавали 15 г лимонної цедри та 15 мл лимонного соку.

Показники якості вихідної та очищеної води, а також напоїв аналізувалися за методиками, наведеними в чинних нормативних документах. Для порівняння результатів досліджень також виготовляли та аналізували контрольний зразок напою. Для цього використовували воду з мережі централізованого водопостачання, яку перед використанням для приготування напою попередньо не очищували на механічних фільтрах та активованому вугіллі.

Результати експериментальних досліджень представлені у вигляді діаграм. Деякі з результатів наведено на рисунках 2 – 4. Позначення режимів обробки вихідної води на рисунках 2 – 4 відповідають певним сукупностям технологічних параметрів, які представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Технологічні режими сорбійного очищення води

Режим	Тип АВ	*t*, °С	*Q*, л/хв	*p*, кПа	№	Режим	Тип АВ	*t*, °С	*Q*, л/хв	*p*, кПа
С5-1,5	FCCBL	5	1,5	10	10	G21-1,5	GAC 10	21	1,5	10
С5-3		5	3	20	11	G21-3		21	3	20
С5-7,5		5	7,5	50	12	G21-7,5		21	7,5	50
G5-1,5	GAC 10	5	1,5	10	13	С40-1,5	FCCBL	40	1,5	10
G5-3		5	3	20	14	С40-3		40	3	20
G5-7,5		5	7,5	50	15	С40-7,5		40	7,5	50
С21-1,5	FCCBL	21	1,5	10	16	G40-1,5	GAC 10	40	1,5	10
С21-3		21	3	20	17	G40-3		40	3	20
С21-7,5		21	7,5	50	18	G40-7,5		40	7,5	50

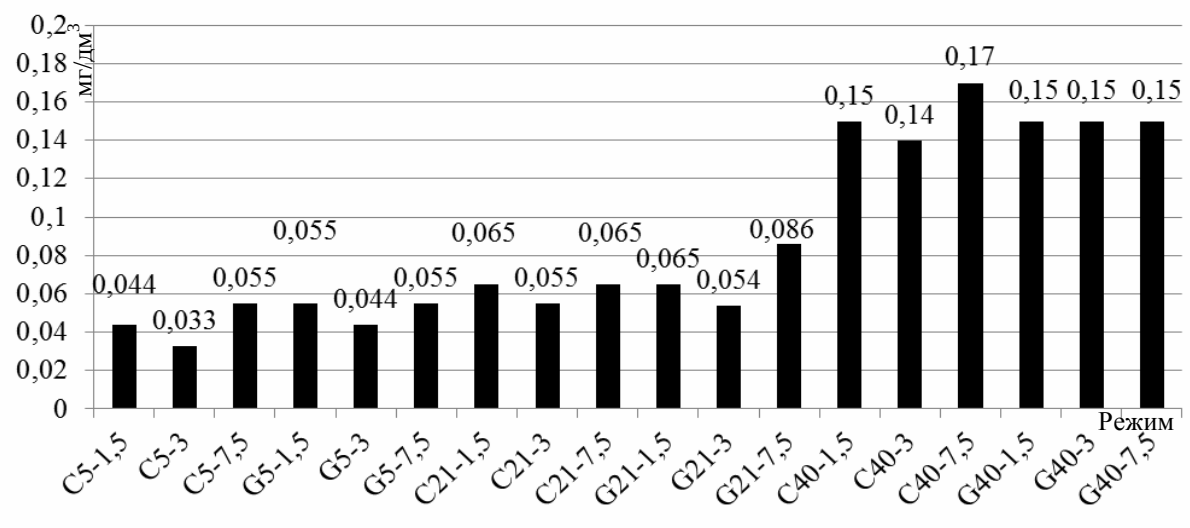


Рис. 2 – Вміст вільного залишкового хлору в зразках води, очищеної на активованому вугіллі при різних технологічних режимах, мг/дм^3 (у контрольному зразку води вміст вільного залишкового хлору – 0,4 мг/дм^3)

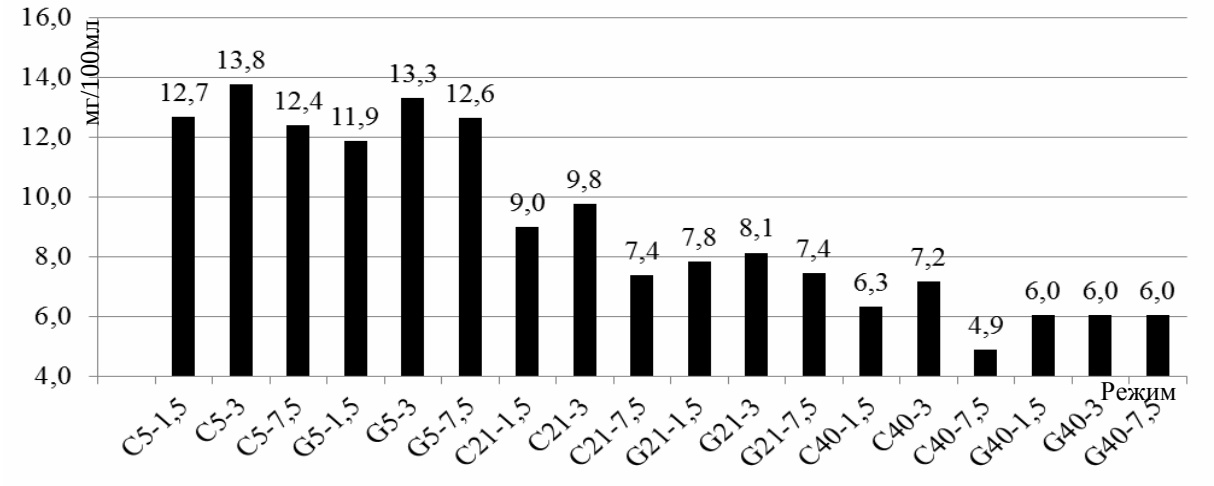
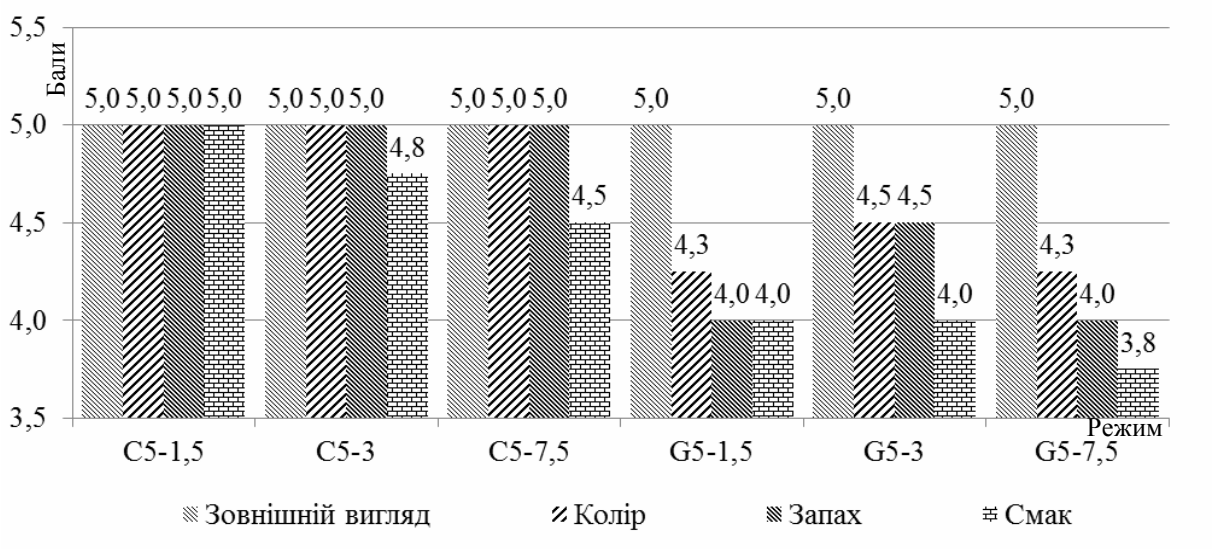
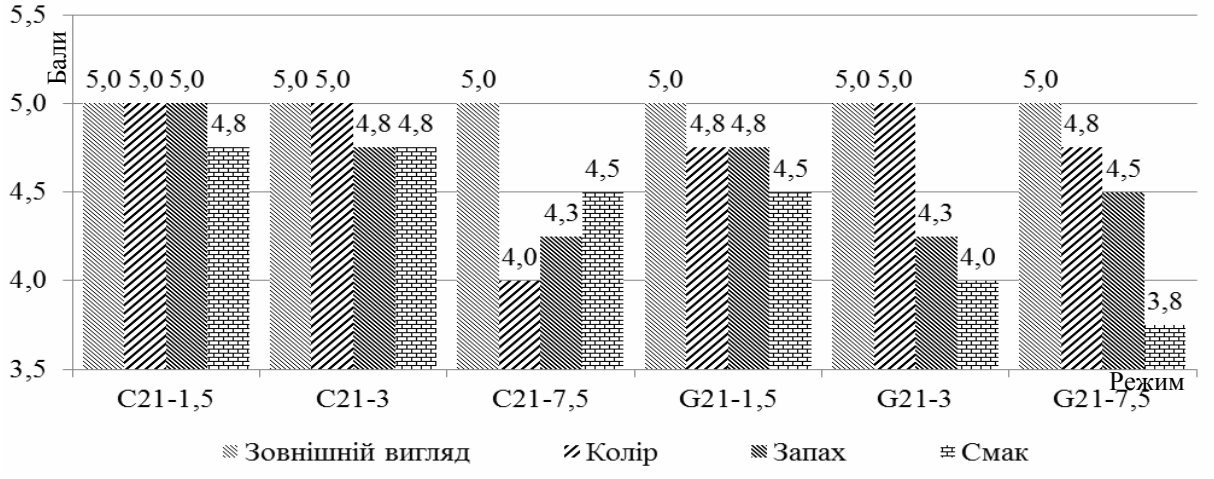


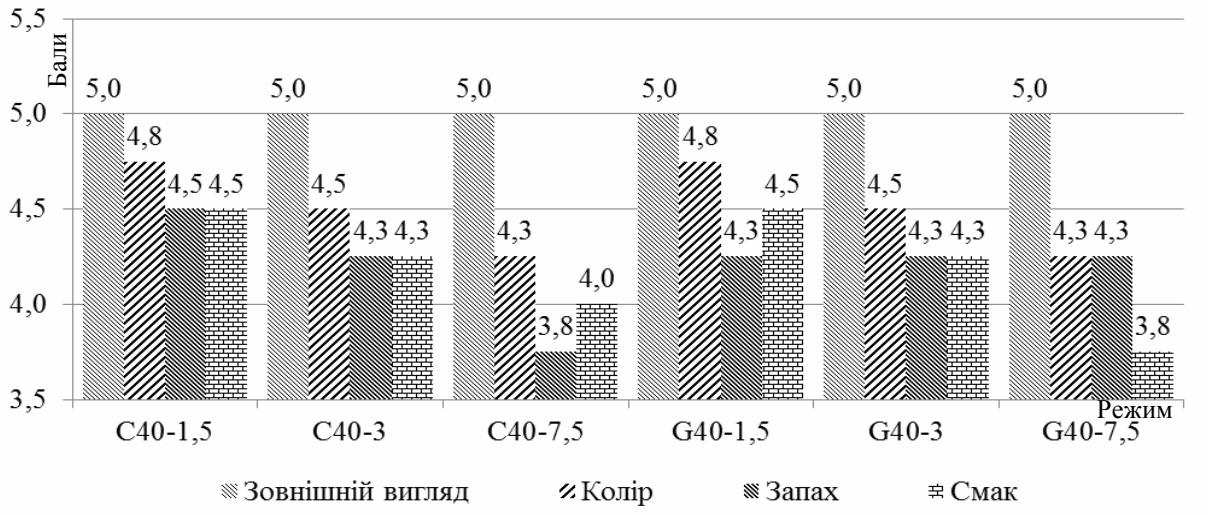
Рис. 3 – Вміст вітаміну С у напоях, виготовлених на воді, сорбційно очищеній при різних технологічних режимах, мг/100мл (у контрольному зразку напою вміст вітаміну С – 6,4 мг/100мл)



а)



б)



в)

Рис. 4 – Результати органолептичної оцінки напоїв, виготовлених на воді, очищеній на АВ при різних технологічних режимах
а) *t* =5 °С; б) *t* = 21 °С; в) *t* =40 °С

Аналіз отриманих результатів дозволив виявити такі закономірності:

— вміст вільного залишкового хлору в зразках води, очищених на активованому вугіллі, зменшується з зниженням температури вихідної води (при незмінних витратах і тиску води). Так, у зразках води, очищених при температурі 5 °С, вміст вільного залишкового хлору в (3…3,5) рази є нижчим, ніж у зразках, очищених при температурі 40 °С (рис. 2). Пояснюється це послабленням сил міжмолекулярної взаємодії з підвищенням температури. На вміст вільного залишкового хлору в зразках води також впливають витрати води. Так, за постійної температури вміст зазначеного компонента в зразках очищеної води є тим більший, чим більші витрати води. Такі залежності характерні для обох видів АВ і не суперечать закономірностям адсорбційних процесів, наведених в літературних даних. Щодо впливу виду АВ на якість води, тут слід зазначити, що суттєвої різниці в значеннях вмісту досліджуємого компоненту в зразках води, обробленої при аналогічних режимах, але на різних типах вугілля, на даному етапі досліджень не виявлено;

— вплив температури і витрат води на зміну вмісту у воді органічних речовин у процесі очищення її на АВ є менш суттєвим, ніж у випадку із вільним залишковим хлором. Можливо, це пов'язано з більш відчутною зміною розчинності газів у розчинах при зміні їхньої температури (зменшення розчинності газу при підвищенні температури розчину). Не виявлено також чіткого впливу використаних типів АВ на ефективність вилучення з води органічних сполук;

— вид вугілля та технологічні параметри проведення процесу сорбційного очищення води практично не впливають на значення таких показників якості свіжовиготовлених напоїв, як масова частка розчинних речовин, масова концентрація цукрів та титрована кислотність;

— вміст вітаміну С та дубильних речовин в свіжо виготовлених чайних напоях залежить від технологічних режимів очищення води на АВ. Більш вираженим є їх вплив на вміст вітаміну С. Так, напої, виготовлені з використанням води, очищеної при більш високій температурі і більших витратах, характеризуються меншим вмістом вітаміну С (рис. 3). Слід зазначити, що вміст цього компонента в напої чітко корелює із вмістом залишкового хлору у воді, використаній для його приготування. Чим більше у воді вільного залишкового хлору, тим менше вітаміну С у напої. Тобто залишковий хлор, який потрапляє у напій із водою, спричиняє окиснення аскорбінової кислоти, і тим самим погіршує функціональні властивості готового продукту. Щодо впливу виду АВ, то можна відзначити, що серед зразків АВ, використаних у дослідженнях, кращі результати із збереження вмісту вітаміну С в напоях отримані на зразках № 1 та 2 (табл. 2). У напоях, де використовувалась вода, очищена на зразку АВ №3, вміст цього компонента був найменшим;

— органолептичний аналіз зразків напоїв показав, що технологічні режими і тип вугілля зовсім не впливають на зовнішній вигляд напоїв та не суттєво впливають на їхній колір. Більш вираженим є вплив умов сорбційного очищення води на їхній запах і смак (рис. 4). При цьому кращі результати отримані для напоїв, які очищували на АВ видів №1 та 2 (табл. 2) при температурах плюс 5 та 21 °С. Гіршими були смак і запах у напоях, де використовувалась вода, яка пройшла обробку на АВ №3 (табл. 2). Та найгіршими виявилися всі органолептичні показники у напоях, що були виготовлені з використанням води, яка взагалі не доочищувалась перед використанням. Контрольний зразок напою отримав 5 балів за зовнішній вигляд, 4 – за колір, 2,5 – за запах та 3,3 – за смак.

Висновки за результатами досліджень та перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Узагальнюючи результати виконаних досліджень, можна відзначити, що технологічні режими обробки води на активованому вугіллі чинять вплив на показники якості функціональних напоїв. Однак на даному етапі досліджень сформулювати рекомендації щодо найбільш раціональних умов такої обробки ще не можна, оскільки в ряді дослідів отримані суперечливі результати. Вважаємо, що це пов'язане зі впливом на процес обробки води не врахованих факторів (наприклад, змінний хімічний склад вихідної води протягом періоду виконання досліджень; наявність у воді значної кількості компонентів, які також чинять вплив на показники якості напоїв та інше). Тому для вирішення зазначеної проблеми надалі планується виконати ряд уточнювальних досліджень із використанням модельних зразків вихідної води, які будуть характеризуватися стабільністю хімічного складу та вмістом лише декількох компонентів.

Література

1. Шуманн Г. Безалкогольные напитки: сырье, технологии, нормативы [Текст] ; перевід с нем. вид. Профессия; – С.Пб.: Профессия, 2004. – 280 с. – ISBN: 5-93913-063-1.
2. Ветров, Д.И. Экспериментальные исследования влияния технологии водоподготовки на качество безалкогольных напитков [Текст]/ Д.И. Ветров, О.С.Набатова, Т.Э.Тараненко, А.С.Чайникова// Зб. наук. праць молодих учених, аспір. та студ., том 1 – Одеса: ОНАХТ, 2010. – С. 208 - 209.

3. Коваленко, О.О. Вплив технології водопідготовки на якість води та напоїв, виготовлених на її основі [Текст]/О.О.Коваленко, Д.І.Вєтров, Л.П.Ремінна, Н.А.Постол//наук-виробн. журнал «Харчова наука і технологія», №3(12)2010, с.73-76.
4. Коваленко, О.О. Дослідження впливу якості питної води на якість функціональних напоїв [Текст] / О.О. Коваленко, Д.І. Вєтров // Матеріали І міжгалуз. наук.-практ. конф., 14-15 жовт. 2010 р., м. Донецьк; М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського; редкол.: Садєков А.А. (голова оргком.) [та ін.]. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2010. – С.78.
5. Коваленко, О.О. Вода, яка використовується для приготування напоїв у закладах громадського та лікувально-профілактичного харчування [Текст] / О.О. Коваленко, Д.І. Вєтров // Тези доповідей Всеукр. науково-практич. конф «Сучасні проблеми техніки та технології харчових виробництв, ресторанного бізнесу та торговлі», 18.11.2010; редкол. : О.І.Червенко [та ін.]; – Харків: ХДУХТ, 2010. – С. 63 – 64
6. Шобингер, У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / пер. с нем. под общ. науч. ред. А.Ю. Колесникова., Н.Ф. Берестеня и А.В.Орещенко. – СПб.: Профессия, 2004. – 640 с.
7. Рябчиков, Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования [Текст] / Борис Евгеньевич Рябчиков. – М.: Де Ли принт, 2004. – 301 с. – ISBN -5-94343-066-0.

УДК 536.6 : 542.936

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ СТАНУ ВОДИ В ХАРЧОВИХ РОСЛИННИХ МАТЕРІАЛАХ НА ТЕПЛОТУ ВИПАРОВУВАННЯ

Дмитренко Н.В., Дубовікова Н.С., Снєжкін Ю.Ф., д-р техн. наук, професор,
Михайлик В.А., канд. техн. наук, ст. наук. співр., Декуша Л.В., канд. техн. наук, ст. наук. співр.,
Воробйов Л.Й., канд. техн. наук, ст. наук. співр.
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

У статті наведені результати дослідження зміни стану води в паренхімних тканинах яблука, картоплі та часнику в процесі сушіння та впливу цих змін на теплоту випаровування води. Показано, що від початку зневоднення відбувається збільшення питомої теплоти випаровування води, завдяки збільшенню вмісту зв'язаної води у волозі, яка видаляється.

The article contains the results of changes of water in the parenchyma tissue of apple, potato and garlic in the process of drying and the impact of these changes on the heat of evaporation of water. Also in this article are shown that from the beginning of dehydration the specific heat of vaporization of water is increased due to increased content of bound water in the moisture that is removed.

Ключові слова: сушіння, паренхімні тканини, зв'язана вода, теплота випаровування.

Зростання виробництва сухих харчових концентратів та харчових порошків, викликане розвитком харчової промисловості, потребує підвищення якості продукції та ефективності виробництва шляхом удосконалення технології сушіння, що потребує більш глибокого вивчення процесів переносу вологи в об'єктах зневоднення. Оскільки істотне збільшення енергетичних затрат на сушіння звичайно пов'язують з утрудненням видалення вологи з матеріалу, кінетика якого обумовлена рухливістю молекул води та енергією їх взаємодії з іншими молекулами, метою нашої роботи було дослідити зміни у стані води паренхімних тканин яблука, картоплі та часнику в процесі сушіння та вплив цих змін на питому теплоту випаровування води з них.

Відомо, що в паренхімних тканинах плодів залежно від виду, умов вегетації та зберігання знаходиться від 20 до 95 % води, одна частина якої виступає в ролі розчинника, утворюючи сік, інша – утримується полімерами м'якоті. Прийнято вважати, що в біологічних об'єктах, у тому числі й рослинних тканинах, вода перебуває у двох станах, в одному – вона має властивості, що схожі з властивостями чистої води (вільна або замерзаюча), інший – виникає внаслідок гідратації – енергетично вигідної взаємодії з макромолекулами біополімерів, молекулами та іонами клітинного соку (зв'язана або незамерзаюча) [1]. Утруднення сушіння та збільшення енергозатрат пов'язують з початком процесу видалення зв'язаної води. Оскільки протягом тривалого часу традиційно вважали, що в перший період процесу сушіння видаляється виключно вільна вода, а кількість зв'язаної води при цьому залишається незмінною, дослідна перевірка цього припущення завжди була важливою як з наукового, так і практичного погляду [2, 3].

Для вивчення стану води паренхімних тканин яблука, картоплі та часнику було використано диференційну сканувальну калориметрію (ДСК) та методику, що базується на властивості зв'язаної води не зазнавати фазового переходу першого роду при охолодженні нижче 0 °С. Якщо систему, що містить як вільну, так і зв'язану воду, піддати в калориметрі охолодженню і наступному нагріванню, то на кривій нагрівання буде відображено ендотермічний пік плавлення тільки вільної води, кількість якої можна визначити з площі піку [4]. Масу зв'язаної води вираховують шляхом віднімання маси вільної води від загальної маси води в зразку.

В роботі використовували тонкі (~ 1 мм) зрізи паренхімної тканини яблука сорту «Делікатес», бульб картоплі сорту «Дніпрянка» та зубків часнику. Для отримання зразків заданої вологості нативні тканини піддавали конвективному сушінню при температурі теплоносія, що не перевищувала 70 °С. Проведені досліди показали, що в процесі зневоднення відбуваються зміни фракційного складу води в тканинах, причому характер цих змін залежить від виду рослини (рис. 1). До граничного вологовмісту, який визначає межу між станами тканини, що містить вільну воду та без неї, відносна кількість зв'язаної води в матеріалі беззупинно зростає, і лише після подолання граничного вологовмісту починає видалятися лише зв'язана вода. В нативних тканинах кількість вільної та зв'язаний води співвідноситься приблизно як 6:1. Рівність між фракціями досягається при вологості близько 50 % для яблука, близько 42 % для картоплі та 35% для часнику.

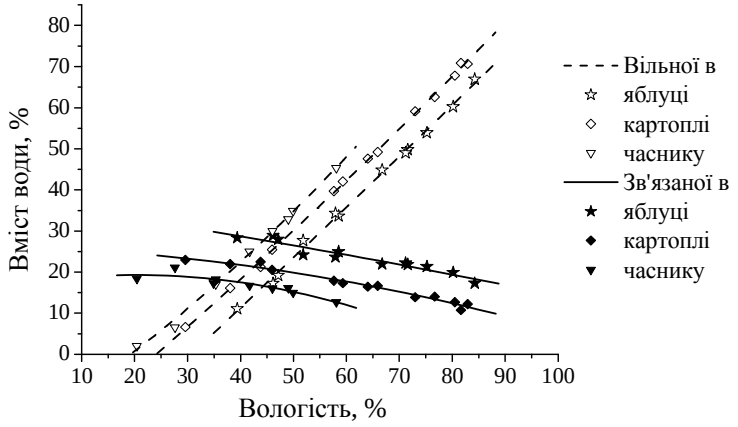


Рис. 1 – Залежність фракційного складу води в паренхімних тканинах яблука, картоплі та часнику від вологості

Проте, якщо виразити вміст зв'язаної води через відношення її кількості до маси сухих речовин (питомий вміст зв'язаної води, або водоутримувальна здатність) та представити її в залежності від вологості матеріалу, то побачимо (рис. 2), що, незважаючи на перерозподіл фракційного складу води на користь зв'язаної, питомий її вміст при сушінні зменшується. При цьому ступінь зменшення залежить від виду рослин. Водоутримувальна здатність паренхімних тканин помітно зменшується в ряді яблуко > картопля > часник.

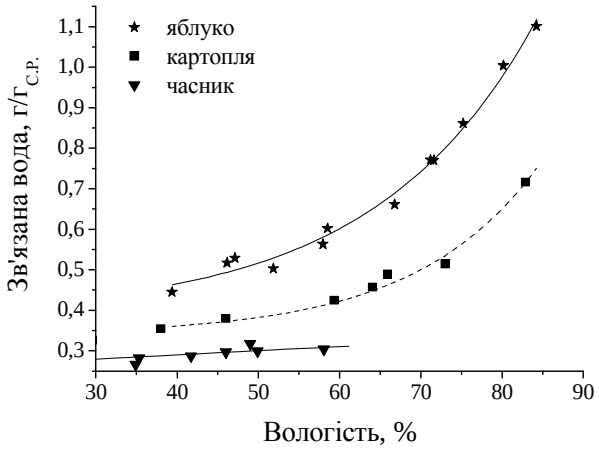
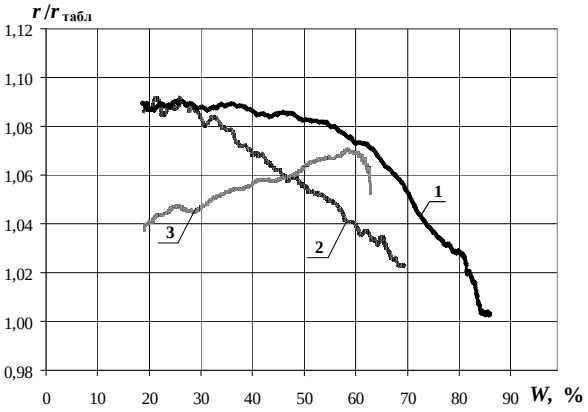


Рис. 2 – Зміна питомого вмісту зв'язаної води в паренхімних тканинах яблука, картоплі та часнику при зневодненні

Проте, при розрахунках енергетичних витратрат на сушіння використовують значення питомої теплоти випаровування води, незважаючи на зміну водоутримувальної здатності матеріалу під час сушіння. Звичайно для цього використовують дані, які були отримані для умов випаровування чистої води з вільної поверхні [5]. Практика ж сушіння цілого ряду складних природних матеріалів указує на істотну відмінність реальних значень теплоти, що витрачається на випаровування води, від розрахункових.

Для дослідження теплоти випаровування леткого компонента з цілого ряду хімічно складних речовин та матеріалів у процесі сушіння Інститутом технічної теплофізики НАН України було розроблено прилад синхронного термічного аналізу, який поєднує в собі можливості калориметрії і термогравіметрії – диференціальний мікрокалориметр випаровування ДМКВ-1 [6, 7]. Прилад служить для визначення питомої теплоти випаровування чистих рідин, розчинників з розчинів, рідин з матеріалів із твердою фазою в процесі ізотермічного сушіння в діапазоні від 40 до 105 °С. ДМКВ-1 було використано нами для дослідження питомої теплоти випаровування води з паренхімних тканин яблука, картоплі та часнику в процесі сушіння при 60 °С задля виявлення наявності впливу на неї водоутримувальної здатності тканин.

Отримані в ході дослідів значення питомої теплоти випаровування води r приведені до табличних $r_{табл}$ [5] і представлені у вигляді залежностей безрозмірного параметра $r/r_{табл}$ від поточного значення відносної вологості зразка W (рис. 3). Як бачимо з рисунка, величина теплоти випаровування близька до табличного ($r/r_{табл}$=1) лише на самому початку сушіння і лише для яблука, яке має досить велику початкову вологість (~ 88 %). Майже одразу після прогріву зразка спостерігається зростання $r/r_{табл}$, що не тільки підтверджує наявність залежності питомої теплоти випаровування від водоутримувальної здатності тканин, але й дає уявлення про порядок величини зростання та характер її змін під час сушіння. Для зразків картоплі (початкова вологість ~ 78 %) та часнику (початкова вологість ~ 67 %) зафіксувати момент можливого співпадання експериментальних та табличних значень питомої теплоти випаровування води не вдалося.



1 – яблуко; 2 – картопля; 3 – часник

Рис. 3 – Залежність приведеної питомої теплоти випаровування води з паренхімних тканин від вологості при 60 °С

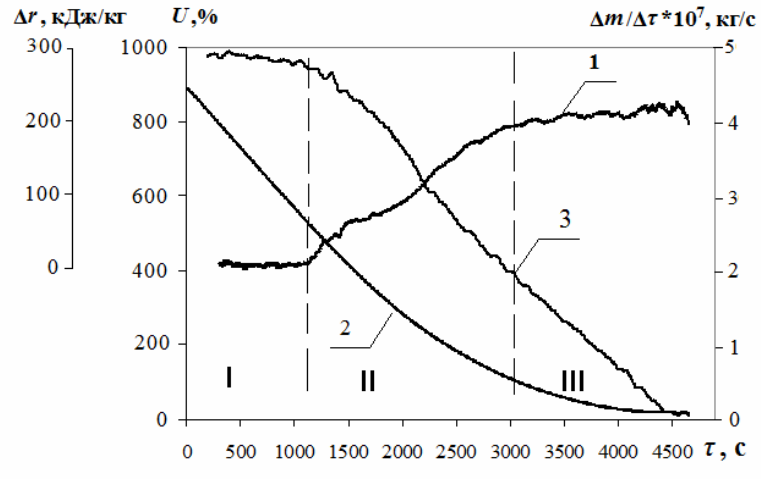
Для аналізу отриманих результатів були зіставлені криві кінетики й енергограми сушіння. Результати наведено на рис. 4 (а, б, с), де зображено криві сушіння в координатах вологовміст – час ($U - \tau$), криві швидкості втрати маси ($\Delta m/\Delta\tau$ – τ) і енергограми сушіння ($\Delta r - \tau$). Δr – різниця між експериментальними величинами питомої теплоти випаровування води і табличними значеннями в тих самих умовах. Це дозволило визначити періоди сушіння, зіставити їх з етапами змін теплоти випаровування води та прояснити ситуацію, що складається на початковому етапі сушіння в короткий проміжок часу, коли експериментально складно відокремити теплоту, витрачену на випаровування води, від теплоти, що витрачена на прогрів матеріалу.

З рис. 4 (а) бачимо, що перший (**I**) період сушіння тканин яблука до вологовмісту U ~ 550 % (W ~ 85 %) є періодом з практично постійною швидкістю сушіння (крива 3). У цьому періоді не спостерігається змін теплоти випаровування води, експериментально отримане її значення дорівнює питомій теплоті випаровування води з поверхні чистої рідини (крива 1).

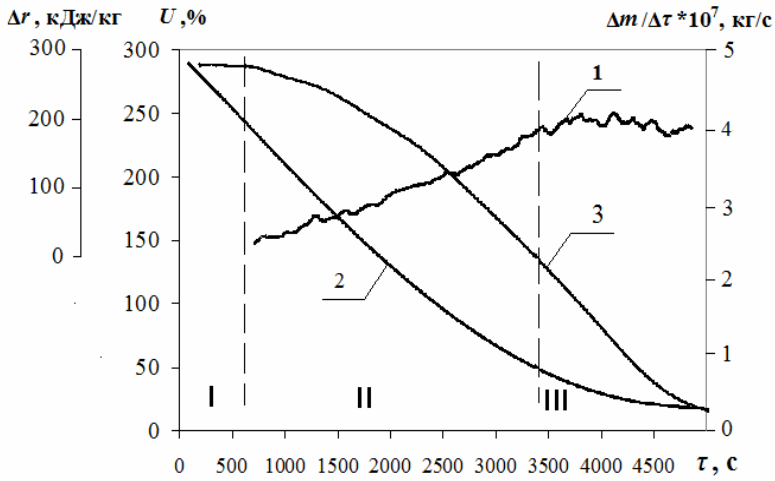
На енергограмах сушіння картоплі та часнику, як видно з рис. 4 (b) та 4 (c), у зв'язку із швидкоплинністю процесу сушіння і неможливістю експериментально відокремити теплоту випаровування від теплоти, витраченої на прогрів матеріалу, відсутні дані Δr першого (**I**) періоду. Хід кривої зміни швидкості сушіння часнику (рис. 4 (c), крива 3) свідчить, що на першому етапі сушіння тканин часнику відбувається різке зрістання теплоти випаровування води до значення (2357,7 кДж/кг), яке перевищує табличне майже на 7 %.

У другому (**II**) періоді сушіння паренхімних тканин яблука та картоплі реєструється значне зменшення швидкості сушіння та істотне зростання теплоти випаровування. Можна припустити, що зростання теплоти випаровування води (до ~ 9 %) у цьому періоді пов'язане з розвитком деградації структури органічних полімерних комплексів. Більш різке та значне зростання питомої теплоти випаровування води з яблука обумовлене додатковими витратами теплоти на видалення води, зв'язаної молекулами розчинних вуглеводів [6 – 9]. Це підтверджують і результати, представлені на рис. 1 та 2. Зростання питомої теплоти випаровування води з тканин яблука та картоплі обумовлене зростанням відносної частки енер-

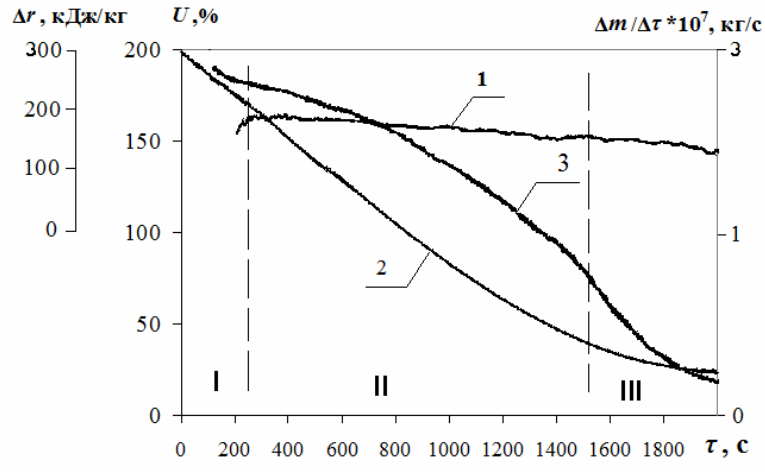
гії, яка витрачається на видалення зв'язаної води, в загальному балансі теплоти, необхідної для випаровування вологи.



a)



b)



c)

Рис. 4 – Криві сушіння (1), швидкості сушіння (2) та енергограми сушіння (3) паренхімних тканин яблука (a), картоплі (b) та часнику (c) при 60 °C. Періоди сушіння позначені римськими цифрами

У третьому (**III**) періоді сушіння яблука та картоплі бачимо майже лінійне зниження швидкості сушіння та значне зменшення приросту теплоти випаровування, обумовленого поступовим заглибленням поверхні випаровування та зменшенням загальної кількості зв'язаної води.

Значне зростання питомої теплоти випаровування води (можливо, не тільки води) з паренхімних тканин часнику на початку сушіння, та подальше поступове її зменшення не мають ґрунтовних пояснень і потребують додаткових досліджень. Можна лише виказати припущення, що цей факт пов'язаний з специфічним хімічним складом часнику та можливим утворенням на поверхні зрізу зразків плівки, яка визначає кінетику та енергетику випаровування.

Висновки

Проведені експериментальні дослідження підтвердили теоретичне припущення про наявність залежності питомої теплоти випаровування води з паренхімних тканин рослин від вихідного значення їх вологості під час сушіння.

Загальний приріст питомої теплоти випаровування води з паренхімних тканин яблука та картоплі в порівнянні з табличними величинами становить ~ 9 %, а характер залежності її від вологості корелює з динамікою зміни стану вільної та зв'язаної води при сушінні [8 – 11].

Отримані результати дозволяють стверджувати, що при зневодненні досліджених рослинних тканин істотне зростання енергозатрат настає вже у другому періоді сушки.

Аналіз енергограм і кривих сушіння показав співпадання періодів кінетики сушіння з етапами змінення теплоти випаровування.

Література

1. Д. Симатос, М. Фоур, И. Бонжур, М. Коуч. Применение дифференциального термического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии при изучении воды в пищевых продуктах / Вода в пищевых продуктах. Под ред. Р.Б. Докуорта. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – С. 156-170.
2. Михайлик В.А. Калориметрические исследования сахаров и сахаросодержащих материалов // Промышленная теплотехника. – 1998. – Т. 20, № 1. – С. 25-31.
3. Михайлик В. А., Давыдова Е.О. Исследование состояния воды в сахаросодержащем растительном сырье при его обезвоживании // Промышленная теплотехника. – 2000. – Т. 22, № 5-6. – С. 50-54.
4. Деодар С., Лунер Ф. Измерение содержания связанной (незамерзающей) воды методом дифференциальной сканирующей калориметрии / Вода в полимерах. Под ред. С. Роуленда. – М.: Мир, 1984. – С. 273-287.
5. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. Изд. второе, дополненное и переработанное. – М.: Наука, 1972. – 720 с.
6. Патент України № 84075 МПК G01N 25/26, G01N25/28. Калориметричний пристрій для визначення питомої теплоти випаровування вологи і органічних рідин з матеріалів /Снєжкін Ю.Ф., Декуша Л.В., Дубовікова Н.С., Грищенко Т.Г., Воробйов Л.Й., Боряк Л.А. – Заявка № а200613266 від 15.12.2006.
7. Дубовикова Н.С., Снежкин Ю.Ф., Дмитренко Н.В., Боряк Л.А. Прибор синхронного термического анализа для определения удельной теплоты испарения / Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки материалов : Материалы международного научно-технического семинара, Воронеж, 11-13 мая 2010 года. – Воронеж: ГОУ ВПО «ВГЛТА», 2010. – С. 529-531.
8. Михайлик В.А., Давыдова Е.О., Манк В.В. Исследование гидратации сахарозы методом низкотемпературной сканирующей калориметрии // Термодинамика органических соединений. – Горький, 1989. – С. 76–80.
9. Михайлик В.А., Давидова О.О., Манк В.В. Дослідження гідратації D-глюкози та D-фруктози / Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості: Матеріали Шостої міжнародної науково-технічної конференції, Київ, 19–21 жовтня 1999 р. – У 3 ч. – К.: УДУХТ, 2000. – Ч.1. – С. 106.
10. Михайлик В.А. Применение термических методов исследования в решении научных и производственных задач энергоэффективности. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій / Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2007. – Вип. 31, – Т.1. – С. 170-177.
11. Снєжкін Ю.Ф., Михайлик В.А., Дмитренко Н.В. Динаміка зміни стану води в паренхімних тканинах рослин при сушінні // Промышленная теплотехника. – 2011. – Т. 33, № 2. – С. 21-26.

УДК 536.6:628.1.032:547.458.61

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВОДИ В КРОХМАЛЬНИХ СУСПЕНЗІЯХ ТА КЛЕЙСТЕРАХ

Грабовська О.В., д-р техн. наук, професор, Парняков О.С., магістр
Національний університет харчових технологій,
Михайлик В. А., канд. техн. наук
Інститут технічної теплофізики НАН України

Методом диференціальної сканувальної калориметрії визначено вміст зв'язаної води в системі крохмаль-вода для різних видів крохмалю при зміні концентрації рідкої фази та в процесі клейстеризації.

The content of bound water in starch-water system, for different types of starch, by changing the concentration of liquid phase and in the process of gelation was determined by the method of differential scanning calorimetry

Ключові слова: калориметрія, крохмаль, клейстер, зв'язана вода.

У харчовій промисловості України широко використовуються різні види природного та модифікованого крохмалю. Для промислового виробництва крохмалю використовують різну крохмалевмісну сировину. Крохмале-патокова промисловість України переробляє на крохмаль та крохмалепродукти в основному кукурудзу та картоплю. Кукурудза належить до зернової сировини, що містить (85 – 87) % сухих речовин (СР), у бульбах картоплі масова частка сухих речовин становить лише 25 %, тому умови формування зерен крохмалю в цих рослинах принципово різні.

В залежності від сировини, з якої було вилучено крохмаль, він поділяється за типом кристалічності на три типи: А, В, С. Формування того чи іншого типу кристалічної структури зумовлено умовами вирощування сировини. Крохмаль типу А зустрічається у злакових культурах і відрізняється щільним пакуванням полісахаридів у крохмальному зерні. Крохмаль типу В вилучають з рослин ряду бульбових, він містить значно більшу кількість молекул води, половина з яких з'єднана з біополімером водневими зв'язками. Тип С – форма кристалічності крохмалю, яка рідко зустрічається у деяких рослинах.

Крохмаль різного типу відрізняється не тільки розміром та формою зерен, а й фізико-хімічними властивостями, серед яких – здатність до набухання та утворення клейстерів при нагріванні у воді. Серед природних видів крохмалю найбільше водопоглинання та в'язкість при відносно низьких температурах клейстеризації демонструє картопляний крохмаль.

Проте не завжди нативний крохмаль може задовольнити потреби як виробника, так і споживача, тому все частіше в харчовій промисловості використовують різні види модифікованого крохмалю.

Застосування різних способів обробки (фізичних, хімічних, біологічних) щодо природного крохмалю дозволяє істотно змінити його будову і властивості, до яких належать: гідрофільність (зокрема, здатність розчинятися в холодній воді), здатність до клейстеризації і драглеутворення, стійкість до нагрівання, впливу кислот, лугів. Модифікований крохмаль все більше привертає увагу спеціалістів харчової промисловості, що розробляють нові за складом і формою продукти харчування. Проводяться роботи з розроблення технологій нових видів модифікованого крохмалю, які дозволяють замінити агар, агароїд, гуміарабік, каррагінан, желатину, пектин. У якості структуроутворювачів найбільш широко використовують окиснений крохмаль [1, 2].

У технологіях одержання харчових продуктів з використанням крохмалю та крохмалепродуктів важливу роль відіграє процес гідратації. Від стану води в продукті, а саме від вмісту зв'язаної води, залежать його фізико-хімічні та органолептичні властивості. Тому все більше в лабораторіях наукових центрів світу займаються дослідженням гідратації біополімерів з використанням сучасних методів та методик.

Метою роботи було експериментальне визначення вмісту зв'язаної води в системі крохмаль-вода за участі різних видів крохмалю при зміні концентрації рідкої фази та в процесі клейстеризації.

Зважаючи на те, що термодинамічний метод, яким є диференціальна сканувальна калориметрія (ДСК), є найбільш інформативним та точним у визначенні стану води в біологічних об'єктах, ми застосували його для вивчення процесу гідратації крохмалю.

Методика визначення стану води у вологовмісних системах методом ДСК базується на властивості зв'язаної води не замерзати при охолодженні до температури рідкого азоту [3]. Визначивши теплоту фазового переходу з ДСК-кривих нагрівання охолодженої суспензії та знаючи ентальпію плавлення вільної води, розраховували її кількість. За різницею між загальним вмістом води та замерзаючою її часткою визначали кількість незамерзаючої води в системі [4].

Для дослідження були взяті зразки картопляного, кукурудзяного крохмалю, окисненого пероксидом водню картопляного крохмалю за участю каталізатора $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ та окисненого картопляного крохмалю, отриманого в електромагнітному полі надвисокої частоти (НВЧ). Перед визначенням вмісту зв'язаної води у крохмалі різної вологості його спочатку заливали водою у співвідношенні один до десяти і залишали при 5 °С на 24 години. Зразок вологого крохмалю поміщали в чашку калориметричного контейнера, де при кімнатній температурі підсушували до заданої вологості. Після цього контейнер герметично закривали і розміщували у калориметрі. Охолоджений до -150 °С зразок нагрівали зі швидкістю 4 К/хв, реєструючи ДСК-криві плавлення вільної води.

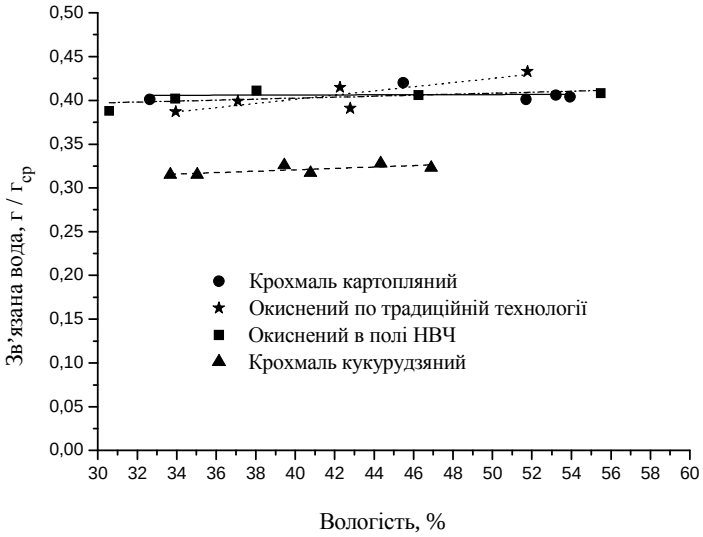


Рис. 1 – Залежність питомого вмісту зв'язаної води від вологості зразків нативного і окиснених крохмалів

Визначивши масу зв'язаної води у зразках, розрахували її питомий вміст у залежності від вологості крохмалю (рис. 1). З рисунка видно, що питомий вміст зв'язаної води в дослідженому інтервалі вологовмісту не залежить від вологості картопляного крохмалю, в той час як кукурудзяний крохмаль виявляє незначну залежність при значно меншій спроможності зв'язувати воду. Криві для нативного картопляного крохмалю та окисненого у полі НВЧ майже співпадають і вміст зв'язаної води в них не залежить від вологості, в той час як для окисненого традиційним способом крива має нахил, тобто вміст зв'язаної води зростає із зростанням вологості зразка. Це можна пояснити тим, що внаслідок деструкції полісахаридних ланцюгів, яка відбувається поряд із окисненням, характер міжмолекулярних взаємодій змінюється, зростає кількість активних гідрофільних груп у молекулах, що призводить до збільшення частки зв'язаної води при зростанні вологості зразка. Тобто, окиснений крохмаль, отриманий традиційним способом, зазнав більше деструктивного впливу реагентів, ніж отриманий із застосуванням поля НВЧ, який за дослідними даними близький до нативного крохмалю.

Вміст зв'язаної води в крохмалі, який містить ще й вільну воду, можна розрахувати, використовуючи одержані аналітичні рівняння, що апроксимують залежності, представлені на рис. 1:

— для картопляного

$$M_{кар} = 0{,}405 + 3{,}929 \cdot 10^{-5} \cdot W \qquad (1)$$

— для кукурудзяного

$$M_{кук} = 0{,}289 + 8{,}037 \cdot 10^{-4} \cdot W \qquad (2)$$

— для окисненого за традиційною технологією

$$M_{от} = 0{,}306 + 0{,}0239 \cdot W \qquad (3)$$

— для окисненого в полі НВЧ

$$M_{НВЧ} = 0{,}380 + 5{,}631 \cdot 10^{-4} \cdot W \qquad (4)$$

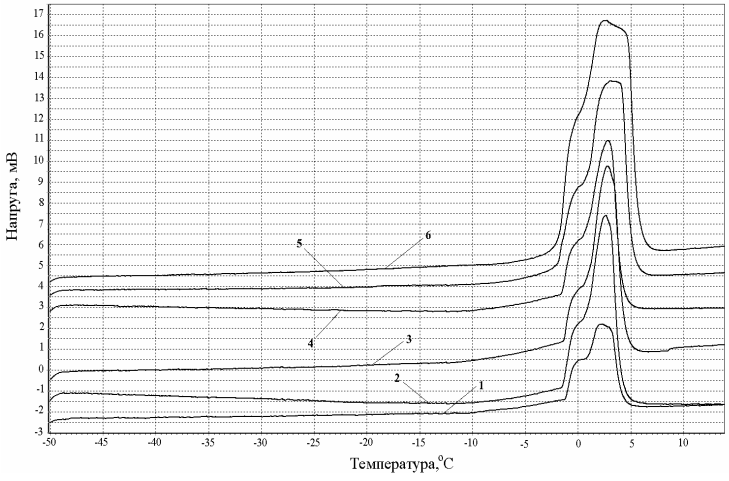


Рис. 2 – ДСК-криві плавлення вільної води в суспензії картопляного крохмалю, витриманого 15 хв при температурі: 1 – 18; 2 – 30; 3 – 40; 4 – 50; 5 – 60; 6 – 70 °С

Значення граничного вологовмісту, що визначає межу, за якою в системі відсутня вільна вода, для нативних картопляного (0,40 г води/г СР) та кукурудзяного (0,31 г води/г СР) крохмалів розрахували, використовуючи рівняння, одержані шляхом апроксимації залежностей питомої теплоти плавлення води Q (Дж/ г СР) від вологовмісту U [4]:

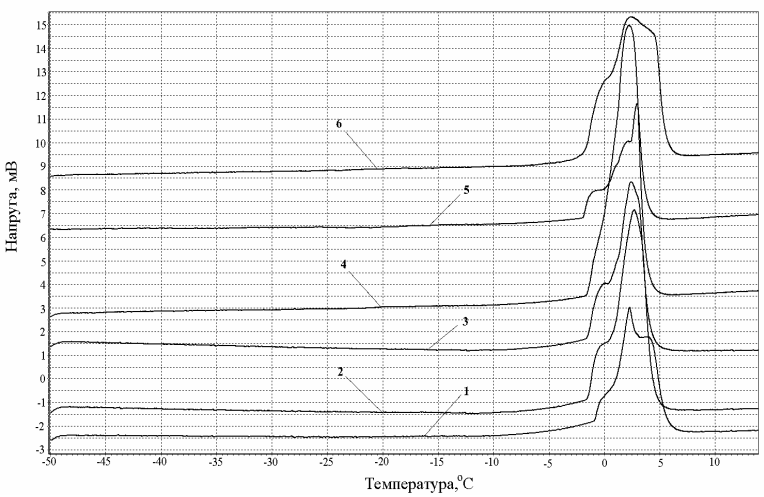


Рис. 3 – ДСК-криві плавлення води в суспензії кукурудзяного крохмалю, витриманого 15 хв при температурі: 1 – 20; 2 – 30,5; 3 – 40; 4 – 50; 5 – 60; 6 – 70 °С

— для картопляного

$$Q_{кар} = -0{,}132 + 0{,}3293 \cdot U \qquad (5)$$

— для кукурудзяного

$$Q_{кук} = -0{,}102 + 0{,}3260 \cdot U \qquad (6)$$

Дослідження зміни вмісту зв'язаної води в процесі клейстеризації проводили у крохмальних суспензіях з вихідною концентрацією твердої фази 10 %, які попередньо витримували (12-15) годин при кімнатній температурі (18-20 °С). Після витримки протягом 15 хв у термостаті при постійному перемішуванні за однієї з температур: 30, 40, 50, 60 та 70 °С, одержаний продукт охолоджували до кімнатної температури, відбирали зразок, закривали його в герметичний контейнер і одразу поміщали в калориметр. Отримані ДСК-криві плавлення води в суспензіях всіх видів крохмалю (рис. 2 та 3) мають специфічну форму, яка відрізняється від ДСК-кривих плавлення води в паренхімних тканинах рослинного походження та в розчинах вуглеводів [4-6]. Плавлення розпочинається при -11 °С та спостерігається у вигляді практично лінійного наростання потужності теплопоглинання до характерної точки, яка з ростом температури обробки суспензій помітно зміщується в бік низьких температур (рис. 2, криві 1-4 та рис. 3, криві 1-5). Після досягнення цієї точки потужність теплопоглинання різко зростає. З початком процесу клейстеризації картопляного (криві 5 та 6, рис. 2) та кукрудзяного (крива 6, рис. 3) крохмалю змінюється форма ДСК-кривих, характерна точка зникає. З лінійного зростання теплопоглинання воно перетворюється в експоненціальне, що віддзеркалює зміну в структурі суспензії – формування однорідності, характерної для клейстеру.

Низька температура плавлення крохмальних суспензій, ймовірно, пов'язана із розташуванням води в порах крохмальних зерен, причому повільне наростання теплопоглинання з ростом температури може бути наслідком плавлення води в порах різного розміру.

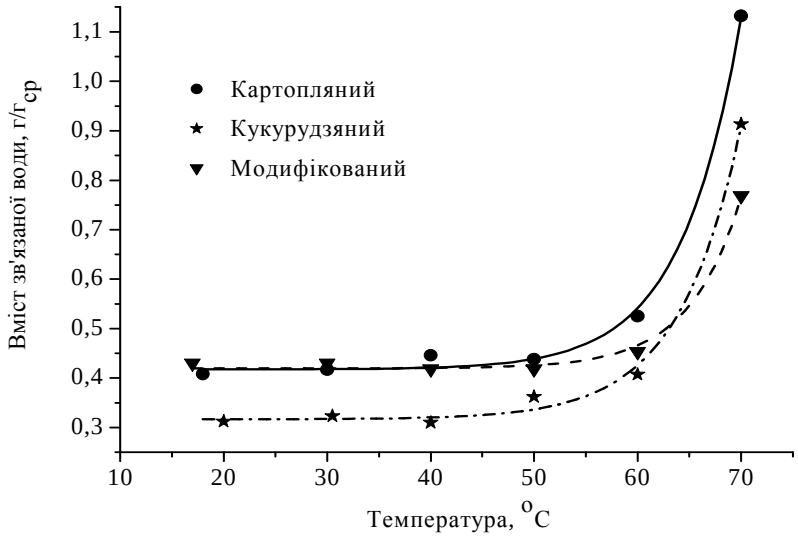


Рис. 4 – Зміна вмісту зв'язаної води у суспензіях різних видів крохмалю в процесі клейстеризації (вміст твердої фази у вихідних суспензіях – 10 %)

За експериментальними даними побудовані залежності питомого вмісту зв'язаної води від температури (рис. 4).

Як видно, питомий вміст зв'язаної води в суспензії картопляного крохмалю з ростом температури починає помітно збільшуватись від кімнатної температури, проте до (45-50) °С це зростання має, практично, лінійний характер. Після досягнення суспензією 50 °С вміст зв'язаної води стрімко зростає до температури клейстеризації, збільшуючись у 2,6 рази.

Питомий вміст зв'язаної води в суспензії кукурудзяного крохмалю до 40 °С практично не змінюється, потім починає повільно наростати до 50 °С. Подальший підйом температури до 70 °С призводить до

прискореного збільшення вмісту зв'язаної води, значення якого при 70 ºС в 3,0 рази більше ніж при 40 ºС.

При кімнатній температурі вміст зв'язаної води у суспензії картопляного крохмалю в 1,3 рази перевищує її вміст в суспензії кукурудзяного крохмалю, що узгоджується з даними досліджень щодо водоутримання та результатами рентгеноструктурного аналізу крохмалів зі структурою типу В- та А-амілози.

Вміст зв'язаної води в суспензії окисненого крохмалю в інтервалі (17-50) ºС практично не змінюється. Лише подальше підвищення температури призводить до прискореного зростання її вмісту.

Виходячи з отриманих результатів видно, що в інтервалі (17-70) ºС система картопляний крохмаль-вода має найвищий вміст зв'язаної води, що є наслідком високих водоутримувальних властивостей картопляного крохмалю, пов'язаних з його будовою. Він також більш чутливий до зміни температури, його гідратація починає зростати при найменшому підвищенні температури. Це можна пояснити більшим вмістом розгалуженої амілопектинової фракції у картопляному крохмалі порівняно з кукурудзяним і менш щільним пакуванням полісахаридів у крохмальних зернах.

Отримані експериментальні дані залежності питомого вмісту зв'язаної води M в суспензіях картопляного, кукурудзяного та окисненого в електричному полі НВЧ крохмалю від температури t були апроксимовані з коефіцієнтом кореляції R експоненціальними рівняннями:

— для картопляного $M_{кар} = 0{,}417 + 3{,}53\cdot10^{-6}\,e^{\wedge}(-t/-5{,}73)$ $R = 0{,}998$ (7)

— для кукурудзяного $M_{кук} = 0{,}316 + 4{,}34\cdot10^{-6}\,e^{\wedge}(-t/-5{,}92)$ $R = 0{,}996$ (8)

— для окисненого $M_{НВЧ} = 0{,}419 + 1{,}34\cdot10^{-7}\,e^{\wedge}(-t/-4{,}98) + 1{,}34\cdot10^{-7}e^{\wedge}(-t/-4{,}98)$ $R = 0{,}995$ (9)

Одержані аналітичні рівняння залежностей питомого вмісту зв'язаної води в системі крохмаль-вода від температури дозволяють у встановлених межах вологості та температури розраховувати вміст зв'язаної води в досліджених видах крохмалю та клейстерах.

Висновки

Методом низькотемпературної ДСК проведено дослідження вмісту зв'язаної води в системі крохмаль-вода в залежності від концентрації рідкої фази та в процесі клейстеризації.

Показано, що вміст зв'язаної води не залежить від вологості картопляного крохмалю, в той час як кукурудзяний крохмаль проявляє незначну залежність при значно меншій спроможності зв'язувати воду.

Одержано значення вмісту зв'язаної води в суспензіях нативних картопляного та кукурудзяного крохмалів, а також картопляного модифікованого окисненням H_2O_2 з каталізатором $FeSO_4{\cdot}7H_2O$ в електромагнітному полі НВЧ в інтервалі температур від кімнатної до температури клейстеризації.

Показано, що картопляний крохмаль, у порівнянні з кукурудзяним та картопляним модифікованим, має найвищу водоутримувальну здатність. Клейстер картопляного крохмалю при 70 ºС має в 1,2 рази вищий вміст зв'язаної води ніж клейстер кукурудзяного крохмалю.

Література

1. Баранов В.С., Сиданова М.Ю., Желковская М.А. Студнеобразователи для кондитерской промышленности. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1981. – Вып. 9. – 24 с.
2. Жушман А.И., Быкова С.Т., Коптелова Е.К. Новые виды модифицированых крахмалов и их применение. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1976. – 37 с.
3. Франкс Ф. Свойства водных растворов при температурах ниже 0 °С / Вода и водные растворы при температурах ниже 0 °С. Под ред. Ф. Франкса. – Киев: Наукова думка, 1985. – 388 с.
4. Михайлик В.А., Давыдова Е.О. Исследование состояния воды в сахаросодержащем растительном сырье при его обезвоживании // Промышленная теплотехника. – 2000. – Т.22, № 5–6. – С. 50-54.
5. Михайлик В.А., Давыдова Е.О., Манк В.В. Исследование гидратации сахарозы методом низкотемпературной сканирующей калориметрии. – Горький: Термодинамика органических соединений, 1989. – С. 76-80.
6. Снєжкін Ю.Ф., Михайлик В.А., Дмитренко Н.В. Динаміка зміни стану води в паренхімних тканинах рослин при сушінні // Промышленная теплотехника. – 2011. – Т. 33, № 2. – С. 21-26.

УДК [628.315:66.081.6]:664.8/.9

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ МЕМБРАННОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КОНСЕРВНИХ ВИРОБНИЦТВ

Коваленко О.О., д-р техн. наук, Патік Т.П., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведено результати експериментальних досліджень процесу мембранного очищення стічних вод підприємств консервної галузі на пілотній установці. Визначено ефективність вилучення ряду компонентів забруднювальних речовин модельної системи залежно від технологічних режимів роботи установки.

Results of experimental researches of process of membrane savage cleaning by pilot apparatus are represented in this article. Removal efficiency of some contaminants components of modal system are testing dependence of technological operating regime.

Ключові слова: стічні води, консервні підприємства, мембранні технології, зворотний осмос.

Джерела утворення стоків на промислових підприємствах численні та різняться тривалістю накопичення, об'ємом утворення та хімічним складом. Найчастіше ідентифікують такі потоки: водовідвід з систем промислового водопостачання; водовідвід з систем циркуляції промислових вод; стоки від прямого використання промислових вод; відвід стоків, що утворюються в процесі миття тари, обладнання, приміщень та ін.; відвід дощових вод [1].

Стічні води консервних виробництв за хімічним складом близькі до господарсько-побутових, тому переважна більшість їх неочищеними скидається до каналізаційної мережі, створюючи серйозне екологічне навантаження на навколишнє середовище. Крім того, такий підхід до використання водних ресурсів в умовах зростаючого дефіциту та низької якості питної води, а також стрімко зростаючих тарифів на воду є вкрай нераціональним [2].

Для очищення промстоків досить успішно почали використовувати методи, засновані на мембранному розділенні. На відміну від ряду фізико-хімічних, хімічних та біологічних способів очищення стічних вод, мембранні технології не потребують значних територій та експлуатаційних витрат, мають модульну конструкцію обладнання, вони є більш екологічно безпечними. Разом з тим, мембрані технології сьогодні ще не можна вважати досконалими. Вартість та ефективність процесу мембранного очищення стічних вод значною мірою залежить від ступеня їх забрудненості, а також технологій і обладнання, які використовуються для їх обробки. Режими експлуатації апаратів для мембранних технологій (робочий тиск, температура, хімічний склад розчину, швидкість і характер руху розчину в міжмембранному каналі, концентрація забруднювальних компонентів та ін.) чинять визначальний вплив на ефективність процесу розділення розчинів. Крім того, мембранні технології не завжди дозволяють отримати необхідний ефект через забруднення мембран осадом речовин різної природи та пов'язаного з цим погіршення показників роботи мембран. Тому кожен мембранний процес необхідно адаптувати під конкретний продукт, вибрати мембрану, оцінити її ресурс, проаналізувати способи його підвищення, оптимізувати енерговитрати, розробити методику регенерації, розрахувати мембранний апарат і т. ін.

Застосування мембранних технологій для очищення загальних стоків консервних виробництв без їх серйозної попередньої обробки може призвести до швидкого засмічення та руйнації мембрани [3]. Тому метою даної роботи є виявлення можливості відокремлення певних, менш забруднених потоків стічних вод для їх очищення та повторного використання у виробництві. На консервних підприємствах до таких стоків відносять барометричні води, конденсати пари з теплообмінного обладнання, а також воду, яку використовують як теплоносій для охолодження чи нагрівання (через теплопередавальну поверхню) технологічних рідин.

Об'єктами дослідження є конденсат, що утворюється в процесі концентрування виноградного, яблучного та томатного соків, барометрична вода, яка утворюється у випарних установках за рахунок змішування конденсату та води, що виступає в якості охолоджувального агенту, а також процес мембранного розділення цих «стоків» на пілотній мембранній установці.

Визначення фізико-хімічних показників конденсату та барометричної води здійснювали за стандартними методиками [4]. Проведений хімічний аналіз зразків конденсату показав, що вони характеризуються кислотним середовищем (pH в межах від 3,7 до 4,2), містять розчинні речовини з масовою часткою в межах від 1,5 до 5 %, а також азот амонійний та ароматичні речовини (табл. 1).

Таблиця 1 – Хімічний склад конденсату

Найменування показників	Концентрація в конденсаті		
	томатний	яблучний	виноградний
Кольоровість, град.	0	20	15
Запах 20/60 °С, бали	2	1	2
Завислі речовини, мг/дм^3	0,12	0,46	0,28
Сухі речовини (за рефрактометром), %	1,5	5	3
Твердість, мг-екв./дм^3	відсутн.	1,9	1,5
Залізо, мг/дм^3	відсутн.	відсутн.	відсутн.
Азот амонійний, мг/дм^3	0,0036	0,0075	0,0065
pH	4,24	4,23	3,73
t, °С	20	20	20
Мінералізація по NaCl, мг/дм^3	10,0	-	97,2
Титрована (загальна) кислотність, %	0,0059	0,058	0,0117

За літературними даними [5], хімічний склад барометричної води значно коливається залежно від походження конденсату та води, що використовується для його охолодження.

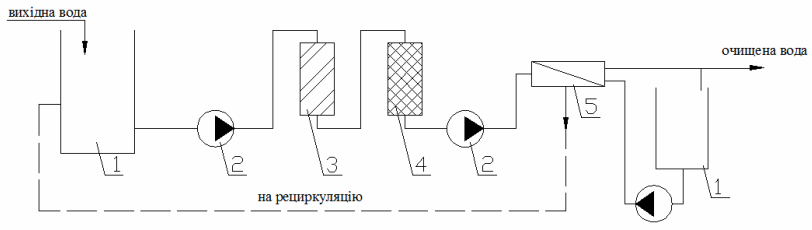
З урахуванням аналітичних і практичних досліджень, з використанням даних, наведених у [6], була складена модельна система (табл. 2).

Таблиця 2 – Хімічний склад барометричної води та модельної системи

Найменування показників	Концентрація	
	барометрична вода	модельна система
Кольоровість, град.	≤ 20.	15
Запах 20/60 °С, бали	≤ 5.	3
Завислі речовини, мг/дм^3	≤ 10.	0,28
pH	6,5 – 9,3	8,03
t, °С	15 – 55	20
Лужність загальна, ммоль/дм^3	≤ 500.	9,2
Твердість, мг-екв./дм^3	≤ 900.	8,6
Залізо, мг/дм^3	≤ 1.	0,3542
Азот амонійний, мг/дм^3	≤ 2,6	1,264
Хлориди, мг/дм^3	≤ 300.	41,84

Нами та компанією «Вотермарк» виготовлена пілотна установка, основним елементом якої є зворотноосмотична мембрана. Процес мембранного розділення досліджували з використанням модельного розчину. Апробована схема очищення (рис. 1) включала в себе такі технологічні модулі: насосна станція потужністю 0,03 – 0,42 м^3/год для забезпечення подачі модельної системи на схему фільтрації; груба механічна фільтрація на промивному фільтрі тонкого очищення з розміром нижніх/верхніх пор 95/100 мкм; фільтрація на волоконному фільтрі; модуль зворотноосмотичної мембрани рулонного типу.

Для збільшення конверсії концентрат направляли на повторне очищення в резервуар вихідної води (рецикл концентрату). Раз на тиждень мембрану промивали зворотним током очищеної води.



1 – резервуар; 2 – насос; 3 – сітчастий фільтр; 4 – волоконний фільтр; 5 – зворотноосмотична мембрана

Рис. 1 – Принципова схема очищення стічних вод

В установці передбачено можливість використання мембран різних видів та дослідження ефективності їх роботи при зміні ряду технічних та режимних характеристик.

За результатами досліджень розраховані показники, що характеризують роботу мембрани: селективність, продуктивність і конверсія.

Графічні залежності зміни селективності мембрани при різних технологічних режимах представлені на рис. 2 – 6.

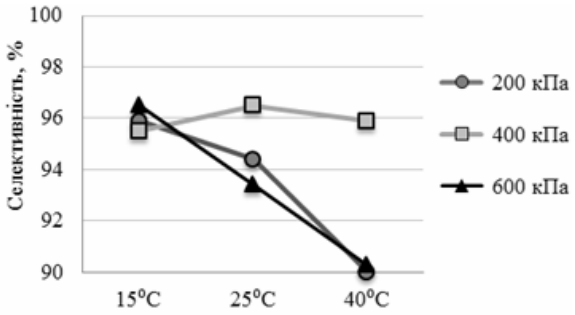


Рис. 2 – Селективність мембрани за лужністю при різних режимах роботи установки

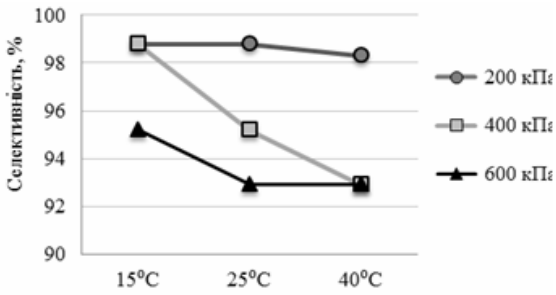


Рис. 3 – Селективність мембрани за жорсткістю при різних режимах роботи установки

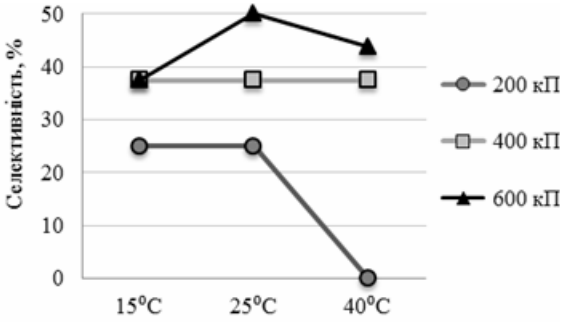


Рис. 4 – Селективність мембрани за азотом амонійним при різних режимах роботи установки

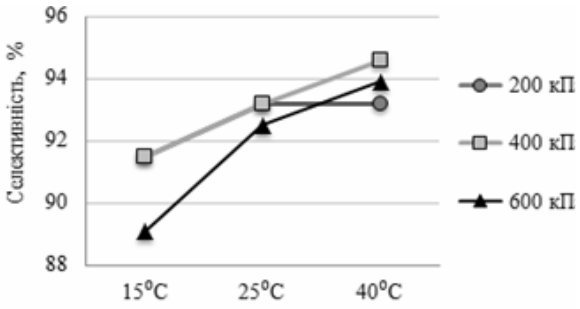


Рис. 5 – Селективність мембрани за залізом при різних режимах роботи установки

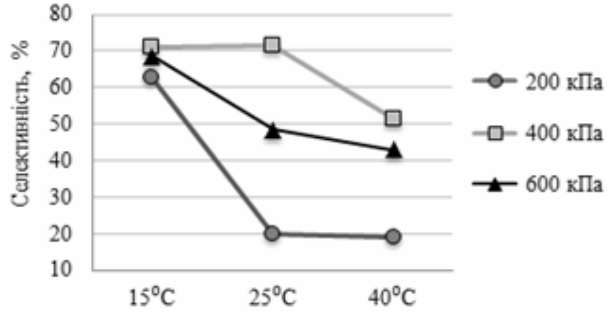


Рис. 6 – Селективність мембрани за хлоридами при різних режимах роботи установки

Як свідчать результати проведених досліджень, найбільша селективність мембрани за контрольованими показниками досягається при таких режимах:

1) за лужністю – при P = 400 кПа і t = 25 °C (рис. 2);
2) за жорсткістю – при P = 400 кПа і t = 15 °C (рис. 3);
3) за азотом амонійним – при P = 600 кПа і t = 25 °C (рис. 4);
4) за залізом – при P = 400 кПа і t = 40 °C (рис. 5);
5) за хлоридами – при P = 400 кПа і t = 25 °C (рис. 6).

Найбільшу продуктивність мембрани (рис. 7) спостерігали при температурі 40 °C для всіх значень тиску (100, 200 та 400 кПа).

Найвища конверсія (рис. 8) досягалась при тиску 200 кПа для всіх значень температури (15, 25 та 40 °C).

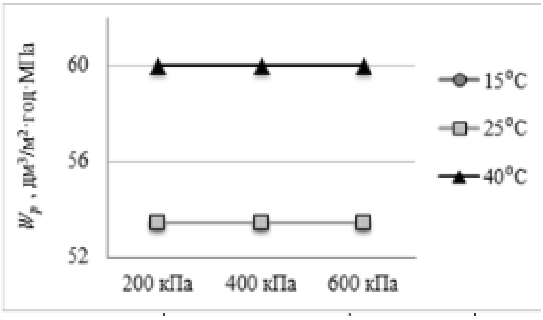


Рис. 7 – Залежність продуктивності мембран від витрат пермеату

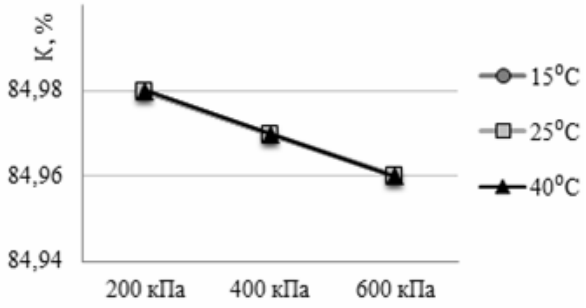


Рис. 8 – Залежність конверсії мембрани від тиску

За даними літератури, рекомендувати очищені стічні води для повторного використання у виробництві можна, якщо вони відповідають [7]. Однак, оскільки походження стоків не передбачає первісного вмісту мікроорганізмів, то контроль модельного розчину за показниками, зазначеними у цьому документі, не здійснювали.

Висновки

З отриманих результатів видно, що при низькій температурі модельного розчину (15 °С) та високому тиску роботи установки (400 кПа) досягається максимальна ефективність вилучення забруднювальних речовин (для досліджуваного режимного діапазону роботи). Але ця закономірність несправедлива для заліза – тут найбільшу ефективність роботи установки можна досягти при мінімальному тиску (100 кПа).

Метою продовження експериментальних досліджень буде розширення режимного діапазону роботи мембранної установки, врахування впливу зміни концентрацій забруднювальних речовин на результати процесу розділення та визначення впливу енергетичних витрат різних режимів роботи установки на вартість процесу очищення.

Оптимізація режимних параметрів процесу мембранного очищення з урахуванням хімічного складу стоків дасть можливість сформулювати критерій вибору оптимального способу та умов очищення стічних вод з метою зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище та підвищення ефективності використання водних ресурсів на харчовому підприємстві.

Література

1. Запольський, А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підруч. для студ. вищих навч. закладів / Анатолій Кирилович Запольський. – К.: Вища шк., 2005. – 671 с. – ISBN 966-642-234-4.
2. Kopytowski J.A. (M. Sc. Ph. D) How to increase industrial water productivity / J.A. Kopytowski (M. Sc. Ph. D) // Technology Foresight Summit. Symposium on Water Productivity in the Industry of the Future. ICRI, Warsaw, Poland, 2007.
3. Патік, Т.П. Проблеми та перспективи застосування мембранних технологій для очищення стічних вод харчових підприємств [Текст] / Т.П. Патік, Д.В. Мочернюк // Зб. тез доповідей Всеукраїнської наук.-практ. конференції молодих учених, аспір. і студ. «Вода в харчовій промисловості». Одеса: ОНАХТ, 2011. – С. 101 – 102.
4. Новиков Ю.В. и др. Методы исследования качества воды водоёмов / Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н.: Под ред. А.П. Шицковой. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.: ил. ISBN 5-225-00352-4.
5. Усовершенствование системы водоподготовки производства этил-бензол-стирола. – 03.11.2008 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.bestreferat.ru/referat-120826.html.
6. Территориальные строительные нормы. Методические указания (регламент) по сертификации водоочистного оборудования индивидуального (бытового) и коллективного пользования систем водоснабжения и водоотведения территории Московской области. Москва, 1998. – 120 с.
7. СанПиН 2.1.5.-11 «Гигиенические требования к использованию природных и сточных вод в системах технического водоснабжения».

УДК 628.54 : 664 (075)

ІННОВАЦІЙНА АНАЕРОБНО-АЕРОБНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ТА ВІДХОДІВ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Куц А.М., канд. техн. наук, доцент, Шиян П.Л., д-р техн. наук, професор,
Домарецький В.А., д-р техн. наук, професор
Національний університет харчових технологій, м. Київ
Мельник І.В., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Наведені особливості двохступеневої технології очистки стічних вод та відходів підприємств харчової промисловості, яка має значні переваги порівняно з класичними способами. Інноваційна технологія дозволяє зменшити забрудненість стічних вод за показниками хімічного і біологічного споживання кисню на 98,2 і 99,8 % відповідно.

The features of twosedate technology of cleaning of flow waters and offcuts of enterprises of food retail industry which takes considerable advantages comparatively with classic methods are resulted. Innovative technology allows to decreasemuddiness of flow waters on the indexes of chemical and biological consumption oxygen on 98,2 and 99,8 % accordingly.

Ключові слова: анаеробна і аеробна очистка стічних вод, метанове бродіння, біогаз, метантенк, аеротенк, іммобілізовані мікроорганізми.

У наш час значною мірою переглядаються раніше сформовані підходи до виробництва і якості виробленої харчової продукції. При цьому важливо, що від етапу збільшення випуску продукції для задоволення зростаючих потреб людства одночасно здійснюється перехід до етапу збільшення як якості такої продукції, так і до зростання вимог до екологічної чистоти виробничих процесів. Із цією метою розробляються і впроваджуються ефективні технологічні процеси, розробляються принципово нові підходи до організації безвідхідних або маловідходних енерго- і ресурсозберегаючих технологій.

За витратами води на одиницю продукції харчова промисловість посідає одне з перших місць серед галузей суспільного господарства. А високий рівень споживання її продукції сприяє утворенню великих об’ємів стічних вод та відходів, які мають високий ступінь забруднення, а тому становлять значну небезпеку для навколишнього середовища.

Сьогодні підприємства харчової промисловості переробляють на продукти харчування великі обсяги рослинної і тваринної сировини, з яких у багатьох виробництвах використовується лише незначна її частина. Особливо багато відходів утворюється в плодоовочевому виробництві. Так, при переробці зеленого горошку відходи (стручки тощо) складають біля 80 % маси сировини, томатів (вижимки тощо) – 45 %.

Економічна і соціальна необхідність широкого застосування в господарському обороті відходів виробництва, як вторинних сировинних ресурсів, та одержання з них доповнюючих продуктів харчового, технічного і кормового призначення підкреслюється в багатьох державних програмах. Але їх використання залишається на низькому рівні.

Стічні води підприємств харчової промисловості являють собою складні полідисперсні системи, основні компоненти яких мають харчову і біологічну цінність: білки, вуглеводи, жири та продукти їхнього розпаду, органічні кислоти, вітаміни, ферменти, пігменти та ін. Залежно від хімічного складу стічні води можуть мати такі показники якості: pH 4…7,5, біологічне споживання кисню (БСК) – (1200… 41000) мг O_2/дм^3, хімічне споживання кисню (ХСК) – (1760…52580) мг O_2/дм^3, масова концентрація сухого залишку – (1000…12000) мг/дм^3, Eh – (мінус 430…380) мВ.

Для комплексної переробки стічних вод та відходів виробництва необхідно вивчити склад та джерела їхнього утворення. Така переробка повинна забезпечити показники, що дозволяють скидати очищені стоки у водні об’єкти, а також утилізацію стоків і утворених при цьому осадів з отриманням товарних продуктів або вторинної сировини.

Сучасна практика переробки промислових відходів ґрунтується на використанні як аеробних, так і анаеробних мікробіологічних процесів. Аеробні процеси розкладання органічних сполук здійснюються швидше анаеробних, що обумовлено більш швидким протіканням процесів метаболізму в клітинах мікроорганізмів за рахунок високої забезпеченості енергією. При цьому мікробна маса значно збільшується за рахунок асиміляції вуглеводів, сполук азоту і фосфору. Але при цьому втрати азоту досягають 40 %, що знижує цінність отриманих добрив [1].

В анаеробних умовах ріст і розмноження мікроорганізмів проходить більш повільно. Анаероби економно конвертують одні органічні сполуки в інші, зберігаючи в утворених нових сполуках значні кількості енергії. Під час анаеробної переробки відходів із органічних сполук у підсумку утворюється біогаз, до складу якого входять (60…70) % метану, (15…45) % діоксиду вуглецю, (2…3) % азоту, (1…2) % водню, біля 1 % кисню, зустрічаються сліди сірководню та інших газів. Теплота спалювання біогазу складає (20…27) МДж/м^3. Він, як і природний газ, відноситься до найбільш екологічно чистих видів палива. Один кубічний метр біогазу еквівалентний 0,6 м^3 природного газу, 0,7 м^3 мазуту, 0,4 дм^3 бензину, (3…4) кг дров або 12 кг брикету торфу. Внаслідок спалювання 1 м^3 біогазу можна одержати 2,5…3 кВт/год електроенергії або (3…5) кВт теплової енергії.

Таким чином, очистка стічних вод дає можливість не тільки одержати додаткову енергію (теплову і електричну), але й вирішити екологічні проблеми забруднення навколишнього середовища.

Слід відзначити, що в розвинутих країнах світу відходи тваринництва, птахівництва, агропромислового комплексу, підприємств громадського харчування і харчової промисловості переробляють на біогаз не тільки в індивідуальних умовах, але й створюються спеціалізовані оснащені сучасним обладнанням великі підприємства, що дає можливість переробляти як тверді, так і рідинні відходи.

На підприємствах харчової промисловості України біогаз можна використовувати в системах опалювання будь-яких приміщень, для сушіння напівпродуктів, харчової сировини і кінцевих продуктів, у побутових газових плитах, у спеціальних генераторах для виробництва електроенергії, для підігріву води тощо.

Метанове бродіння є виключно анаеробним процесом і здійснюється складними мікробними асоціаціями в спеціальних апаратах – метантенках. Сучасні метантенки виготовляють із заліза або залізобетону, оснащують системами автоматичного управління процесом, механічного миття та вивантаження активного мулу. Вони мають вигляд циліндричного або прямокутного резервуару з герметичною кришкою для акумуляції біогазу.

Раніше, досліджуючи метанове бродіння, вчені приписували цей складний біохімічний процес лише одному виду мікроорганізмів. Подальші дослідження показали, що анаеробні целюлолітичні бактерії утворюють лише попередники – органічні кислоти, спирти, водень і діоксид вуглецю, з яких потім синтезується метан.

Доведено [1, 2], що біодеградація органічних речовин у період метанового бродіння в метантенках проходить у три послідовні фази. У першій гідролітичній фазі під дією гідролітичних ацетогенних бактерій біля 76 % органічних речовин перетворюється у вищі жирні кислоти, до 20 % – в ацетат і 4 % – у водень. Перша фаза ділиться на дві підфази: гідролізу і ацидогенезу (утворення кислот). Під час другої фази основними біохімічними процесами є утворення із вищих жирних кислот ацетату (52 %) та водню (24 %). У третій фазі (бродіння) метаногенні бактерії утворюють із ацетату 72 % метану, а з водню та діоксиду вуглецю – 28 % метану. Співвідношення проміжних і кінцевих продуктів метанового бродіння залежить від складу середовища, умов ферментації і наявної мікрофлори.

У першій фазі бродіння беруть участь мікроорганізми, які мають високу целюлолітичну, протеолітичну, ліполітичну, сульфатвідновлюючу, динітрофікуючу та інші види активності. Склад домінуючої мікрофлори в період цієї фази залежить, в першу чергу, від хімічного складу середовища та хімічної природи дигідрованих органічних сполук.

Провідна роль у біохімічних процесах метанового бродіння належить ацетогенним та воднепродукуючим бактеріям, які перетворюють пропіонат в ацетат і діоксид вуглецю у водень за умови наявності в середовищі воднеспоживаючих мікроорганізмів. Водень утворюється при окисленні $NADH_2$ з утворенням NAД. Вміст водню в середовищі залежить не тільки від ацетогенних бактерій, але й від водневживаючих метаногенатів. Метаногенна система буде працювати більш ефективно за умови низького парціального тиску. У таких випадках водневмісні сполуки конвертуються в ацетат, діоксид вуглецю і водень, а різні жирні кислоти будуть накопичуватися в невеликій кількості.

Остання третя метаногенна фаза, на якій метан утворюється із діоксиду вуглецю та водню, протікає за активної участі метаноутворюючих анаеробних бактерій. Окрім того, поряд з цим деякі мікроорганізми здатні в якості субстрату використовувати форміат, оксид вуглецю або ацетат. Але в цьому випадку першим етапом реакції є утворення діоксиду вуглецю та водню:

$$4HCOOH \rightarrow 4H_2 + 4CO_2 \rightarrow CH_4 + 3CO_2 + 2H_2O$$
$$4H_2O + 4CO \rightarrow 4H_2 + 4CO_2 \rightarrow CH_4 + 3CO_2 + 2H_2O$$
$$CH_3COOH \rightarrow CH_4 + CO_2$$

Кількість газу, одержуваного з 1 моля органічної кислоти в процесі бродіння, можна визначити за рівнянням Басвелла:

$$C_nH_aO_b + (n - \frac{a}{4} - \frac{b}{4})\, H_2O = (\frac{n}{2} - \frac{a}{8} - \frac{b}{8})\, CO_2 + (\frac{n}{2} + \frac{a}{8} - \frac{b}{4})\, CH_4,$$

де *n, a, b* — число атомів вуглецю, водню і кисню у відповідній кислоті при 30 °С і нормальному тиску.

Із зростанням довжини вуглецевого ланцюга кислоти збільшується кількість утвореного газу. Так, із 1 г мурашиної кислоти утворюється 540 $см^3$ газу, із 1 г оцтової кислоти — 823 $см^3$, із 1 г масляної – 1055 $см^3$, із 1 г капронової – 1224 $см^3$. Найбільш інтенсивно вживається оцтова кислота, а за наявності в середовищі суміші кислот вони споживаються в такій послідовності: оцтова, масляна, мурашина, валеріанова, капронова, пропіонова.

Метан утворюється також із інших компонентів поживного середовища. Так, при вживанні 1 г вуглеводів утворюється 886 $см^3$ метану, жиру – 1,355 $см^3$, білків – 587 $см^3$.

Інтенсивність залежить в основному від фізико-хімічного складу середовища. Метаногени — особливі анаероби і тому кисень для них є отрутою. Але короткочасна аерація повітрям суміші стічних вод у метантенку не приводить до інгібування метаногенів, оскільки супутня їм факультативно анаеробна мікрофлора утилізує кисень і вже через дві доби метаногенез відновлюється.

Метаноутворюючі бактерії активно розвиваються і метаболізують субстрат у метан при pH 6…8. Важливу роль при метановому бродінні відіграє температура середовища. Так, при температурах бродіння (47…55) °С утворюється біля 2,5 $м^3$ з 1 $м^3$ метантенку на добу, при (35…38) °С – (1,5…2,0) $м^3$, а при 15 °С – біля 0,1 $м^3$. Таким чином, більше біогазу з одиниці об'єму апаратури одержують при реалізації термофільного біохімічного процесу. Однак практика показала, що більш ефективно і стабільно метантенки працюють у мезофільному режимі при температурах (35…45) °С.

Щоб забезпечити формування клітинної біомаси та ефективний метаболізм мікроорганізмів, середовище, яке очищується, повинно містити у своєму складі необхідну кількість живильних речовин. Так, оптимальне співвідношення ХСК:N:P повинно бути в межах 700:5:1, не допускається надлишок азоту (C:N не менше 20:1). Рівень токсичних іонів аміаку для метаноутворюючих бактерій (1500…2000) мг/$дм^3$, ціаніду (CN^-) – (0,5…1) мг/$дм^3$, калію, натрію і кальцію – (3000…6000) мг/$дм^3$.

Метаногенез інгібується при концентрації сульфатів (100…150) мг/$дм^3$, які при метановому бродінні відновлюють сульфатвідновлюючі бактерії до H_2S. Біохімічний процес метаногенезу уповільнюється при концентрації детергентів біля 15 мг/$дм^3$, антибіотиків та інших інгібуючих речовин.

Якщо метанове бродіння не інгібоване, тоді при оптимальній температурі 35 °С вихід метану складе (0,34…0,36) $м^3$ із 1 кг вжитого ХСК або (0,91…0,93) $м^3$ із 1 кг використаного бактеріями органічного вуглеводу. Якщо ці показники знижуються, тоді метаногенез інгібується якимись факторами або небажаними для бродіння компонентами. Про це свідчить зміна реакції середовища в бік його підкислення, накопичення пропіонату тощо, тому сума летких жирних кислот в середовищі не повинна перевищувати 250 мг/$дм^3$.

Для відновлення інтенсивності метанового бродіння необхідно знижувати подачу субстрату, підвищувати лужність під час попередньої обробки стічних вод тощо. Інтенсифікувати метанове бродіння можна також за допомогою розметування біохімічного процесу на дві стадії: попередню, під час якої в окремому апараті або секції метантенка гідролізуються високомолекулярні субстрати, і другу – власне, метаногенез. Все це дозволяє локалізувати специфічну для кожної стадії мікрофлору і забезпечити найбільш сприятливі умови для розвитку та ефективного метаболізму кожної групи мікроорганізмів.

У процесі біологічної метаногенеруючої обробки органічних відходів підприємств харчової промисловості та агропромислового комплексу утворюється не тільки біогаз, але й екологічно чисті рідкі та тверді органічні добрива (активний мул). Вони містять у своєму складі мінералізований азот у вигляді солей амонію, мінералізований фосфор, калій та інші необхідні для рослин макро- і мікроелементи, біологічно активні речовини тощо. Одна тонна таких добрив за своєю ефективністю еквівалентна 80…100 т перегною. Дуже важливо, що в активному мулі після метанового бродіння з відповідними добавками відсутні патогенна мікрофлора, насіння бур'янів, нітрати і нітрити, специфічні аромати, радіоактивні і канцерогенні сполуки. При застосуванні їх у кількості 2…3 т на 1 га в рік значно збільшується врожайність різних сільськогосподарських культур (від полуниці до картоплі).

Особливістю метанового бродіння є те, що біля 95 % органічних речовин трансформується в біогаз і тільки 5% направляється на енергетичну потребу самих мікроорганізмів, іммобілізованих на спеціальних екологічно чистих носіях у метантенках.

Таким чином, для максимальної очистки стічних вод підприємств харчової промисловості необхідно застосовувати двоступеневу систему, яка передбачає анаеробний і аеробний способи їхньої обробки. Після анаеробної очистки на першому ступені стічні води ще відносяться до класу концентрованих, оскільки їх показник ХСК буде знаходитись в межах (1200…1800) мг O_2/$дм^3$. Другий, заключний, ступінь очи-

стки стічних вод – аеробний, який проводиться із застосуванням повітря і спеціальних мікроорганізмів, іммобілізованих на стаціонарних волокнистих носіях в аеротенках.

Перед класичними способами очистки стічних вод така система з використанням мікроорганізмів, іммобілізованих на нерухомих волокнистих носіях, має такі переваги: прискорений запуск системи й можливість тривалих зупинок; зменшення витрат повітря до 30 %; висока стабільність очистки незалежно від концентрації забруднень у стічних водах; мінімум устаткування й простота його обслуговування; відсутність рідких відходів; стабільність у роботі при пікових навантаженнях.

Використання інноваційної двохступеневої анаеробно-аеробної очистки стічних вод спиртових заводів [2] при застосуванні сучасних метантенків дає можливість підтримувати високу концентрацію біомаси в зоні бродіння (60…80 г/дм^3), підвищити навантаження до 17…18 кг ХСК O_2/м^3 метантенка й скоротити тривалість очистки до (1,5…2) діб. Інтенсифікація швидкості споживання органічних і мінеральних речовин підвищує ефективність очистки за рахунок зменшення капітальних витрат на спорудження метантенків. За основними показниками ХСК і БСК забрудненість стічних вод зменшується на 98,2 і 99,8 % відповідно. Подальшу доочистку стічних вод проводять ціанобактеріями у фотобіореакторах або біоставках, після чого очищенні стічні води можна направляти у відкриті водоймища для розведення риби, купання тощо.

Таким чином, інноваційна технологія очистки стічних вод та відходів підприємств харчової промисловості дозволяє очищати стічні води з будь-якою концентрацією забруднювальних речовин, скоротити тривалість очистки з 500 до 90 год., зменшити капітальні витрати на будівництво очисних споруд, одержати такий необхідний для підприємств біогаз як додаткове джерело енергії та активний мул як добриво для сільського господарства.

Висновки

Для максимальної очистки стічних вод підприємств харчової промисловості з отриманням біогазу і активного мулу необхідно застосовувати двоступеневу систему з використанням спеціальних мікроорганізмів, іммобілізованих на стаціонарних волокнистих носіях, яка передбачає анаеробну очистку в метантенках та аеробну очистку в аеротенках.

Література

1. Беккер М.Е., Лиепиньш Г.К., Райпулис Е.П. Биотехнология. – М.: Агропромиздат, 1990. – 334 с.
2. Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійнічук С.Т. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика. – К.: Видавничий дім «Асканія», 2009. – 424 с.
3. Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М. Биогаз (теория и практика). – М.: Колос, 1982. – 148 с.
4. Валуйко Г.Г., Домарецкий В.А., Загоруйко В.А. Технология вина. – К.: Центр учебной литературы, 2003. – 604 с.
5. Справочник по виноделию/ Под ред. Г.Г. Валуйко, В.Т. Косюры. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Симферополь: "Таврида", 2005. – 587 с.
6. Трансформация продуктов биосинтеза /М.Е. Беккер, Ю.Э. Швинка, Т.В. Лука и др. / Под ред. М.Е. Беккера. – Рига: Зинатне, 1984. – 252 с.

УДК 663.88

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ТЕРМІНІВ ЗБИРАННЯ ПЕРИКАРПУ ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА З МАКСИМАЛЬНИМ ВМІСТОМ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

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

Стаття присвячена дослідженням безвідходного використання зелених частин волоського горіха. Проведено аналіз змін фізико-хімічних показників перикарпу в залежності від дати його збирання та технічної стадії стиглості горіха. Визначено пряму залежність термінів заготівлі сировини від природних кліматичних умов. Підтверджено, що зелений навколоплідник є цінною біологічною сировиною, яку доцільно використовувати у харчовій промисловості для створення функціональних продуктів.

Summary: the article is devoted to researches of the zero-emission using of green part of walnut. The analysis of changes of physical and chemical indexes of pericarp depending on the date of its picking up and techni-

cal stage of nut ripeness. Direct dependence of natural climatic terms is certain on the terms of purveyance of raw material. It is confirmed, that green navkoloplidnik is valuable biological raw material that it is expedient to use in food industry for creation of functional foods.

Ключові слова: волоський горіх, біологічно активні речовини, навколоплідник, вітамін С, фенольні сполуки.

За останні 50 років у науці про харчування змінилося багато уявлень щодо проблеми взаємодії харчування та здоров'я. У даний час їжа вже не розглядається лише як джерело енергії та харчових речовин, до неї зросли вимоги як до джерела здоров'я і повноцінного життя.

У сучасних екологічних умовах раціон людини обов'язково повинен містити біологічно активні природні речовини, що підвищують стійкість організму до несприятливих факторів. Особливої актуальності набуває розробка і впровадження у виробництво продуктів для профілактичного та лікувально-профілактичного харчування, що мають високу харчову і біологічну цінність, збагачених природними біологічно активними речовинами, у тому числі й вітамінами.

Продукти підвищеної біологічної цінності отримують шляхом комбінування, тобто внесення біологічно активних добавок (БАД) у продукти харчування масового споживання, наприклад кисломолочні продукти, кондитерські вироби, безалкогольні та слабоалкогольні напої. Традиційно в якості таких добавок використовують соки, екстракти, витяжки з плодово-ягідної сировини і лікарських трав. Внесенням БАД можна регулювати хімічний і мінеральний склад харчових продуктів, тобто отримувати харчові продукти профілактичного та лікувально-профілактичного призначення. При цьому немаловажну роль відіграє можливість використання як сировини плодів, ягід і лікарських рослин, які ростуть і культивуються в безпосередній близькості від переробних підприємств. Використання місцевої рослинної сировини дозволить вирішити ряд проблем харчової промисловості: розширити сировинну базу і асортимент продукції, підвищити біологічну цінність продуктів харчування, налагодити безвідходну переробку сировини, знизити витрати на перевезення сировини і собівартість продукції [2].

Волоський (грецький) горіх не безпідставно відносять до багаторічних рослин універсального використання. Практично всі частини дерева містять значну кількість біологічно активних речовин (БАР), а плоди (ядра горіхів) – ще й білок та повноцінні жири. За калорійністю волоський горіх у 7 разів переважає м'ясо.

Листя, зелені плоди та перикарп (навколоплідник) відрізняються рекордною, порівняно з іншими рослинами, концентрацією вітаміну С, Р-активних поліфенолів і йоду. Проте широко використовують у народній медицині та фармакології листя і зелені плоди, у харчовій промисловості – зелені плоди для виробництва варення, настоянок, а навколоплідник стиглих горіхів, як правило, вважаються відходами через відсутність обґрунтованості його технологічної характеристики [3].

Із літературних джерел відомо, що навколоплідник волоського горіха є цінною лікарською сировиною, що містить:

- органічні кислоти: яблучна, лимонна;
- вітаміни: С, В1, Р та каротин;
- фенолкарбонові кислоти: галова;
- дубильні речовини (14…35) %: похідні пірокатехіну і пірогалолу;
- кумарини: елагова кислота;
- хінони: юглон, α-гідроюглон, β-гідроюглон, 5-глюкозид гідроюглону [1].

Метою досліджень було визначення оптимального терміну збирання перикарпу волоського горіха у період максимального накопичення БАР для переробки на екстракти.

Для проведення досліджень використовувався перикарп волоського горіха, що росте у Полтавській області, у вигляді: зеленого цілого плоду; на стадії розтріскування шкірки; відділений від сформованого та зрілого плоду.

Збирання перикарпу почали при перших ознаках дозрівання горіхів – незначного розтріскування його поверхні та продовжували до опадання горіхів з дерева без перикарпу. Терміни збирання тривали з 13 вересня по 3 жовтня. Досліджування сировини проводили кожні чотири дні і припинили у зв'язку зі зміною погодних умов. Після опадів (дощу) відбулося масове розтріскування перикарпу, відділення його від плоду і осипання на землю, що призвело до масового його гниття.

Дослідження проводили на базі лабораторії кафедри технології та організації харчових виробництв [4]. У дослідних зразках визначали основні фізико-хімічні показники за загальноприйнятими стандартизованими методиками. Результати досліджень наведені в таблиці.

Таблиця – Фізико-хімічні показники перикарпу волоського горіха

Дата збирання	Сухі розчинні речовини, %	Титрована кислотність, %	Пектинові речовини, %	Цукри, %	Поліфенольні речовини, мг/100г	Вітамін С, мг/100г
13.09.10	5	0,2	0,4	1,75	4500	249,2
17.09.10	6	0,3	-	1,23	4275	242,5
21.09.10	6	0,5	0,5	0,85	4200	204,2
25.09.10	9	0,4	-	0,82	4114	197,1
29.09.10	9	0,4	0,8	0,37	3073	112,6
3.10.10	9,6	0,4	-	0,247	2649	91,52

Згідно з даними таблиці видно, що у перикарпі волоського горіха зберігається значна кількість біологічно цінних компонентів: цукрів, пектинових речовин, органічних кислот, вітаміну С, фенольних речовин. У процесі аналізу термінів збирання сировини виявлено різкий спад вмісту цукрів (у 4,7 рази), що свідчить про активні обмінні процеси у цій сировині, навіть відділеній від плоду та материнської рослини. Збільшення вмісту сухих розчинних речовин відбувається виключно за рахунок випаровування води з перикарпу, яке розпочинається з моменту відшаровування його від здерев'янілої поверхні плоду. Відділена сировина просто засихає, особливо, коли відділяється від горіха.

На рис. 1 і 2 наочно видно зміни концентрації вітаміну С та поліфенолів у перикарпі в залежності від дати збирання і стану перикарпу.

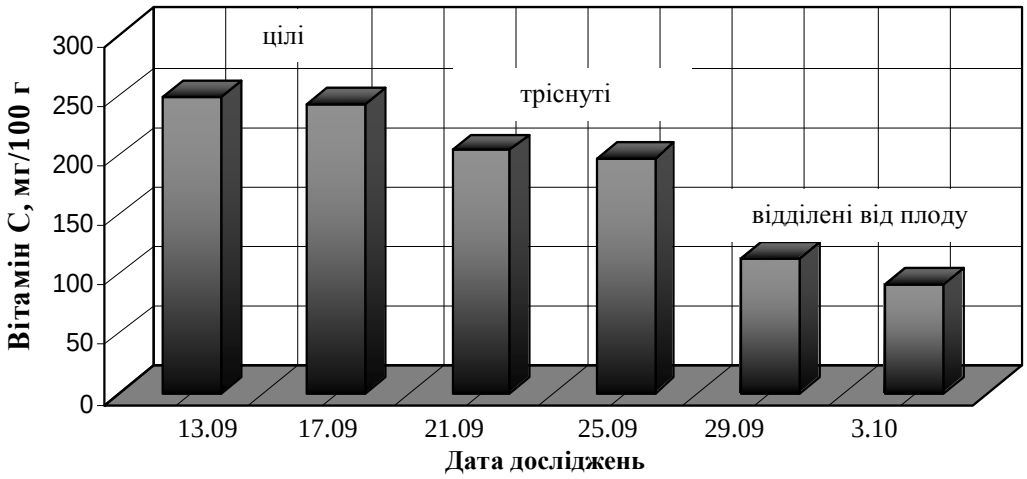


Рис.1 - Концентрація вітаміну С у перикарпі волоського горіха в залежності від дати збирання

На рис. 1 бачимо, що вміст вітаміну С у перикарпі знижується за мірою достигання горіха і, особливо, після відділення його від плоду (майже у 2,2 рази). Але треба зауважити, що остаточна кількість вітаміну С така, що перевершує її наявність у більшості плодів та ягід, у тому числі цитрусових (40…60 мг/100 г) [4].

Дані рис. 2 свідчать про значний вміст поліфенолів у перикарпі, який зберігається і після опадання горіхів. Розпад поліфенольних речовин відбувається повільніше у порівнянні з аскорбіновою кислотою (у 1,5 рази).

Процес деградації фенольних сполук та аскорбінової кислоти призводить до збільшення вмісту пектинових речовин, для утворення яких необхідна наявність галактуронової кислоти, що накопичується саме у процесі розпаду вітаміну С та поліфенолів.

Таким чином, дослідженнями підтверджено, що перикарп стиглих волоських горіхів має цінний хімічний склад. За вмістом біологічно активних речовин він перевершує більшість фруктової сировини. Найбільший вміст БАР у перикарпі наявний у стані, коли він ще не відділений від материнської основи.

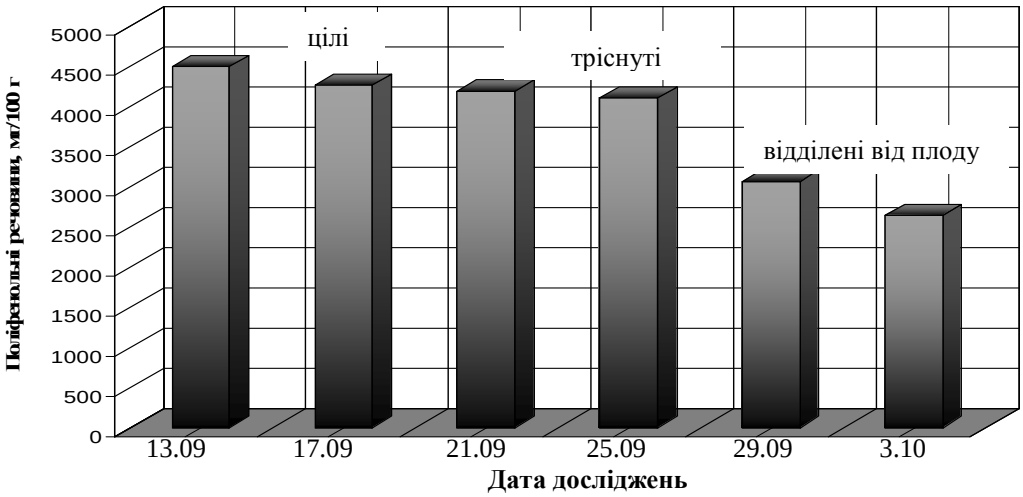


Рис. 2 - Концентрація поліфенольних речовин у перикарпі волоського горіху в залежності від дати збирання

Доведено, що терміни заготівлі перикарпу залежать від природних кліматичних умов. Чим тривалі-ше зберігається тепла погода з незначними опадами, тим довша тривалість періоду збирання перикарпу. У зв'язку з тим, що горіхи дозрівають неодночасно, збирання може проводитися у декілька етапів, або слід вичікувати, поки навколоплідник розтріскається у більшості горіхів.

Можемо зробити висновок, що перикарп доцільно переробляти на екстракти з метою подальшого використання його для створення продуктів, які задовольнять потреби організму людини у багатьох речовинах, необхідних для процесів активної їх життєдіяльності.

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. Технологія продуктів харчування функціонального призначення: Монографія / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, Д.В. Федорова та ін. [Текст] / За ред. М.І. Пересічного. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2008. – 718 с.
3. 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.
4. Тюрікова І.С. Пошукові дослідження можливості використання перикарпу волоського горіха для виробництва напоїв [Текст]: Тюрікова І.С.; Збірник наук. праць «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі» Харківського держ. ун-ту харчових технологій. – Харків: ХДУХТ, 2010. – Випуск 2 (12). – С. 453-458.

УДК 644.8.037.5:544.77

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛИДИСПЕРСНЫХ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ

Черевко А.И., д-р техн. наук, профессор, Одарченко А.Н., канд. техн. наук, доцент
Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков

Рассмотрено дополнение научных основ формирования качества полидисперсных пищевых систем при замораживании. Имея теоретическое представление и практические разработки, появляется возможность составить своеобразный товароведный паспорт для ассортимента замороженной продукции и отдельных её видов.

Considered the complement of the scientific basis of formation of polydisperse quality food systems during freezing. With a theoretical conception and practical development, it is possible to make a kind of passport for merchandising assortment of frozen products and some of its species

Ключевые слова: обратимость процесса, товароведный паспорт, калориметр, вымороженная и невымороженная вода

Постановка проблемы в общем виде. Большим сегментом по объему реализации на рынке являются замороженные продукты питания, полуфабрикаты и сырье. Консервированные холодом пищевые продукты по своему сродству к натуральному сырью или свежеприготовленным продуктам составляют единственную конкуренцию другим способам консервирования: таким как тепловые, осмотические, сушка и т.д.

При холодильном хранении и транспортировке контрольной точкой поддержания качества является, по сути, только один параметр – температура хранения, а при производстве замороженных продуктов и их использовании – температура и скорость замораживания [1].

При этом возникает проблема, которая заключается в обратимости процесса замораживания-размораживания. Эта проблема имеет и прикладное, и научное значения. Прикладное – это ассортимент и качество, а научное – создание новых категорий товароведной оценки и изучение товароведных свойств на всех этапах жизненного цикла товаров, от сырья до потребителя.

Проблемой обратимости процесса замораживание-размораживание занимаются уже долгое время известные ученые, институты. Среди них наибольший вклад был сделан такими отечественными и зарубежными учеными, как Н.Я. Орлова, А.В. Руцкий, Н. Доценко и др. [2-4]. Разработана обширная нормативно-техническая база (ГОСТ, ОСТ). Но полных паспортов качества на замороженную продукцию на данный момент нет, то есть в нормативной документации не приведены расширенные физико-химические и термодинамические свойства, которые могут влиять на обратимость процесса замораживания-размораживания.

Постановка задач. Целью исследования является совершенствование товароведных категорий для формирования и улучшения качества имеющихся на рынке или перспективных замороженных пищевых продуктов и сырья.

Для достижения цели сформулированы задачи исследований, в основу которых положена концепция, которая заключается в том, что контроль обратимости термодинамических свойств сырья позволит научно обосновать выбор рациональных технологических приемов, обеспечивающих приближение товароведных свойств замороженного сырья или продуктов к свойствам натурального сырья или продукта.

Изложение основного материала. Структура исследований выглядит как своеобразное дерево, то есть берется образец, определяются физико-химические свойства, а дальше он пропускается через всю линейку исследований, изменяя, выбирая различные приемы подготовки (измельчения, добавки, частичное обезвоживание, режимы замораживания, хранения и размораживания). В результате каждый образец исходного сырья дает около 100–120 баз данных, которые обрабатываются на ПК. Другими словами, мы выстраиваем товароведный паспорт для конкретного вида сырья при замораживании, хранении и размораживании.

Для проведения этих исследований разработаны методики, собрана лабораторная база. Среди разработанных есть уникальные методики, такие, как:

1) калориметрическое исследование процессов замораживания и размораживания, которое позволяет определить диапазон температур кристаллизации и рекристаллизации воды, количество вымороженной и невымороженной влаги, диапазон температур до –100 °С [5]. К этому калориметру имеются дополнительные устройства для замораживания большого количества образца по заданным режимам. Регистрация всех параметров осуществляется на ПК при помощи специальных программ.

2) микроскопические исследования с применением люминесцентной лампы, то есть к цифровому микроскопу присоединяется специально изготовленная ультрафиолетовая приставка, которая значительно расширяет возможности идентификации структурных элементов образцов. Например, мы можем определить степень дисперсности, морфологию тканей и клеток. Остальные используемые методики стандартные, адаптированные под образцы.

Для введенной категории обратимости товароведных свойств использовали приемы, которые широко применяются в физической химии и термодинамике, где описание состояния сложных систем выглядит в виде некоторых функций состояния:

$$f(T, P, \nu_{i-1}, M_{cw}, R, \eta, \sigma, d, \gamma) \ , \qquad (1)$$

где Т – температура, К; Р – давление, Па; ν_{i-1} – количество молей компонентов, моль; M_{cw} – параметр емкости воды по связыванию сухого вещества, кг/моль; R – характеристики цвета, отн. ед.;

η – вязкость, Па·с; σ – деформационные напряжения, Па; d – дисперсный состав видимых частей, м; γ – электропроводность, Ом·м.

Для этой функции нами введен параметр, обозначенный M_{cw}.

$$M_{cw}\left(O_x, \upsilon_c\right) = \frac{m_C^T\left(T_x, \upsilon_C\right)}{\upsilon_W^0\left(1-\xi\left(T, \upsilon_C\right)\right)} + \frac{m_C^Ж\left(T_x, \upsilon_C\right)}{\upsilon_W^0\left(1-\xi\left(T, \upsilon_C\right)\right)}, \quad (2)$$

Смысл данного параметра – отношение массы сухих веществ, которая отнесена на число молей невымороженной воды. Поскольку масса сухих веществ – величина постоянная, то при одном и том же количестве невымороженной воды сумма слагаемых для твердой и жидкой составляющих сырья будет постоянной, а их величины будут содержать, таким образом, информацию по отношению к обратимости сырья при замораживании. Другими словами, мы имеем возможность использовать величину молей воды, удерживающих обратимо сухое вещество, аналогично понятию активности воды.

При этом графический анализ возможных уровней удельной энергии связи воды на килограмм сухого вещества схематически может быть отображен на рисунке 1.

Области 1 и 3 характеризуются устойчивостью товароведных свойств, соответственно, область 2 является предметом технологических изысканий операций – предварительной обработки сырья к замораживанию, хранению и размораживанию.

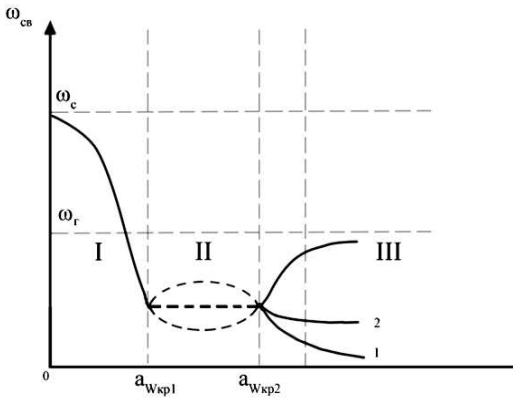


Рис. 1 – Схема уровней удельной энергии связи воды в сырье

Визуализация эффектов влияния на ткани растительного сырья хорошо демонстрируются с помощью микроскопии. На микрофотографии с увеличением в 100 раз хорошо видны области, очерченные клеточными структурами и их изменения, связанные с тепловой обработкой и после замораживания. Применение ультрафиолетовой лампы позволяет идентифицировать место положения люминесцирующих химических компонентов, изменение количества которых косвенно характеризует разрушение растительных клеток под действием операции предварительной подготовки или размораживания [6].

Кинетику и динамику процессов замораживания осуществляли на разработанном и запатентованном низкотемпературном калориметре, который позволяет регистрировать значения в базе данных на компьютере в автоматическом режиме. Обработку данных проводили при помощи программы MathCad 2001.

На рис. 2 обозначены области замораживания и размораживания. Из рис. 2 видна определенная асимметрия этих процессов, степень которой определяется температурой замораживания.

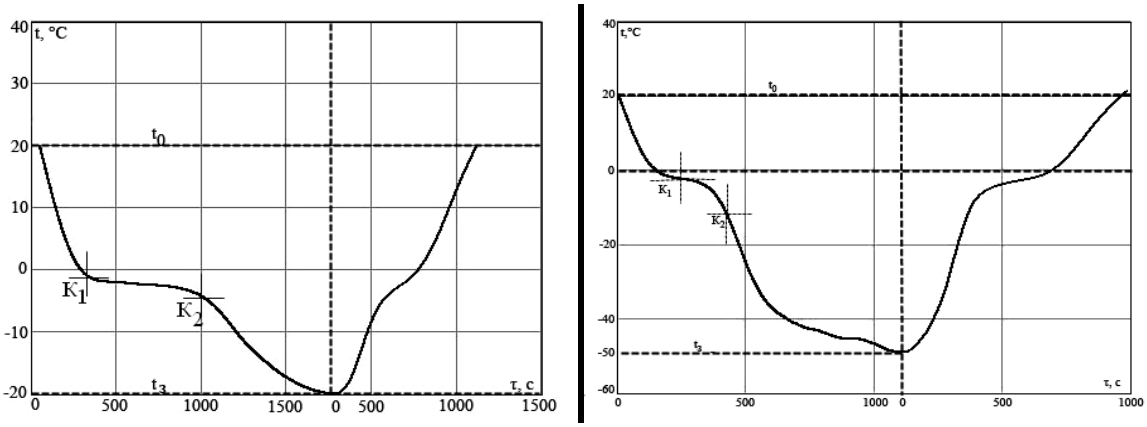


Рис. 2 – Замораживание свеклы после предварительной тепловой обработки

Методика достаточно чувствительна, чтобы определять критические точки, где наблюдается кристаллизация или рекристаллизация влаги компонентов образцов. Видно, что на положение критических точек, кроме температуры замораживания, влияют операции предварительной подготовки сырья к замораживанию.

Установлено, что в образцах с большим влагосодержанием, диапазоны кристаллизации влаги смещаются в сторону более высоких температур, а со снижением температуры замораживания до –70 °С количество вымороженной воды в образцах с высоким влагосодержанием больше чем в образцах с меньшим влагосодержанием.

Найдено, что режимы предварительной подготовки и температура замораживания влияют и на цветность образцов свеклы, что отражено на спектрах пропускания водных экстрактов свеклы [7].

Учитывая чувствительность человеческого глаза к спектру световых волн, оценивали длину волны цветового тона и чистоту цвета образцов. Наряду с химическими и микробиологическими показателями полученные данные положены в основу для определения рациональных режимов замораживания и размораживания столовой свеклы, как компонента полуфабрикатов для первых и вторых блюд.

Замораживание достаточно эффективно при консервировании сезонного урожая ягод, однако вопрос транспортировки свежих и замороженных ягод оказывает значительное влияние на обеспечение высоких товароведческих показателей. Корректировку устойчивости ягод к деформации осуществляли путем их предварительной обработки в водных растворах натрий карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ). Механические характеристики насыпного слоя свежих ягод и после размораживания исследовали прикладывая разные напряжения. Установлено, что обработка ягод раствором Na-КМЦ, как до замораживания, так и после уменьшает деформацию насыпного слоя, что объясняется защитным действием тонкой пленки Na-КМЦ на покровные ткани ягод. Следовательно, обработанные ягоды сохраняют свои товароведные свойства при транспортировке, размораживании, а также имеют значительные вкусовые качества и практически не отличаются от свежесобранных ягод.

Таким образом, основываясь на изложенных теоретических представлениях и экспериментальных результатах, имеется возможность разработать своеобразный товароведный паспорт, как для ассортимента замороженной продукции, так и для отдельных её видов. Каждое из свойств (органолептические, химические, микробиологические, физические, структурно-механические, оптические, теплофизические) может отвечать за одно или несколько товароведных свойств продукции. Так, например, введенный новый параметр $M_{cw,}$ который однозначно характеризует категорию свойств обратимости, взаимосвязан с химическими, структурно-механическими свойствами, цветностью и другими.

Для обобщения результатов товароведного паспорта предлагается использовать показатель прецизионности изученного свойства:

$$\Pr_{\langle n\rangle}^{\langle Sv\rangle} = 100 \cdot (1 + \log_n \frac{\sum x_i}{n}), \tag{3}$$

Этот показатель характеризует одновременно величину изученного свойства (Sv) и его зависимость (качество экспертизы) от количества (n) других сопряженных свойств. Например:

$$\Pr_{\langle 15\rangle}^{\langle Цв\rangle} = 80\%, \tag{4}$$

Это означает, что цветность изучена в зависимости от 15 сопряженных свойств, которые и обеспечивают на 80% качество данного цветового тона или чистоты цветового тона.

Устанавливая пределы варьирования величин с фактом обратимости, появляется возможность сформулировать целый ряд задач для технологов, показать примеры практической реализации для максимального сохранения качества замороженной продукции и расширить научные сведения о группе товаров, которые подвергаются замораживанию.

Выводы

Использование системного подхода к категориям обратимости товароведных свойств при замораживании продовольственного сырья и новых параметров их состояния позволяет получить:

— научные сведения о поведении сырья при замораживании, хранении и размораживании;

— научное обоснование режимов замораживания, хранения и размораживания широкого ассортимента пищевых продуктов;

— создать товароведные паспорта широкого ассортимента замороженных пищевых продуктов высокого качества;

— использовать показатель прецизионности для обобщения результатов товароведного паспорта;

— сформировать ряд технологических задач для производства широкого ассортимента замороженных пищевых продуктов;

— разработать новые виды замороженной продукции и внедрить их в производство.

Литература

1. Алмаши, Э. Быстрое замораживание пищевых продуктов [Текст] / Э. Алмаши, Л. Эрдели, Т. Шарей. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 406 с.
2. Орлова, Н. Я. Консистенция и влагоудерживающая способность замороженных плодов [Текст] / Н. Я. Орлова // Пищевая промышленность. – 1992. − №1. – С. 24-25.
3. Руцкий, А. В. Холодильная технология обработки и хранения продовольственных продуктов [Текст] /А. В. Руцкий. – Минск : Высшая школа, 1991. – 197 с.
4. Доценко Н., Кротов Є., Бровченко А. Кріозахист айви при заморожуванні [Текст] / Н. Доценко, Є. Кротов, А. Бровченко // Харчова і переробна промисловість. – 1997. − № 12. – С. 24−25.
5. Пат. 13953 Україна, МПК A/23L 1/00 Пристрій для визначення кількості вільної та зв'язаної вологи при температурах, близьких до температури рідкого азоту [Текст] / Одарченко А. М., Одарченко Д. М.,. Погожих М. І. – № 200511091 ; заявл. 21.08. 2005 ; опубл. 17.04.2006, Бюл. № 4.
6. Коренман, И. М. Фотометрические методы определения. Анализ органических соединений / И. М. Коренман – М. : Химия, 1975. – 258 с.
7. Цветометрия – новый метод контроля качества пищевой продукции, [Текст] / О. В. Байдичева [и др.] // Пищевая промышленность. – 2008. – №5. – С. 20 – 22.

УДК 664.8.037

ВПЛИВ ВИДУ УПАКОВКИ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЗАМОРОЖЕНИХ ЯГІД СУНИЦІ

Заморська І.Л., канд. сільськогоспг. наук, доцент
Уманський національний університет садівництва, м. Умань

У статті досліджено хімічний склад свіжих та заморожених ягід суниці в різних видах упаковки. За фізико-хімічними змінами ягід встановлено найбільш оптимальний вид упаковки для зберігання заморожених ягід суниці.

In the article investigational chemical composition of the fresh, frozen berries of strawberry and in the process of storage in the different kinds of packing. After the changes of physical and chemical indexes in the process of storage the most expedient type of packing is set for storage of the frozen berries of strawberry.

Ключові слова: заморожування, суниця, сорти, упаковка, хімічний склад, втрати маси.

Одним із найбільш ефективних способів консервування рослинної сировини за найменших втрат харчових і смакових її властивостей є заморожування [1]. Збереження якості сировини досягається дією низьких температур на блокування окиснювально-відновних процесів, мікробіологічної активності, а також зниження активності вільної води шляхом переходу її в кристалічний лід [2].

Суниця вирізняється високою врожайністю і десертними властивостями ягід, що використовуються в їжу свіжими та у вигляді різноманітних видів переробки. Вітамінність свіжих ягід, їх аромат, оптимальне співвідношення розчинних вуглеводів і органічних кислот, наявність мікроелементів та інших фізіологічно активних сполук є однією з характерних особливостей цієї культури. Моніторинг ринку швидкозамороженої продукції показав, що в структурі асортименту заморожених фруктів суниця складає 67,1 % [3]. Однак, якість готової продукції не завжди задовольняє вимоги споживачів.

У процесі заморожування та низькотемпературного зберігання спостерігаються зміни маси продукції, хімічного складу та структури тканин. Втрати маси продукцією можуть призводити до суттєвого погіршення її зовнішнього вигляду і, як наслідок, зниження споживчих властивостей. Істотний вплив на збереженість якості продукції має вид тари. Так, сливи, заморожені розсипом, протягом 3 год втрачають близько 4 % маси, тоді як у картонній коробці – 0,18 % [4]. Втрати маси замороженої чорної смородини у картонних коробках складають (11,1-18,1) %, натомість у поліетиленових пакетах – 0,2 % [5].

Метою наших досліджень було вивчення впливу заморожування на фізико-хімічні показники ягід суниці залежно від виду упаковки.

Дослідження проводили у 2009-2010 рр. на кафедрі технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва згідно з методичними вказівками до проведення досліджень із замороженими плодами, ягодами та овочами [6].

Суницю садову сортів Фестивальна ромашка, Дукат, Хоней та Полка доставляли в день збирання, товарну обробку ягід та підготовку їх до заморожування проводили згідно з технологічною інструкцією на вказаний вид продукції. Ягоди суниці заморожували розсипом у морозильній камері за температури мінус 30 °С. Заморожені ягоди, масою до 0,5 кг, пакували в сітчасті, поліетиленові пакети з поліетилену марки «Н», призначеного для зберігання харчової продукції, а також у пластикові контейнери масою до 1 кг, герметизували та зберігали протягом шести місяців за температури мінус 18 °С. Контролем у досліді слугували ягоди суниці, що зберігалися в сітчастих пакетах. У процесі досліджень визначали втрати маси та хімічний склад ягід: сухі розчинні речовини – рефрактометричним методом, цукри – фериціанідним, кислотність – титруванням лугом, аскорбінову кислоту – йодометричним методом. Дисперсійний аналіз проводили за Б.А. Доспеховим.

Дослідженнями встановлено, що найвищу кількість сухих розчинних речовин, у середньому за два роки досліджень, накопичили ягоди сорту Фестивальна ромашка – 8,2 %. Дещо нижча їх кількість на 2,5 % була у свіжих ягодах суниці сорту Хоней. Істотно нижчу кількість сухих речовин мали ягоди сортів Дукат та Полка, яка знаходилася на рівні (7,7-7,8) %.

Більшу частину сухих речовин у ягодах становлять вуглеводи, зокрема цукри. Їх вміст у суниці більше залежить від погодних умов, ніж особливостей сортів. Вміст цукрів у ягодах суниці сортів, що досліджували, коливався в межах (5,5-7,2) % і складав від 71,2 до 81,8 % від загальної кількості сухих розчинних речовин.

Кислотність свіжих ягід суниці встановлена на рівні (0,7-1,2) %, з істотною перевагою за рівнем показника сорту Дукат над іншими.

Вітамінна цінність ягід обумовлена вмістом у них аскорбінової кислоти. Її кількість у ягодах суниці коливалася в межах (63,0-94,6) мг/100 г. Істотно вищою С-вітамінністю протягом двох років досліджень характеризувалися ягоди суниці сорту Хоней – 94,6 мг/100 г.

Заморожування ягід сприяє значному збереженню компонентів хімічного складу, але все ж у ньому відбуваються деякі зміни. Зокрема, відмічено втрати маси продукцією на (1,9-4,6) %. Найменшим рівнем втрат характеризуються ягоди суниці сорту Хоней – 1,9 %.

Внаслідок процесу заморожування встановлено істотне зниження сухих розчинних речовин – на (5,0-11,0) % та аскорбінової кислоти – на (17,2-52,5) %. Дія низьких температур сприяла підвищенню рівня цукрів на (3,4-9,8) % залежно від сорту, за винятком ягід сорту Фестивальна ромашка, де відбулося зниження їх рівня на 16,7 %. Вміст органічних кислот зріс у ягід сортів Фестивальна ромашка та Полка на (11,8, 15,6) %, тоді як у ягід сортів Дукат і Хоней він, навпаки, знизився на (5,8, 10,7) % проти їх вмісту до заморожування.

У процесі зберігання встановлено значний вплив виду упаковки на зміни фізико-хімічних показників заморожених ягід. Так, при зберіганні ягід суниці протягом трьох місяців у сітчастих упаковках втрати маси встановлено на рівні (4,5-8,9) %, тоді як в поліетиленовій та контейнерах вони були значно нижчими і складали (0,41-0,74) %, залежно від сорту і виду упаковки. В процесі зберігання відбулися менш значні зміни хімічного складу плодів, однак їх рівень істотно залежав від виду упаковки та меншою мірою від помологічного сорту.

Слід зазначити, що зберігання ягід протягом трьох місяців призвело до зростання рівня сухих розчинних речовин у них на (3,3-10,9) %, що зумовлено гідролізом полісахаридів. Одночасно з цим у всіх варіантах досліду спостерігалися втрати цукрі на (6,3-18,3) % та підвищення рівня органічних кислот на (5,8-13,1) %. Вітамінна цінність заморожених ягід суниці в результаті зберігання знизилася на (8,4-29) %, за винятком ягід сорту Полка, у останніх встановлено її підвищення на (9,6-21,2) %, що, очевидно, зумовлено відновленням дегідроаскорбінової кислоти.

Серед видів упаковки, що досліджували, вищі втрати компонентів хімічного складу встановлено при зберіганні ягід у сітчастій упаковці: на (2,3-6,9) % цукрів та на (6,6-12,4) % аскорбінової кислоти. Слід відзначити, що втрати компонентів хімічного складу ягід у пластикових упаковках були на рівні втрат в поліетиленовій упаковці або неістотно їх перевищували.

Зберігання заморожених ягід суниці протягом шести місяців призвело до підвищення втрат маси продукції в сітчастій упаковці до (18,4-22,1) %, у поліетиленовій – до (1,1-1,6) %, у пластиковій – до (1,0-1,5) %. Найбільш істотні втрати маси спостерігалися при зберіганні ягід суниці сорту Фестивальна ромашка в сітчастій упаковці – 22,1 %.

Протягом шести місяців зберігання ягід відбулися також значні перетворення в їх хімічному складі. Зокрема, спостерігалися втрати сухих розчинних речовин у ягодах сортів Фестивальна ромашка та Полка на (1,2-9,0) %, залежно від сорту та виду упаковки. Однак, у ягодах сортів Дукат та Хоней, навпаки, їх

зростання, порівняно з попередніми показниками на (1,3-9,2) %. Протягом наступних трьох місяців зберігання відмічалося підвищення рівня цукрів на (2,0-19,6) %. Втрати органічних кислот встановлено на рівні (10,0-25,0) %, а аскорбінової кислоти – (2,8-11,1) %. Найнижчим рівнем втрат органічних кислот та аскорбінової кислоти, порівняно з іншими, характеризуються ягоди суниці, що зберігалися в поліетиленових упаковках (2,3-4,5) %.

Отже, зберігання ягід суниці в поліетиленових упаковках сприяє зниженню втрат маси продукції та компонентів хімічного складу. Серед сортів суниці, що досліджували, краще зберігали якість ягоди сорту Хоней.

Література

1. Одарченко Д. Якість фруктових напівфабрикатів / Д. Одарченко, А. Одарченко, В.Прокудіна, А. Євтушенко // Харчова і переробна промисловість, 2008. – № 2. – С. 23-24.
2. Иванченко В.И. Перспективы хранения плодоовощного сырья методом низкотемпературного замораживания /В.И. Иванченко// Вопросы развития Крыма (научно-практический дискуссионно-аналитический сборник). – Симферополь: Центр регионального развития, 1997. – Вып.8.
3. Орлова Н.Я. Заморожені плодоовочеві продукти: проблеми формування асортименту та якості / Н.Я. Орлова, С.О. Белінська. – К.: Київ. Нац. торг.-екон. ун-т. – 2005. – 336 с.
4. Минасян С.М. Применение глубокого замораживания для хранения плодоовощей и изделий из них / С.М. Минасян, Г.В. Хачатрян, Т.А. Ходжумян и др.// Состояние и перспективы применения искусственного холода в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: Материалы республиканского семинара. – Ереван, 1985. – С. 60-66.
5. Лойко Р.Э. Черная смородина для замораживания / Р.Э. Лойко, М.Г. Максименко, А.Ф. Радюк // Плодоовощное хозяйство. – 1987. – № 8. – С. 60.
6. Методические указания по проведению исследований с быстрозамороженными плодами, ягодами и овощами [Текст]. – М.: ВАСХНИЛ, 1984. – 25 с.

УДК 664.85.038

НАУЧНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ХРАНЕНИЯ СВЕЖЕЙ ТЕПЛИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ

Медведкова И.И., канд. техн. наук, доцент, Попова Н.А., канд. техн. наук, доцент
Донецкий национальный университет экономики и торговли имени М. Туган-Барановского

В статье описаны предпосылки, которые способствуют развитию такого направления в хранении свежей плодоовощной продукции, эффективность которого доказана научными исследованиями и практикой, как нанесение пленкообразующих веществ на поверхность плодов. Показано, что в соответствии с классификацией, пленкообразующие вещества подразделяются по наличию допуска к использованию как добавки в пищевые продукты, природного родства с кожицей плодов и овощей, степени кристалличности, растворимости в воде, совместимости с другими пленкообразователями и веществами, способности адсорбционно удерживать влагу и изменять свойства при изменении температурно-влажностных режимов хранения.

Pre-conditions which are instrumental in development of such direction in storage of fresh to the fruit and vegetable products are described in the article, efficiency of which is well-proven scientific researches and practice, as causing of by film-forming matters on the surface of garden-stuffs. It is rotined that in accordance with classification, by film-forming matters subdivide on the presence of admitting to the use as additions in food products, natural cognation with the skin of garden-stuffs and green-stuffs, cristallinity, to solubility in water, compatibility with other by film-forming and matters, capabilities adsorption to retain moisture and change properties at the change of the temperature-and-moister modes of storage.

Ключевые слова: тепличные овощи, композиционный состав, пищевые пленки, качество, хранение.

Для стабильного социально-экономического развития Украины необходимо повышение уровня обеспечения населения высококачественными продуктами питания в нужных объемах и ассортименте, в том числе и свежей плодоовощной продукцией. Наиболее приемлемым путем решения этой важной народнохозяйственной проблемы является качественное хранение плодоовощной продукцией при оптимальных объемах производства для потребностей внутреннего рынка и экспортирования.

Разработка эффективных способов и технологий хранения плодоовощной продукции всегда находится в центре внимания исследователей, поскольку имеет тесную связь с практикой и существенно влияет на его результаты. В области научных знаний известны труды многих ученых [1], исследовавших факторы и результаты хранения плодоовощной продукции при разработке и совершенствовании способов хранения.

Предприятия агропромышленного комплекса и торговли сегодня как никогда имеют потребность в эффективных нематериалоемких технологиях хранения, вследствие ухудшения состояния материально-технической базы хранения плодоовощной продукции и недостаточной ее вместимости

В развитии отечественной сферы хранения с использованием искусственного холода отмечается значительное отставание от экономически развитых стран, где на душу населения объем холодильных камер в 3,3-3,7 раза больше [2]. Поэтому хранилища с искусственным охлаждением, как достаточно дорогостоящий способ, используют преимущественно для длительного хранения.

Исходя из этого, использование холодильных камер для овощей с недлительным сроком хранения, к которым относятся свежие тепличные овощи, является достаточно проблематичным. Кроме того, содержание и развитие сферы хранения, в том числе с использованием искусственного холода, требует значительных материальных затрат, что в сложившихся экономических условиях вызывает трудности у торгующих и сельскохозяйственных предприятий [1]. Дорогостоящими, а потому экономически малоэффективными для краткосрочного хранения овощной продукции, являются способы с условиями измененной внешней газовой среды – регулируемой и модифицированной (РГС и МГС), а также их разновидностей [3]. Анализ достоинств и недостатков способов хранения в условиях измененной окружающей газовой среды проведен в ряде работ [3], к основным из них относится технологическая сложность, неэкологичность и постоянное удорожание энергоносителей.

Перечисленные предпосылки способствовали развитию такого направления в хранении свежей плодоовощной продукции, эффективность которого доказана научными исследованиями и практикой [3], как нанесение пленкообразующих веществ на поверхность плодов.

Способ хранения плодоовощной продукции с использованием пленкообразующих веществ, достаточно активно используемый в Западных странах, в последнее время получил развитие и в Украине. Экологичность используемых технологий хранения является одним из требований системы НАССР. Значение их возрастает, поскольку отличительной чертой современного этапа экономического развития Украины является его осуществление в условиях экологического кризиса. В возникновении целого ряда экологических проблем значительную роль сыграло использование технологий, загрязняющих окружающую среду. Инновационные технологические разработки, осуществляемые во всех научных сферах, в том числе и по хранению продукции, требуют учета этого аспекта.

Целесообразность использования технологий хранения обработанных пленкообразующими веществами овощей обосновывается их эффективностью, а так же сезонностью их производства и необходимостью круглогодичного обеспечения населения на практике.

Овощная продукция, наряду с фруктами, является основным источником природных витаминов, микроэлементов, органических кислот, пищевых волокон, необходимых для нормальной жизнедеятельности человека при ее потреблении. Объясняется это тем, что даже с небольшим количеством сухих веществ, содержащихся в плодоовощной продукции, организм человека получает биологически активные соединения и пищевые волокна, необходимые для обмена веществ, поддержания жизнедеятельности и здоровья, продолжения жизни. Особенностью последних, является способность связывать и выводить из организма токсичные вещества, и, в частности, тяжелые металлы.

В настоящее время в Украине уровень потребления плодоовощной продукции составляет (50-60) % от физиологической нормы. Среднестатистический гражданин Украины потребляет овощей на 18 %, а фруктов и ягод – на 71 % меньше, чем гражданин США, годовой рацион которого составляет 110 кг овощей и 140 кг фруктов и ягод. Еще более высокий уровень потребления плодов и овощей в Европейских государствах, таких как Германия, Австрия, Нидерланды, где он составляет до 300 кг в год, при этом тенденция к увеличению потребления сохраняется.

Поскольку увеличение уровня потребления свежих фруктов и овощей возможно, во-первых, за счет роста их объемов производства и, во-вторых, качественного хранения, то именно эти два направления следует рассматривать как одни из важнейших задач развития сельского хозяйства Украины. Это целесообразно не только с точки зрения удовлетворения внутренних потребностей, но и возможностей экспорта овощей и фруктов.

Научно обоснована и экспериментально доказана необходимость использования композиции из пленкообразующих веществ, а также введение в качестве добавок компонентов, снижающих микробиологические и физиологические заболевания плодов [1].

Анализ научной литературы и патентной документации показал, что во всех случаях экспериментальное апробирование пленкообразующих композиций для хранения разных видов плодоовощной продукции было эффективно: повышался выход стандартной продукции, удлинялся срок хранения, а при наличии антисептических компонентов (сорбиновой кислоты, 2-хлорэтил-фосфоновой кислоты, сернистого ангидрида и других) – снижалась поражаемость заболеваниями. Большинство исследований проведено на продукции с длительным сроком хранения – яблоках, чесноке, картофеле, моркови [3]. Продукции с краткосрочным хранением не уделялось достаточно внимания – исследованиям такого рода посвящено ограниченное число работ, а в качестве объектов использовались перец, персики, зелень, огурцы, томаты.

При разработке технологии хранения свежих тепличных овощей с использованием пленкообразующих композиций, в основе которой лежат факторы изменения внутритканевого газового состава и интенсивности дыхания [1], следует учитывать общепризнанные представления о сохраняемости плодов, в соответствии с которыми [5]:

— разница между составом газов внутри плода и их концентрацией в окружающем пространстве составляет для O_2 минус (1-3) %, а для CO_2 – плюс (1-3) %;

— интенсивность дыхания при концентрации CO_2 от 1 до 3 % мало отличается от дыхания на воздухе, а при ее возрастании до 6 % составляет 85 %;

— при CO_2 (10-12) % снижается уровень дыхания, но не меняется характер самого процесса, а при повышении содержания CO_2 более 12 % резко усиливаются анаэробные процессы;

— одновременное изменение обоих компонентов – снижение O_2 и увеличение CO_2, оказывает сильное кумулятивное воздействие на снижение дыхания; при значении O_2 и CO_2 в интервале (3-5) % уровень дыхания снижается в 2-3 раза по сравнению с дыханием на воздухе.

Композиционные пищевые пленки необычайно важны вследствие их действия по устранению вышеуказанных проблем и увеличению срока годности пищевых продуктов при хранении. Они также расширяют возможности создания новых пищевых продуктов и увеличения стремлений потребителей в отношении разнообразных свежих пищевых продуктов путем снижения потребностей в антиоксидантах и консервантах. Кроме, того, применение композиционных пленок снижает количество упаковки, требуемой для того, чтобы сохранить пищевой продукт, так как пленка действует как барьер для влаги и/или кислорода и улучшает срок годности при хранении. Из-за снижения потребности в упаковке пищевые пленки благоприятны с точки зрения административных положений и проблем, связанных с защитой окружающей среды.

Применение пленкообразующих барьеров на пищевых продуктах для сведения к минимуму выше указанных вредных эффектов описано в научной и патентной литературе. До сих пор развитие пищевых барьеров для воды и кислорода было направлено на барьеры, содержащие органические материалы, в частности липиды и белки. Разработка барьеров для паров воды была сконцентрирована на барьерах, в основном содержащих целлюлозу, липиды и белок. Как правило, барьеры, содержащие липиды, являются менее проницаемыми для водяного пара, чем барьеры, содержащие белки.

Для того чтобы снизить хрупкость/ломкость, связанную с барьерами, содержащими липиды, требуется нелипидная подложка. В качестве пленки-подложки обычно используют целлюлозные пленки. Затем к ним добавляют пластификаторы для снижения хрупкости. Как в подложке, так и в барьере можно использовать белки, однако они часто являются не такими эффективными как липидный барьер. Работы последнего времени были сконцентрированы на пленках из белков и углеводов. В центре внимания многих последних работ были белки, такие как коллаген, зеин, желатин, клейковина и различные белки молока. Также исследовали такие углеводы, как хитозан, модифицированная целлюлоза и метилцеллюлоза. Эти материалы пригодны во многих областях пищевой промышленности, где должна поддерживаться активность воды для того, чтобы сохранить качество продукта и микробную безопасность. До того, как эти технологии будут более широко приняты, необходимы дополнительные исследования.

Эффективность зависит непосредственно от толщины покрытия. Более толстый барьер хуже принимается потребителями, так как он влияет на качество ощущения во рту вследствие различий в консистенции. Как правило, более эффективные покрытия имеют худшее ощущение во рту. Примером этого явления может служить барьер из восковой пленки. Воск является эффективным барьером, однако в этом случае необходимо добавлять такое его количество, что он становится жестким во рту и не плавится (то есть парафиновый воск). Иногда на фруктах создают восковые слои, чтобы увеличить срок годности при хранении, однако эти восковые слои ощущаются потребителями и, таким образом, являются нежелательными. Тем не менее, эти воски наполовину снижают потерю влаги.

В соответствии с классификацией, пленкообразующие вещества подразделяются по наличию допуска к использованию как добавки в пищевые продукты, природного родства с кожицей плодов и овощей, степени кристалличности, растворимости в воде, совместимости с другими пленкообразователями и ве-

ществами, способности адсорбционно удерживать влагу и изменять свойства при изменении температурно-влажностных режимов хранения. Пленкообразующие вещества должны обладать высокоадгезивной способностью и таким достаточно важным свойством, как безвредность (нетоксичность, канцерогенность, немутогенность) [1, 6, 7].

Результаты изучения методологического подхода к выбору пленкообразующих веществ, исходя из научной концепции сохраняемости плодов, с использованием пленкообразующих композиций, показывают, что в технологии обработки и хранения плодов предопределяющими являются три аспекта: выбор пленкообразующих веществ, способ и параметры технологических процессов нанесения пленки и условия хранения.

Таким образом, можно сделать вывод, что исследования в области состава и свойств пленкообразующих композиций, а также их влияния на качество и сохраняемость свежей тепличной продукции своевременны и перспективны.

Литература

1. Елисеева Л.Г., Личко Н.М., Кудрина В.Н. и др. Технология хранения продукции растениеводства. Методические указания. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 84 с.
2. Бедин Ф.П., Белан Е.Ф., Чумак Н.И. Технология хранения растительного сырья. Физиологические, теплофизические и транспортные свойства. – Одесса, Астропринт, 2002. – 306 с.
3. Коробкина З.В. Прогрессивные методы хранении плодов и овощей. – К.: Урожай, 1989. – 166 с.
4. Пищевые волокна / Дудкин М.С., Черка Н.К., Казанская И.С. и др. – К.: Урожай, 1988. – 145 с.
5. Медведкова І.І. Використання плівкоутворювальних композицій для подовження термінів зберігання тепличних томатів // Вісник ДонДУЕТ. Сер. „Технічні науки". – 2006. – № 1 (29). – С. 94-98.
6. Сумм Б.Д., Горюнова Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания. – М.: Химия, 1976. – 236 с.
7. Турбін В.О. Наукове обґрунтування технології зберігання та забезпечення якості основної плодоовочевої продукції: Автореф. дис… д-ра техн. наук: 05.18.03 / Херсонський держ. техн. ун-т. – Херсон, 2004. – 37 с.

УДК 634.13: 006.83: 631.526.3: 631.543(477): 581.524.12

РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СОРТАМЕНТУ ГРУШІ ЛІТНЬОГО СТРОКУ ДОСТИГАННЯ РАЙОНОВАНИХ В УКРАЇНІ ТА ЙОГО КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ

Колтунов В.А., д-р с.-г. наук, професор
Київський торгово-економічний університет, м. Київ
Гіджеліцький В.М., канд. техн. наук, доцент
Київський кооперативний інститут бізнесу і права, м. Київ
Мазур В.А., аспірант
Уманський національний університет садівництва, м. Умань

Дано комплексну оцінку сортів груші літнього достигання за товарознавчими та господарськими показниками. Проведено групування сортів за даними показниками по різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Визначено найбільш конкурентоспроможні сорти для подальшого їх використання за призначенням.

The complex estimation of summer variety of pears is given after commodity expert and economic indexes. Grouping of variety is conducted after these indexes on different climatic areas. The most competition summer variety of pears are certain for their further use after setting.

Ключові слова: потенціал сортаменту, літні сорти груші, товарознавчі та господарські показники, групування сортів, конкурентоспроможність сортів.

Одним із вирішальних факторів, що визначають урожайність, якість і збереженість плодів, є біологічний сорт. В Україні районовано понад 70 помологічних сортів груші, з яких майже 17 % припадає на сорти літнього строку достигання [1].

Періодом споживання плодів груші літнього строку достигання є в основному кінець липня – початок серпня, але окремі з них починають дозрівати на початку серпня із закінченням збирання врожаю у

споживчій стиглості на першу половину вересня. Віддача врожаю у споживчій стиглості у більшості сортів розтягнута в часі. Час споживання плодів груші літніх сортів обмежується терміном 1,5 місяця, а окремих – 10-15 днів.

Для того щоб подовжити час споживання плодів, організовують їх збирання у знімальній стадії стиглості, закладають у холодильні камери зі зберіганням впродовж 2-3 місяців з ритмічним постачанням їх на ринок. Якщо груші своєчасно не зняти у відповідній стиглості, спостерігається їх масове осипання. Втрати товарного врожаю за таких умов можуть сягати 50 %, збіднюючи внутрішній ринок, що й буде сприяти зростанню роздрібних цін на плоди груші.

Аналізуючи вищевикладене, стає зрозумілим, що проблема високоякісного збереження врожаю літніх сортів груші та тривала насиченість плодами з низькою ціною ринку України є актуальною.

У цій статті ми розглянули плоди літніх сортів груші районованих в Україні за зонами: Полісся – Улюблена Клаппа, Бере Жіффар, Іллінка, Скороспілка із Треву і Бере літня; Лісостеп – Улюблена Клаппа, Бере Жіффар, Іллінка, Вільямс, Корсунська, Лимонка, Бере прекос Мореттині, Мліївська рання, Солодка з Млієва; Степ – Улюблена Клаппа, Бере Жіффар, Іллінка, Скороспілка із Треву, Вільямс, Лимонка, Вільямс руж Дельбара, Старкримсон, Мраморна, Дитяча і Провінціалка. Ряд сортів районовані в двох чи трьох зонах, тому при визначені середніх значень певних показників їх враховували відповідно у різних зонах.

Метою цих досліджень є визначити ресурсний потенціал сортаменту груші літніх сортів у ґрунтово-кліматичних зонах України і дати йому комплексну господарську і товарознавчу оцінку.

Завдання полягало в узагальненні, систематизації і групуванні районованих в Україні сортів за їх урожайними і якісними показниками.

Методика досліджень базується на систематизації та узагальнювальній оцінці інформаційних матеріалів, отриманих з наукової літератури, даних Державного сортовипробування та науково-дослідних установ.

Україна має три великі ґрунтово-кліматичні зони: Лісостеп, Степ, Полісся, а також декілька мікрозон (Крим, Карпати тощо). В існуючих насадженнях груші наявні як сорти, зняті з районування, так і нові, які ще не набули великого поширення. На внутрішньому ринку присутні плоди всіх сортів груші, які відрізняються за господарським і товарознавчим показниками. У зв'язку з цим виникла проблема у поглибленому вивченні стану досліджуваного питання та проведенні групування сортів за окремими показниками.

Дати порівняльну характеристику сортам можна за допомогою визначення їх інтегрального показника конкурентоспроможності. Для визначення конкурентоспроможності сортів груші потрібен комплексний підхід за методом, який ми застосовували й на інших культурах [2, 3].

Ця методика базується на ранжуванні можливих значень показників конкурентоспроможності (табл. 1 і 2) й розрахунку узагальнювальної оцінки на основі отриманих даних (табл. 10).

Таблиця 1 – Визначення сумарного бала комплексного вмісту основних поживних речовин

Хімічні речовини	Коефіцієнт *	Ранги показників якості				
		5	4	3	2	1
Сухі розчинні речовини, %	0,30	16,36-18,10	14,62-16,35	12,88-14,61	11,14-12,87	9,4-11,13
Цукри, %	0,25	12,69-14,12	11,26-12,68	9,83-11,25	8,4-9,82	6,97-8,3
Кислоти, %	0,20	0,99-1,17	0,79-0,98	0,59-0,78	0,39-0,58	0,19-0,38
Пектини, %	0,15	1,11-1,28	0,94-1,1	0,77-0,93	0,6-0,76	0,42-0,5
Вітамін С, мг%	0,10	18,18-22,7	13,66-18,17	9,14-13,65	4,52-9,13	0,1-4,51

*) – за результатами експериментальних досліджень.

Таблиця 2 – Порядкова шкала інтервалів господарських і товарознавчих ознак груші

Назва ознаки	Коеф. значущості *	Значення ознак за відповідними номерами рангів				
		5	4	3	2	1
Урожайність, т/га	0,25	45,0 і >	30,0-45,0	20,1-29,9	10,1-19,9	10,0 і <
Маса плодів, г	0,15	500 і >	300-499	150-299	101-149	100 і <
Смак, бали	0,15	4,5-5	4,0-4,4	3-3,9	2-2,9	2 і <
Сумарний індекс якості	0,15	0,8-1,0	0,7-0,79	0,6-0,69	0,5-0,59	0,49 і <
Лежкість	0,20	Дуже добра	Добра	Середня	Погана	Дуже погана
Стійкість до хвороб	0,10	Дуже добра	Добра	Середня	Погана	Дуже погана

*) – за результатами експериментальних досліджень.

Окремі індекси якості визначаються співвідношенням вмісту фактичного показника до базового. А оскільки останні відсутні на Державному рівні, ми приймаємо за базові мінімальні нормативи середні значення даного показника за зонами районування (табл. 5). Сумарний індекс якості – комплексний показник вмісту поживних речовин. Він виражається вмістом суми індексів до їх кількості.

Середні багаторічні дані (20 років) товарознавчих та господарських характеристик літніх сортів груші наведені в табл. 3-5.

Таблиця 3 – Господарсько-товарознавча оцінка літніх сортів груш районованих в Україні* (за 1990-2010 рр.) [2, 3, 4]

Зона районування	Назва сорту	Урожайність, ц/га	Маса, г	Оцінка смакових якостей, бали	Стійкість до хвороб
Степ	Вільямс руж Дельбара	154	205	4,6 – 4,7	Середня
	Старкримсон	250	250	4,7 – 4,8	Добра
	Мраморна	170	160	4,0 – 4,2	Середня
Середнє значення		287	185	-	-
Лісостеп	Вільямс	300	175	4,6 – 4,8	Середня
	Корсунська	174	150	4,4 – 4,5	Добра
	Лимонка	450	72	4,1 – 4,3	Погана
	Бере прекос Мореттині	140	185	4,6 – 4,8	Погана
	Мліївська рання	202	145	4,0 – 4,5	Добра
	Солодка з Млієва	142	175	4,0 – 4,5	Добра
Середнє значення		277	146		
Полісся	Улюблена Клаппа	450	205	4,6 – 4,8	Погана
	Бере Жіффар	208	80	4,5 – 4,7	Погана
	Іллінка	430	130	3,5 – 4,0	Погана
	Скороспілка із Треву	170	305	4,5 – 4,8	Середня
	Бере літня	400	255	4,4 – 4,6	Добра
Середнє значення		332	195	-	-
Середнє значення за всіма зонами		**260**	**184**	**-**	**-**

Таблиця 4 – Хімічний склад літніх сортів груш, районованих в Україні * (дані за 1990-2010 рр.) [2, 3, 4]

Зона районування	Назва сорту	Хімічний склад				Сумарний індекс якості
		сухі речовини, %	цукри, %	кислоти, %	вітамін С, мг/100г	
Степ	Вільямс руж Дельбара	14,2	8,2	0,16	4,9	0,45
	Старкримсон	16,9	10,3	0,10	2,6	0,82
	Мраморна	16,9	10,4	0,05	-	0,82
Середнє значення		16,2	9,8	0,18	4,7	-
Лісостеп	Вільямс	16,1	9,0	0,23	5,4	0,53
	Корсунська	17,3	10,9	0,25	5,3	0,82
	Лимонка	18,1	8,8	0,09	3,8	0,73
	Бере прекос Мореттині	15,0	12,4	0,11	4,2	0,80
	Мліївська рання	16,3	12,3	0,26	5,1	0,80
	Солодка з Млієва	11,9	7,7	0,16	3,6	0,35
Середнє значення		15,8	10,1	0,19	4,9	-
Полісся	Бере Жіффар	12,5	10,2	0,32	-	0,52
	Улюблена Клаппа	16,5	9,7	0,14	6,6	0,73
	Іллінка	18,6	10,0	0,14	-	0,82
	Бере літня	12,2	8,0	0,16	2,5	0,35
	Скороспілка із Треву	16,5	11,0	0,35	-	0,82
Середнє значення		15,3	9,8	0,22	4,5	–
Середнє значення за всіма зонами		**15,6**	**9,9**	**0,18**	**4,1**	**–**

Таблиця 5 – Середні багаторічні значення хімічного складу плодів груші за ґрунтово-кліматичними зонами і групами стиглості

Хімічний склад	Степ			Лісостеп			Полісся		
	Група стиглості			Група стиглості			Група стиглості		
	Літні	Осінні	Зимові	Літні	Осінні	Зимові	Літні	Осінні	Зимові
СРР, %	16,2	15,0	15,6	15,8	14,8	15,2	15,3	15,1	14,5
Цукри, %	9,8	10,2	10,2	10,1	10,1	10,4	9,8	10,2	10,2
Кислоти, %	0,18	0,22	0,27	0,19	0,20	0,29	0,22	0,19	0,28
Вітамін С, мг/100г	4,7	4,6	5,4	4,9	3,5	3,4	4,5	3,2	3,1

*) СРР – сухі розчинні речовини

За результатами узагальнення даних літератури виявлено велику строкатість між сортами груші за товарознавчими та господарськими показниками в українському сортаменті (табл. 6-9).

Таблиця 6 – Групування сортів груші за врожайністю (дані за 1990-2010 рр. [2, 3, 4])

Степ		Лісостеп		Полісся	
урожайність, т/га	кількість сортів, шт.	урожайність, т/га	кількість сортів, шт.	урожайність, т/га	кількість сортів, шт.
45,0 і >	2	45,0 і >	2	45,0 і >	1
30,0-44,9	2	30,0-44,9	2	30,0-44,9	2
20,0-29,9	4	20,0-29,9	2	20,0-29,9	1
10,1-19,9	3	10,1-19,9	3	10,1-19,9	1
10,0 і <	-	10,0 і <	–	10,0 і <	–

Таблиця 7 – Групування сортів груші за масою плоду (дані за 1990-2010 рр. [2, 3, 4])

Степ		Лісостеп		Полісся	
маса плодів, г	кількість сортів, шт.	маса плодів, г	кількість сортів, шт.	маса плодів, г	кількість сортів, шт.
500 і >	-	500 і >	-	500 і >	–
300-499	1	300-499	-	300-499	1
150-299	7	150-299	5	150-299	2
101-149	1	101-149	2	101-149	1
100 і <	2	100 і <	2	100	1

Таблиця 8 – Групування сортів груші за оцінкою смакових якостей (дані за 1990-2010 рр. [2, 3, 4])

Степ		Лісостеп		Полісся	
смак, бали	кількість сортів, шт.	смак, бали	кількість сортів, шт.	смак, бали	кількість сортів, шт.
4,5-5,0	8	4,5-5,0	4	4,5-5,0	3
4,0-4,4	2	4,0-4,4	5	4,0-4,4	1
3,0-3,9	1	3,0-3,9	-	3,0-3,9	1
2,0-2,9	-	2,0-2,9	-	2,0-2,9	-
2,0 і <	-	2,0 і <	-	2,0 і <	-

З даних таблиць 6-9 випливає, що між основними показниками плодів існує велика строкатість, при цьому є сорти, які мають показники кращі від інших. Зокрема, в кожній зоні вирощування є лише 1-2 сорти, які мають високу врожайність (табл. 6). Плоди літніх сортів груші, районовані в зоні Лісостепу, мають невелику середню масу плодів, у той час як у Степу і Поліссі є сорти із середньою масою плоду більше 300 г. За смакові якості літні сорти груші досить високо ціняться. Дегустаційні бали більшості з них становлять 4,5-5. Відмічено високий вміст сухих розчинних речовин та цукрів у більшості плодів літніх сортів. У той самий час, є плоди з досить низькою часткою зазначених показників, що ставить під сумнів їх вирощування у значних об'ємах.

Велике різноманіття сортів не дозволяє споживачеві розібратись у їх перевагах і визначити кращі. Тому, оскільки зовнішні ознаки не є всебічним показником якості, нами запропоновано комплексний підхід для визначення конкурентоспроможності плодів груші літніх сортів.

Показник (коефіцієнт) конкурентоспроможності плодів груші літніх сортів враховує всі показники, висвітлені в таблицях 3-4.

Таблиця 9 – Групування сортів груші за вмістом сухих речовин і цукрі (дані за 1990-2010 рр. [2, 3, 4])

Степ				Лісостеп				Полісся			
СРР *, %	кількість сортів, шт.	цукри, %	кількість сортів, шт.	СРР, %	кількість сортів, шт.	цукри, %	кількість сортів, шт.	СРР, %	кількість сортів, шт.	цукри, %	кількість сортів, шт.
16,36-18,10	6	12,69-14,12	–	16,36-18,10	5	12,69-14,12	–	16,36-18,10	3	12,69-14,12	–
14,62-16,35	1	11,26-12,68	–	14,62-16,35	2	11,26-12,68	2	14,62-16,35	–	11,26-12,68	–
12,88-14,61	1	9,83-11,25	5	12,88-14,61	–	9,83-11,25	3	12,88-14,61	2	9,83-11,25	4
11,14-12,87	1	8,40-9,82	3	11,14-12,87	2	8,40-9,82	3	11,14-12,87	–	8,40-9,82	-
9,10-11,13	–	6,97-8,30	1	9,10-11,13	-	6,97-8,30	1	9,10-11,13	–	6,97-8,30	1

*) СРР – сухі розчинні речовини.

Так, груша сорту Улюблена Клаппа має середню врожайність 45,0 т/га (табл. 3), що за ранжуванням значень показників відповідає 5 балам (табл. 2). Маса плоду даного сорту становить 205 г, що відповідає 3 ранговому балу. Оцінний ранговий бал стосовно інших показників визначали так само.

Отже, ми визначили рангові бали за кожним показником конкурентоспроможності. Далі, якщо кожний оцінний ранговий бал показників, по певному сорту, перемножити на відповідні коефіцієнти значущості, то ми одержимо коефіцієнт конкурентоспроможності (КС) [5, 6].

У сорту Улюблена Клаппа він становив:

КС=5×0,25+3×0,15+5×0,15+4×0,15+2×0,20+3×0,10=3,75 бала.

Таким чином, ми отримали комплексну оцінку конкурентоспроможності для кожного сорту (табл. 10).

За даними таблиці 10, в Україні мало літніх сортів груші, які б можна було назвати конкурентоспроможними за всіма ознаками. Це можна пояснити недостатніми лежкістю плодів і їх стійкістю до хвороб. За комплексом господарських і товарознавчих властивостей найбільш конкурентоспроможними є сорти Улюблена Клаппа та Млієвська рання, які мали вищу від інших комплексну оцінку за рахунок високої врожайності та сумарного індексу якості.

Таблиця 10 – Конкурентоспроможність досліджуваних сортів груші (за п'ятибальною системою)

Сорт	Оцінний ранговий бал показників							Коефіцієнт конкурентоспроможності	Місце, яке зайняв сорт
	Урожайність	Маса плодів	Смак	Сумарний індекс якості	Лежкість	Стійкість до хвороб	Сума балів		
Улюблена Клаппа	5	3	5	4	2	3	22	3,75	1
Мліївська рання	3	3	4	5	4	4	23	3,75	1
Вільямс	4	3	5	3	3	3	22	3,70	2
Старкримсон	3	3	5	5	3	4	23	3,70	2
Корсунська	2	3	4	4	4	4	21	3,35	3
Лимонка	5	1	4	3	3	2	18	3,25	4
Скороспілка із Треву	2	3	5	5	2	3	20	3,15	5
Іллінка	4	2	3	5	2	2	18	3,10	6
Солодка з Млієва	2	3	4	1	5	4	19	3,10	6
Вільямс руж Дельбара	2	3	5	1	4	4	19	3,05	7
Бере літня	4	3	4	1	2	4	18	3,0	8
Мраморна	2	3	4	5	2	3	19	3,0	8
Бере прекос Мореттині	2	3	5	5	1	2	18	2,85	9
Бере Жіффар	3	2	5	3	1	2	16	2,65	10
В середньому								3,25	

У той самий час половина сортів є неконкурентоспроможними, коефіцієнт яких нижчий від середнього значення – 3,25 бала.

Висновки. Результати наших досліджень показали, що в кожній ґрунтово-кліматичній зоні є сорти з кращими комплексними показниками і вони найбільш придатні для використання за призначенням. У зоні Полісся – Скороспілка із Треву та Улюблена Клаппа; Лісостеп – Улюблена Клаппа і Бере прекос Моретгині; Степ – Старкримсон та Улюблена Клаппа.

За комплексом господарських і товарознавчих властивостей найбільш конкурентоспроможними є сорти Улюблена Клаппа та Млієвська рання, друге місце в рейтингу займають сорти Вільямс і Старкримсон.

Указаний в табл. 5 середній багаторічний вміст основних хімічних компонентів можна прийняти за базові мінімальні нормативи, яких в Україні, на жаль, не існує. Тому часто вводять у Реєстр сорти, у яких вміст основних речовин значно нижчий від указаних базових. Ми пропонуємо керуватися цими нормативами при включенні сорту груші до Реєстру сортів рослин для поширення в Україні.

Література

1. Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2011 році / розроб. О. М. Гончар [та ін.]; Державна служба з охорони прав на сорти рослин, Український ін-т експертизи сортів рослин. – К.: Алефа, 2011. – 290 с.
2. Матвієнко М.В. Груша в Україні / М.В. Матвієнко, Р.Д. Бабіна, П.В. Кондратенко. – К.: Аграрна думка УААН, 2006. – 320 с.
3. Атлас перспективных сортов плодовых и ягодных культур Украины. Под ред. Копаня В.П. – К.: ООО «Одекс», 1999. – 454 с.
4. Помология в 5 т. / Т. 2.: Груша и айва / Р.П. Дрозденко, Е.А. Дуганова, В.И. Сайко и др.; Науч. ред. Р.П. Дрозденко, О.Д. Чиж. – К.: Урожай, 1995. – 224 с.
5. Колтунов В.А. Якість плодоовочевої продукції та технологія її зберігання. У 2 ч. – Ч. І. – Якість і збереженість картоплі та овочів: Монографія / В.А. Колтунов. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2004. – 568 с.
6. Колтунов В.А. Якість плодоовочевої продукції та технологія її зберігання. У 2 ч. – Ч. ІІ. – Якість і збереженість плодів та ягід: Монографія / В.А. Колтунов. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2004. – 249 с.

УДК 637.146.3.002.22:664.87

ВИВЧЕННЯ ВТРАТ РЕЧОВИН ПРИ КИСЛОТНІЙ ЕКСТРАКЦІЇ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК З ЯДРА СОНЯШНИКОВОГО НАСІННЯ

Перцевой Ф.В., д-р техн. наук, професор
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків
Бідюк Д.О., асистент
Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка, м. Харків

У статті наведено результати досліджень щодо кількості видалених фенольних сполук та втрат основних поживних речовин ядра соняшникового насіння при його гідротермічній обробці. Наведено порівняльну характеристику хімічного складу ядра нативного, гідротермічно обробленого та розробленої емульсії на основі обробленого ядра.

The article presents the results of studies on the number of phenolic compounds extracted and loss of basic nutrients kernel sunflower seeds during its hydrothermal treatment. A comparison of the chemical composition of native kernel, hydrothermal processed and developed on the basis of the processed emulsion kernel.

Ключові слова: ядро соняшникового насіння, фенольні сполуки, кислотна екстракція, гідротермічна обробка, емульсія, хімічний склад.

На сучасному етапі склалася стійка тенденція виробництва продуктів харчування комбінованого складу із залученням сировини рослинного походження [1]. Необхідно відмітити, що значну питому вагу серед продуктів харчування, зокрема комбінованих, займають продукти з емульсійною структурою, що мають високі споживчі якості та харчову цінність.

З огляду на складний сучасний стан харчування населення, дефіцит у раціоні насамперед білка, а також інших не менш важливих поживних речовин, нами запропоновано технологію емульсії на основі ядра соняшникового насіння. Використання соняшника, що є провідною культурою в Україні, при ство-

ренні нових продуктів харчування або комбінування його із сировиною тваринного походження дозволить не тільки використати потенціал його високої харчової та біологічної цінності, а ще й надасть можливість регулювання в широкому діапазоні фізико-хімічних, структурно-механічних властивостей отриманих харчових систем [2].

Використання білкових продуктів переробки соняшника у харчових технологіях добре відомо. Цими проблемами займалися як вітчизняні, так і закордонні вчені [2, 3]. Менш вивченим, але не менш перспективним, є залучення до виробництва нових продуктів цільних ядер соняшника, основні поживні речовини якого знаходяться у нативному вигляді.

Традиційно насіння соняшника використовують для отримання олії, а також при виробництві кондитерських, хлібобулочних виробів тощо.

В основу ідеї створення розробленої емульсії покладено можливість використання як поверхово активних речовин білків соняшника, що, як відомо з багатьох досліджень, мають високі емульгувальні властивості [3].

На рис. 1 наведено розроблену нами принципову технологічну схему виробництва емульсії, що передбачає три модулі: модуль В – «Підготовка ядра соняшникового насіння», модуль Б – «Гідротермічна обробка ядра» та модуль А – «Утворення та стабілізація емульсії».

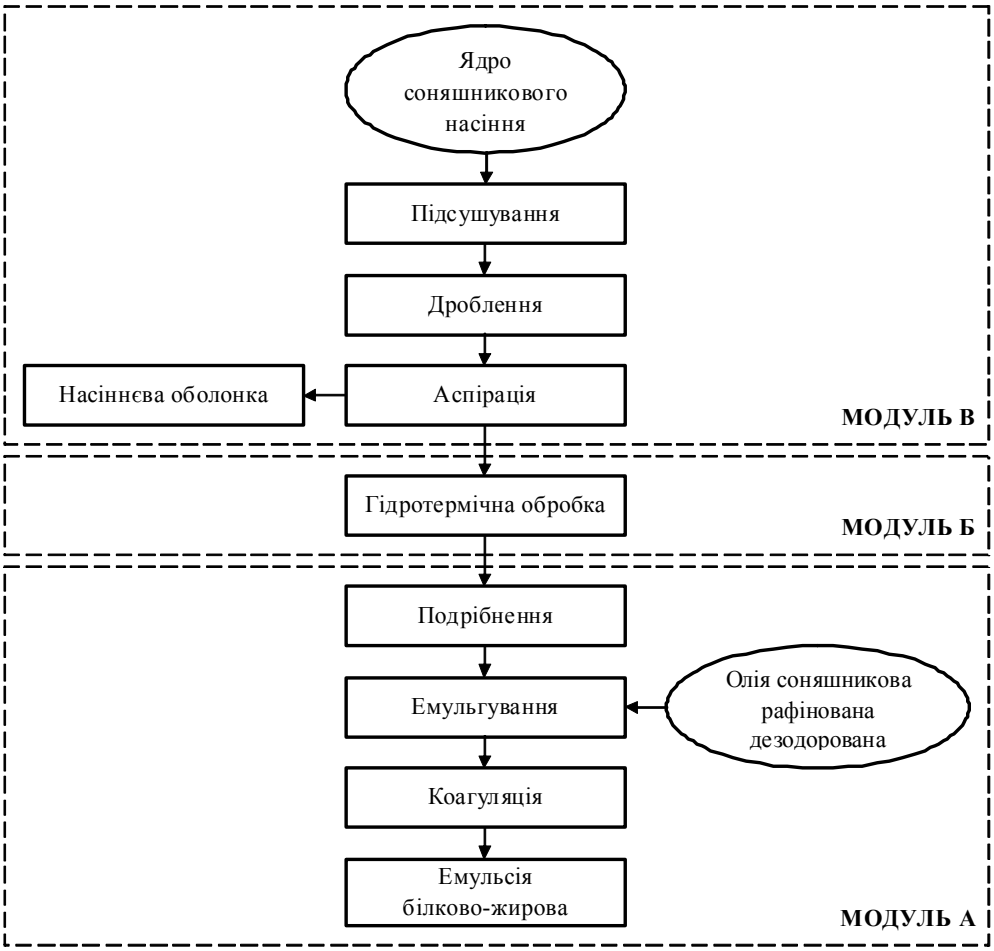


Рис. 1 – Принципова технологічна схема виробництва емульсії на основі ядра соняшникового насіння

Гідротермічна обробка підготовленого ядра є важливою стадією, що проводиться з метою максимального видалення біологічно природних для них фенольних сполук, насамперед хлорогенової кислоти, вміст якої в ядрі складає до 3 % [3, 4]. Безпосередньо ядро соняшника має світлий колір, однак при його подрібненні та введенні в харчові продукти за умов теплової обробки утворюються сполуки білків з хлорогеновою кислотою та її похідними, що призводить до істотної зміни кольору. Присутність хлорогенової кислоти окрім цього знижує харчову та біологічну цінність, а також погіршує функціональні властивості білків соняшника [3].

Специфіка використовуваної нами сировини – ядра – обумовлює застосування як розчинника при його гідротермічній обробці кислотного розчину. З цією метою проводять екстракцію фенольних сполук із підготовленого ядра методом настоювання у кислотному розчині за температури 60 ºС.

Ядро соняшника, як відомо, являє собою капілярно-пористу систему. Розташований у кутах дотику сусідніх клітин міжклітинний простір заповнений у сухого насіння газовим середовищем, за рахунок чого при гідротермічній обробці ядра відбувається його набрякання [5]. Фізично процес екстракції заснований на вибірній дифузії низькомолекулярних речовин, таких як фенольні сполуки, моносахариди, мінеральні кислоти, солі через напівпроникні мембрани клітин запасних тканин ядра, у той час як великі молекули цінних у харчовому відношенні речовин – тригліцеридів, білків залишаються у ядрі [2].

Однак важливо відзначити той факт, що при такій обробці ядра неминучими є й втрати важливих поживних речовин.

У дослідженнях було використано підготовлене ядро ціле та дроблене фракціоноване з розмірами часток в інтервалі 3…4, 2…3 та 1…2 мм. Тривалість гідротермічної обробки залежала від ступеня подрібнення ядра та визначалася часом, коли загальний вміст сухих речовин у зразках не змінювався. Залишкову кількість фенольних сполук та основних поживних речовин визначали у зразках та з урахуванням кількості сухих речовин, що перейшли в екстракт, розраховували їх втрати.

На рис. 2 наведено результати досліджень кількості видалених фенольних сполук та втрат основних поживних речовин – ліпідів, білкових речовин, золи, а також загальних сухих речовин у відсотках до загального їх вмісту.

З рис. 2 та табл. 1 видно, що спостерігається загальна тенденція збільшення переходу загальних сухих речовин у екстракт зі збільшенням ступеня дисперсності підготовленого ядра. При дробленні ядра відбувається часткове руйнування клітин запасних тканин соняшника, основний об’єм клітин яких складає цитоплазма, у якій містяться ліпіди та білки, що у вигляді ліпідних сферосом та білкових глобул щільно заповнюють увесь вільний об’єм клітини [5]. Зі збільшенням ступеня подрібнення питома поверхня фракціонованих часточок, а значить й зруйнованих клітин, істотно зростає. Так, загальні втрати сухих речовин ядра складають від 7 до 24 %.

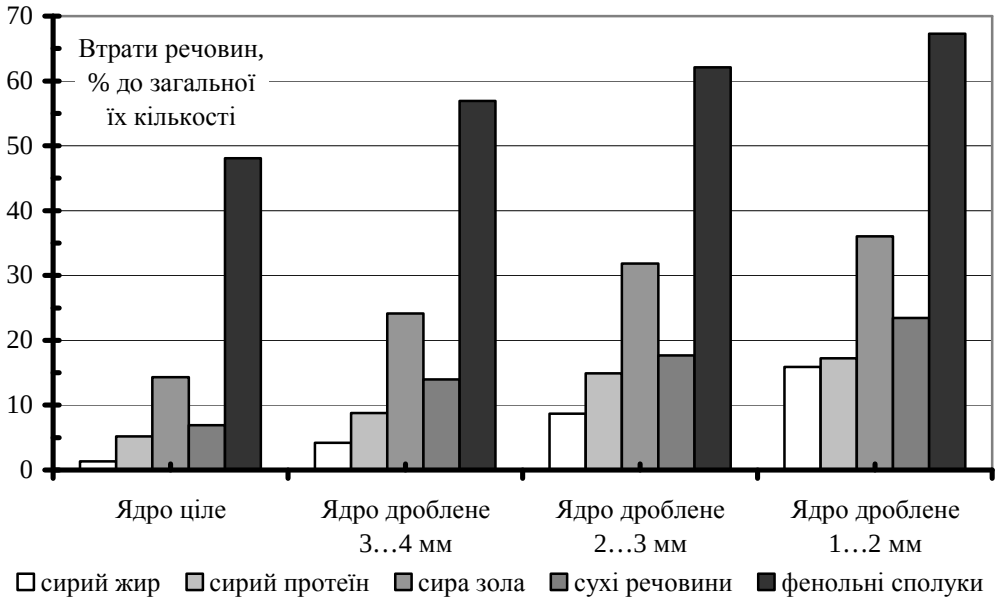


Рис. 2 – Залежність кількості втрат речовин при гідротермічній обробці ядра соняшникового насіння

Таблиця 1 – Характеристика втрат речовин при гідротермічній обробці ядра соняшникового насіння

Найменування зразків	Втрати речовин при гідротермічній обробці ядра, % до загальної їх кількості				
	сухі речовини	сирий жир	сирий протеїн	сира зола	фенольні сполуки
Ядро ціле	6,93±0,03	1,35±0,01	5,20±0,03	14,30±0,09	48,08±0,96
Ядро дроблене (3…4) мм	13,96±0,07	4,20±0,02	8,79±0,05	24,12±0,12	56,90±1,14
Ядро дроблене (2…3) мм	17,69±0,11	8,71±0,05	14,90±0,06	31,85±0,13	62,09±1,18
Ядро дроблене (1…2) мм	23,46±0,14	15,92±0,08	17,22±0,09	36,01±0,18	67,28±1,41

Гідротермічна обробка за досліджуваної температури залежно від ступеня подрібнення матеріалу забезпечує видалення від 48 до 67 % фенольних сполук від загального їх вмісту. Отримані дані узгоджуються з літературними, з яких відомо, що частина фенольних сполук зв'язана з білками, тому повністю водним розчином кислоти вони не видаляються [2, 3].

Порівняно з кількістю видалених фенольних сполук досить високою величиною характеризуються втрати зольних елементів, що складають від 14 до 36 %. Великі втрати мінеральних елементів можна пояснити тим, що більшість молекул їх солей знаходиться у розчинному стані та мають малий розмір, що зумовлює відносно легку їх дифузію через клітинні стінки запасної тканини соняшника.

Втрати ліпідів носять незначний характер та, як видно зі слайду, значний вплив має ступінь подрібнення матеріалу. Так, при досліджуваній температурі втрати для гідротермічно оброблених фракцій склали від 1,4 до 16 %. Мінімальними втратами ліпідів характеризуються гідротермічно оброблені цілі ядра, клітинна структура яких не зазнала руйнівної дії.

Необхідно відмітити, що суттєве збільшення втрат ліпідів відбувається при збільшенні розмірів часток ядра до (1…3) мм. Так, щодо цільного ядра втрати ліпідів для гідротермічно оброблених фракцій збільшуються у (7…12) разів.

Втрати білкових речовин склали від 5 до 17 %. З літературних джерел відомо, що основну частину запасних білків соняшника складає глобулінова фракція – (36…80) % (11S-глобулін – геліантінін) та альбумінова – (18…35) % (2S-альбуміни) [1-3]. Можна припустити, що при гідротермічній обробці у розчин переходять насамперед вільні амінокислоти, пептиди та водорозчинна альбумінова фракція. З рис. 2 видно, що стрибкоподібне збільшення втрат білкових речовин у (2,9…3,3) рази відбувається при гідротермообробці дробленого ядра з розмірами часток (1…3) мм.

З огляду на тривалість процесу гідротермообробки, величину втрат основних поживних речовин та окиснювавальні процеси, що протікають у ліпідах, раціональним є використання дробленого ядра соняшника з розмірами часток (3…4) мм.

Так, як видно з рис. 2, у процесі екстракції з цієї фракції видаляється близько 57 % фенольних сполук. При цьому втрачається до 14 % сухих речовин ядра, з яких втрати білкових речовин становлять близько 9 %, жиру – 4 %, золи – 24 % від загального їх вмісту в перерахунку на абсолютно суху речовину.

У табл. 2 наведено порівняльну характеристику основних фізико-хімічних показників нативного ядра як сировини, гідротермічно обробленої фракції ядра з розмірами часток (3…4) мм та розробленої на її основі емульсії. Дані свідчать, що гідротермічна обробка ядра соняшника обумовлює зниження загального вмісту фенольних сполук у перерахунку на хлорогенову кислоту в емульсії у порівнянні з нативним ядром майже у 9 разів, завдяки чому за органолептичними показниками емульсія характеризується світлим кольором з кремовим відтінком та практично відсутнім запахом та смаком соняшника.

Таблиця 2 –Порівняльна характеристика хімічного складу ядра соняшника нативного, обробленого та емульсії на основі обробленого ядра

Найменування показника	Ядро нативне (необроблене)		Фракція ядра соняшника з розмірами часток (3…4) мм гідротермічно оброблена		Розроблена емульсія на основі обробленої фракції ядра	
	в натурі	на абсолютно суху речовину	в натурі	на абсолютно суху речовину	в натурі	на абсолютно суху речовину
Масова частка вологи, %	5,99±0,04	-	39,45±0,24	-	24,94±0,15	-
Масова частка сирого протеїну, %	19,06±0,11	20,27±0,12	13,15±0,08	21,72±0,15	5,37±0,03	7,16±0,04
Масова частка жиру, %	57,55±0,23	61,22±0,25	35,08±0,14	57,94±0,24	64,73±0,32	86,24±0,52
Масова частка сирої золи, %	3,27±0,02	3,48±0,02	1,80±0,01	2,97±0,02	0,74±0,01	0,99±0,01
Масова частка сирої клітковини, %	2,30±0,02	2,45±0,03	1,42±0,02	2,34±0,03	0,59±0,01	0,78±0,01
Загальний вміст фенольних сполук у перерахунку на хлорогенову кислоту, %	2,59±0,05	2,75±0,06	0,72±	1,19±0,02	0,23±0,01	0,30±0,01

Розроблена емульсія рекомендується до використання як рослинний жиро-білковий наповнювач у складі страв на основі сиру кисломолочного.

Висновки

Наведені результати свідчать про доцільність проведення кислотної екстракції фенольних сполук з підготовленого ядра соняшникового насіння. Згідно з експериментальними дослідженнями з урахуванням основних факторів впливу раціональним є проведення гідротермічної обробки зі ступенем дисперсності ядра соняшника (3…4) мм, за якої видаляється до 57 % фенольних сполук, а втрати основних поживних речовин носять незначний характер. Завдяки гідротермічній обробці розроблена емульсія на основі обробленого ядра характеризується світлим кольором із кремовим відтінком та практично відсутніми запахом і смаком соняшника, що обумовлює можливість її використання в технології нової харчової продукції.

Література

1. Осейко, М. І. Білок і білково-ліпідні продукти [Текст] / М. І. Осейко, А. Українець, Л. Хомічак // Харчова і переробна промисловість. – 2004. – № 12. – С. 10-11.
2. Щербаков, В. Г. Производство белковых продуктов из масличных семян [Текст] / В. Г. Щербаков. – М. : Агропромиздат, 1987. – 256 с.
3. Sergio Gonzalez Perez. Physico-chemical and functional properties of sunflower proteins. Ph.D. thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 2003. – 160 P.
4. Sosulski, F. Diffusion extraction of chlorogenic acid from sunflower kernels [text] / F. Sosulski // Food Sci., - 1972. v. 37, N 2.
5. Осейко, М. І. Технологія рослинних олій [Текст] // М. І. Осейко. – К. : Варта, 2006. – 280 с.

УДК 665.334.9

ЗАЛЕЖНІСТЬ ВМІСТУ ПІГМЕНТІВ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ ВІД СПОСОБУ ЇЇ ДОБУВАННЯ

Романовська Т.І., канд. техн. наук, доцент
Національний університет харчових технологій, м. Київ
Романовський І.Я., д-р техн. наук, професор
Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ

Досліджено вміст пігментів спектрофотометричним методом у ріпаковій олії залежно від способу її добування: пресуванням та екстрагуванням. Виявлено, що екстракційна ріпакова олія має більше токоферолів порівняно з оліями, отриманими пресуванням. Пресова олія з підсушеного насіння має вищий вміст токоферолів, каротинів та хлорофілів, ніж пресова олія з нативного насіння ріпаку.

In a rapeoil researches of pigments by a spectral method are conducted depending on the method of oil getting: pressing and extracting. It is discovered that extraction rapeoil has anymore tocopheroles comparatively with butters, got pressing. Press oil from dried seed has higher content of tocopheroles, carotins and chlorophyll, than press oil from native seed.

Ключові слова: ріпак, пресова олія, екстракційна олія, пігменти, токофероли, каротин, хлорофіли.

Більшість пігментів олії мають біологічну активність і в організмі людини проявляють вітамінну дію. Знаходячись в олії, пігменти виконують антиоксидантну та синергічну функції щодо дії антиоксидантів. Так токофероли є вітаміном Е та виявляють антиоксидантну активність у жирових продуктах. Каротин за присутності жовчних кислот печінки перетворюється у вітамін А, у олії виявляють синергізм щодо антиоксидантної дії токоферолів. Також у олії є хлорофіли, які надають темне забарвлення ріпаковій, гарбузовій, лляній, конопляній оліям. Крім названих пігментів можуть бути в оліях ксантофіли, які є похідними каротину.

Властивістю будь-якої речовини є її здатність поглинати електромагнітні хвилі певної довжини, які у видимому діапазоні сприймає людське око, розрізняючи колір речовини.

Відомі сім форм токоферолів, з них α-токоферол проявляє найбільшу біологічну активність, а δ-токоферол – антиоксидантну дію. Відомо, що зі збільшенням антиокислювальної дії зменшується біологічна активність. Токофероли термостабільні та зберігаються в оліях навіть під час дезодорації за температур 200–220 °С. Термічна інактивація токоферолів відбувається за температур вищих 350 °С. Кип'ятіння з розчинами гідроксидів лужних металів спричиняє розпад токоферолів. З концентрованою соляною кислотою токофероли витримують короткотривале кип'ятіння та стійкі до дії розбавлених мінеральних кислот. Кисень повітря діє на токофероли доволі слабко. Згубний вплив на токофероли, що

спричиняє їхню інактивацію, має ультрафіолетове опромінення. Денне світло не має суттєвого впливу на активність токоферолів. В області ультрафіолетових довжин хвиль токоферолам характерний максимум поглинання світла на довжині 295 нм [1].

Каротиноїдні пігменти включають близько 100 сполук, які поділяють на чотири групи: каротини трьох форм α-, β-, γ- та лікопин; ксантофіли – окси- та гідрооксипохідні каротинів, які включають криптоксантин і лютеїн; ефіри ксантофілів із жирними кислотами; каротиноїдні кислоти та карбонільні похідні каротинів. Найбільшу біологічну активність проявляє β-каротин. Максимум поглинання світла каротинів спостерігають на довжині хвилі 450–452 нм у петролейному ефірі та 440,5 нм в ацетоні, β-каротину у хлороформі на довжині хвилі 456–457 нм, лютеїну в етанолі на довжині хвилі 447 нм. Каротиноїди є ненасиченими сполуками і легко окислюються киснем повітря. Під час окислення каротиноїдні пігменти знебарвлюються. Дія ультрафіолетового та γ-опромінення приводить до їхнього знебарвлення. За високих температур каротиноїди можуть полімеризуватися [2].

Хлорофіли маскують наявність каротинів в оліях. Під час обробки хлорофілу гідроксидом лужних металів вони не знебарвлюються. Розрізнять хлорофіл *а* і хлорофіл *б*. Хлорофіл *а* має синьо-зелений колір і його втричі більше, ніж хлорофілу *б* у листі. Хлорофіл *а* має характерний максимум поглинання світла на довжині 660 нм, хлорофіл *б* на довжині хвилі 640 нм.

Відомі два способи промислового добування олії з плодів та насіння олійних культур: пресуванням та екстрагуванням неполярними розчинниками, якими є гексан, петролейний ефір, екстракційний бензин марки А, нафтовий розчинник «нефрас». Основну масу олії – до 30 % – отримують пресуванням, решту – екстрагуванням.

Метою роботи є дослідження впливу способу добування ріпакової олії на вміст пігментів у ній.

У ріпаковому насінні аналізували вміст олії вичерпним екстрагуванням за методом Рушковського та вологи висушуванням за температури 105 °С до постійної маси (арбітражним методом). Далі насіння розділили на дві частини. Одну частину ріпакового насіння підсушили у сушильній шафі за температури 40 °С протягом трьох годин, а другу – не підсушували. У підсушеному зразку визначили вміст вологи арбітражним методом. Отримані зразки ріпакового насіння: нативного (без підсушування) та підсушеного окремо пресували на лабораторному пресі за температури фільєри 90–100 °С. У макусі, отриманих за встановленого режиму пресування визначали олійність та вміст вологи. У отриманих пресових оліях з нативного та підсушеного насіння, а також в екстракційній олії, утвореній під час визначення олійності насіння ріпаку за методом Рушковського та після подальшої відгонки розчинника, визначали кислотне та пероксидне числа [3].

Результати досліджень ріпакового насіння представлено у табл. 1 і 2.

Таблиця 1 – Характеристика ріпакового насіння

Назва зразка	Вміст вологи, %	Олійність, %	Олійність у перерахунку на абсолютно суху речовину (а.с.р.), %
Насіння ріпаку:			
– нативне	7,78±0,46	33,30±0,67	36,11
– підсушене	3,47±0,46	34,86±0,67	36,11
Макуха з насіння ріпаку:			
– нативного	8,74±0,46	23,09±0,67	25,30
– підсушеного	4,41±0,46	25,16±0,67	26,47

Таблиця 2 – Якість ріпакової олії

Назва зразка	Кислотне число, мг КОН / г	Пероксидне число, ммоль ½ O_2/кг
Олія пресова з насіння ріпаку:		
– нативного	2,25±0,33	2,98±0,49
– підсушеного	2,24±0,33	3,24±0,49
Олія екстракційна	2,34±0,33	3,01±0,49

Олії аналізували за допомогою спектрофотометра СФ-28 та фотоелектроколориметра КФК-3 на наявність максимумів поглинання світла в ультрафіолетовому та видимому діапазонах довжин хвиль, що відповідають вмісту певних пігментів. Для спектрофотометричного визначення пігментів готували 10 % розчини пресової олії у гексані, які поміщали у кювету. Як розчин порівняння використовували чистий

розчинник – гексан. Для аналізування екстракційної олії використовували місцелу (розчин олії у гексані), утворену вичерпним екстрагуванням олії з нативного насіння ріпаку під час визначення його олійності.

Спектрофотометричні характеристики дослідних олій представлено на рис.1.

Вихід пресової олії з нативного насіння вищий на 1,17 %, що видно з даних табл. 1. Це пояснюється впливом вологи, зв'язаної з білками продукту. З підсушеного насіння олійність макухи вища, отже, вихід олії нижчий. Якісні показники ріпакової олії (табл. 2) суттєво не відрізняються за способом її отримання.

Спектрофотометричні характеристики для пресової олії визначали у місцелі однакової концентрації, тому дані можна порівнювати як якісно, так і кількісно. Екстракційну олію можна порівнювати лише якісно, оскільки концентрацію олії у місцелі не коригували.

З рисунка видно, що пресова ріпакова олія, отримана з підсушеного насіння, має більший вміст пігментів, ніж олія, отримана з нативного насіння. Так олія, отримана з підсушеного насіння, має більше токоферолів (максимум поглинання електромагнітної хвилі з довжиною 280 нм) та каротинів (450 та 470 нм). Цікавим є той факт, що пресова олія з підсушеного насіння має плато поглинання хвиль 420–480 нм, тим часом як пресова олія з нативного насіння має чіткі піки поглинання з довжинами 420, 450 та 470 нм.

Для екстракційної олії спостерігали максимуми поглинання хвиль довжиною 420 та 450 нм. Екстракційна ріпакова олія має характерні лише для неї піки поглинання світла довжиною 500 та 670 нм, тоді як для пресових олій вони були відсутні. Для екстракційної олії в ультрафіолетовому діапазоні поглинання хвиль 220–300 нм має вигляд плато, тоді як для пресових олій виявлено два піки 220–240 нм та 270–290 нм.

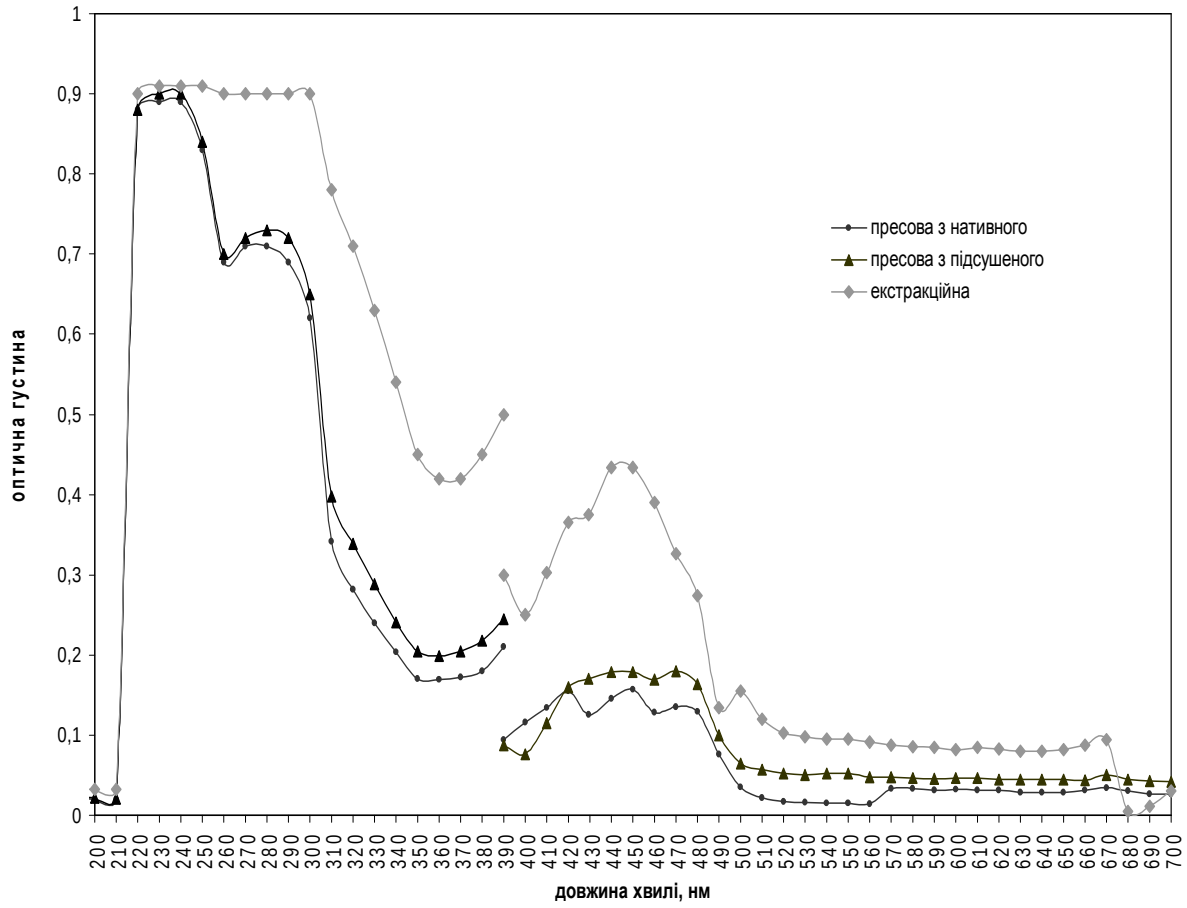


Рис. 1 – Спектрофотометричні характеристики ріпакової олії, отриманої пресуванням та екстрагуванням

Отже, найбільший вміст пігментів має екстракційна олія, особливо токоферолів. Порівняння пресових олій дозволило зафіксувати наявність вищого вмісту пігментів у олії, отриманій з підсушеного насіння. Отримані дані розширюють відомості про можливість отримання очищених пресових олій, використовуючи зволоження матеріалу перед пресуванням.

Висновки

Пресова олія з підсушеного насіння ріпаку містить більше пігментів: токоферолів, каротинів, хлорофілів, ніж пресова олія з нативного насіння. Для пресової олії з підсушеного насіння характерна наявність плато поглинання електромагнітних хвиль довжиною 420–480 нм, що свідчить про наявність каротинів.

У екстракційній олії виявлено більше токоферолів, ніж у пресових оліях, оскільки в ультрафіолетовому діапазоні наявне плато поглинання хвиль 220–300 нм, тоді як для пресових олій виявлено два піки 220–240 нм та 270–290 нм. Екстракційна ріпакова олія має характерні лише для неї піки поглинання світла довжиною 500 та 670 нм, тоді як для пресових олій вони були відсутні.

Література

1. Химия жиров: Учебн. вузов / Тютюнников Б.Н., Гладкий Ф.Ф., Бухштаб З.И. и др.– 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Колос, 1992.– 448 с.
2. Методы биохимического исследования растений / Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др.; Под ред. А. И. Ермакова.– 3-е изд., перераб. и доп.– Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение, 1987.– 430 с.
3. ДСТУ ISO 3960–2001. Жири та олії тваринні і рослинні. Визначення пероксидного числа.– К.: Держ. Комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002.– 5 с.

УДК 005.52:639.3(477)

АНАЛІЗ СТАНУ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РИБНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

Добробабіна Л.Б., д-р техн. наук, професор, Кушніренко Н.М., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У процесі переходу економіки України на ринкові умови господарювання різко зменшилося виробництво риби і рибної продукції. Брак обігових коштів, паритету цін на комбікорми, паливно-мастильних матеріалів, промислової продукції і риби, а також низька купівельна спроможність населення та інші чинники не дають змоги повністю реалізувати заплановані державою заходи щодо раціонального використання рибних ресурсів водойм різних категорій.

During the transition of Ukraine's economy to market economy conditions sharply decreases shilos production of fish and fishery products. Lack of working capital, price parity for feed, lubricants, industrial products and fish, and the low purchasing power of population-mentary and other factors do not allow us to realize the planned en-state measures of rational use of fish resources of reservoirs in different categories.

Ключові слова: гідробіонти, піленгас, осетрівництво, рибне господарство, рибопродукти.

Продукти з гідробіонтів (ГБ) відносяться до переліку стратегічно важливих продуктів харчування і повинні обов'язково входити до повноцінного білкового раціону людини. Споживання продуктів з гідробіонтів в Україні становить усього лише від 2 до 5 кілограмів на людину за рік при нормі, яка рекомендується ВООЗ – 19...20 кг. Це не могло не відобразитися на рівні та тривалості життя населення країни. За цим показником Україна посідає лише 113 місце у світі. Виходячи з термодинамічної теорії старіння, використання продуктів з геронтологічною цінністю, до яких відносяться ГБ, реально дозволяють подовжити тривалість життя на (15...20) років, успішно боротися з так званими „прихованим" голодом внаслідок дефіциту жиророзчинних вітамінів групи А і Д, макро– і мікроелементів – йоду, заліза, цинку, кальцію, фтору, селену, депо яких є ГБ.

Після розпаду СРСР Україна в спадок отримала другий за кількістю та потужністю промисловий рибних флот з відповідною інфраструктурою. Матеріально-технічне забезпечення дозволяло добувати близько 1200 тис. тонн сировини на рік. З середини 90-х років 20-го сторіччя з одержанням України незалежності формується нова кон'юнктура ринку риби, змінюються пріоритети в добуванні і переробці, що зумовлено вимогами часу. Такі зміни базуються на необхідності відмови від енерговитратних технологій, що стають вкрай економічно невигідними. Перш за все змін зазнала сировинна база рибопереробної промисловості. Відображення таких змін знайшло в перевазі імпортованої сировини над об'єктами, що видобуваються підприємствами різного підпорядкування України.

Основним місцем вилову риби та інших водних живих ресурсів рибопромисловим флотом України є виняткові (морські) економічні зони іноземних держав, у водах яких у 2008 році видобуто 124 тис. т, або

55,3 % загального обсягу. У винятковій морській економічній зоні України видобуто 51,4 тис. т. (22,9 %); у внутрішніх водоймах – 41,2 тис. т (18,4 % загального обсягу), з яких 23,4 тис. т, або 56,8 % належать до ставкового виробництва; у відкритій частині Світового океану – 7,6 тис. т (3,4 % загального обсягу).

Найбільша частка в загальному обсязі вилову риби і видобутку інших водних живих ресурсів припадала на підприємства м. Севастополя (60 %), якими було здійснено 90 % національного обсягу вилову у водах виняткових (морських) економічних зонах інших держав.

Сучасна географія морських промислів України виглядає так. Від 60 до 70 % вилову припадає на експедиційний промисел за межами економічної зони України в економічних зонах Мавританії, Сенегалу, Гвінеї (Конакрі), Нової Зеландії, у відкритих водах Світового океану – в Антарктичній і Північно-Західній частині Атлантики. Від 24 до 28 % вилову забезпечує Азово – Чорноморський басейн. Велику частину вилову України у Чорному морі становить риба, добута у своїх територіальних водах та економічній зоні. Крім того, Україна здійснює невеликий за обсягом сезонний промисел хамси у водах Грузії на основі двосторонньої угоди. В Азовському морі здійснюється промисел на всій акваторії моря на основі двосторонньої угоди з Російською федерацією. Таким чином, Україна переважно зберегла ту структуру і географію морського вилову, що була створена в попередні десятиліття в рамках планової економіки.

На сьогодні в Азовському морі виловлюють більш ніж 12000 тонн риби, з них 91 % припадає на малоцінні: шпрот чорноморський і хамсу. З 26 видів риб, які колись ловили в Чорному морі, нині промислове значення мають тільки шість. Вилов риби у внутрішніх водоймах за роки незалежності впав удвічі–втричі.

У Чорному й Азовському морях у цей період спостерігалося значне, фактично кризове зниження запасів і, відповідно, вилову маломірних та інших пелагічних риб. Криза була зумовлена інтенсивним впливом на кормовий зоопланктон атлантичного вселенця – гребеневика Mnemiopsis leidyi як харчового конкурента риб – планктофагів. Гребневик був занесений у Чорне море з баластовими водами танкерів і виявлений тут у 1982 році. Його чисельність досягла піку в 1989-1990 рр. Крім того, обвальне падіння виловів України, як і інших причорноморських країн (крім Туреччини), було спричинене багаторазовим зменшенням промислового зусилля внаслідок економічної кризи. Цілком логічно звільнене місце посів імпорт.

З огляду на фізіологічно обґрунтовану норму, річне споживання риби та рибопродуктів в Україні повинно становити понад 1 млн. тонн, зокрема живої та свіжої риби 300 тис. тонн. За розрахунками фахівців зазначену кількість риби теоретично можна виростити на місцях у власних водоймах і таким чином повністю теоретично забезпечити потреби свого населення у цій продукції [1].

Практика свідчить, що наразі ринок насичується за рахунок імпорту – частка ввезеної з-за кордону продукції становить близько 80 % загального обсягу морепродуктів, які споживають українці. Збільшення вжитку риби і морепродуктів на сьогодні є загальносвітовим трендом. Наприклад, за останнє десятиліття Саудівська Аравія збільшила вжиток цього продукту втричі, Китай – уп'ятеро. У Росії за (2000...2005) роки середньорічний темп збільшення попиту становив 15 %. Це дає підстави прогнозувати, що до 2011 року спільна ємність рибного ринку у цій країні як мінімум подвоїться. Причому галузеві аналітики кажуть про те, що в досяжному майбутньому Росія зуміє сягнути піку (1987...1989) років, коли лише обсяг вилову становив більше 11 млн. тонн, що забезпечувало щорічний внутрішній вжиток риби і морепродуктів на рівні (24...28) кг з розрахунку на одну людину. Не останню роль у цьому відіграє той факт, що Росія частково зберегла свій рибопереробний флот.

Щодо України, то перші п'ять років третього тисячоліття обсяг риби, що імпортується, зберігся на рівні 250 тис. т на рік. Проте вже за підсумками 2006 року обсяги ввезення цієї категорії продуктів зросли на 81 тис. т. Зокрема, імпорт хеку в 2006 році збільшився більш ніж у 1,5 рази, а філе оселедця – втричі. Коли ж ринок у 2007–му не сприйняв підвищення світових цін на скумбрію, нішу, що звільнилася, вдало зайняла сайра. Водночас імпорт креветок за підзвітний період збільшився майже вдесятеро.

Такий феномен зростання вживання ГБ обумовлений скасуванням ввізного мита і значним зростанням кількості ресторанів і кафе. Також після відміни ввізного мита на філе риби виробництво пресервів на українських підприємствах збільшилося втричі.

У винятковій (морській) економічній зоні України найбільше виловлювали рибу і видобували інші водні живі ресурси підприємства м. Севастополя (30 %), Автономної Республіки Крим (23 %), Донецької (18 %) і Запорізької (16 %) областей. У внутрішніх водоймах найбільший обсяг риби та інших водних живих ресурсів забезпечили підприємства Одеської (16 %), Черкаської (12 %) і Полтавської (8 %) областей.

На сьогодні значне місце на ринку рибних продуктів України посідає норвезька риба – 75 %, тоді як 25 % ділять між собою Аргентина, Росія, країни Балтії та Іспанія. Основними видами норвезької сировини є сьомга, лосось та оселедець. За цими об'ємами сировини Україна посіла 14 місце в обсязі експорту

норвезьких морепродуктів. Треба зазначити, що якраз такі цінні види риб як сьомга та форель вирощуються переважно на фермах.

Великі ресурси запасів ГБ у внутрішній водоймах і риборозплідних господарствах, зорієнтованих на об'єкти аквакультури. Стосовно цінних осетрових риб варто зазначити, що осетрівництво в Україні перебуває в кризовому стані і потребує проведення невідкладних заходів як щодо відновлення чисельності популяцій осетрових риб в Азово-Чорноморському басейні, так і щодо відродження товарного вирощування цих найцінніших об'єктів аквакультури в контрольованих умовах рибогосподарських підприємств. До 60-х років XX ст. в іхтіофауні України із представників родини осетрових траплялися прохідні види: білуга Чорного та Азовського морів (Huso huso ponticus), севрюга (Acipenser stellatus), чорноморсько-азовський підвид російського осетра (Acipenser gueldenstaedti colchicus), атлантичний осетер (Acipenser sturio) та шип (Acipenser nudiventris), а також прісноводний вид – стерлядь (Acipenser ruthenus). До середини 90-х років із названих видів відносно численними залишились лише російський осетер та севрюга.

Із введенням в експлуатацію Дніпровського виробничо-експериментального осетрового рибницького заводу, який з 1985 р. випускає в пониззя Дніпра від 2 до 4 млн екз. підрощеної осетрової молоді, зросла кількість осетра у західній частині Чорного моря. В цілому ж стан запасів осетрових у північно-західній частині Чорного моря залишається напруженим і потребує значної активізації зусиль щодо їх охорони та нарощування обсягів заводського відтворення [2].

У зв'язку з дефіцитом осетрових у сучасній аквакультурі зростає інтерес до осетроподібних риб, особливо до їхнього північноамериканського представника – веслоноса. Пояснюється це насамперед надзвичайною його господарською привабливістю. Зокрема, ця риба не потребує штучної годівлі, характеризується високим темпом росту, не має кісток і луски. У веслоноса високий вихід м'яса підвищеної харчової цінності, його чорна ікра є делікатесом.

Роботи з вирощування племінного матеріалу веслоноса ведуться на Черкащині та на базі Ясської дільниці Одеського рибокомбінату [3].

Перспективною сировиною для рибопереробної галузі є піленгас у свіжому і охолодженому вигляді. До цього часу, не дивлячись на обсяги видобутку, які склали 8 тис. т в Азовському морі, 15 тис. т в Одеському регіоні, промислова переробка піленгасу в Україні в широкому обсязі не проводиться. Це пов'язано з його технологічними характеристиками.

Піленгас (Mugil soiuy Basilewsky) – далекосхідний представник кефалевих риб, які мешкають в Японському морі від Амурського лиману до Південної Кореї. У другій половині XX сторіччя піленгас успішно акліматизований в Азовському і Чорному морях, де в 1993 році був включений до реєстру промислових риб, зі встановленою промисловою довжиною – 0,38 м і порядком організації його лову. Торпедоподібне тіло і голова акліматизанта – піленгасу вкриті великою лускою. З заднього краю кожної луски є темна пляма. Від інших кефалей відокремлюється слабко розвиненими жировими повіками, які вкривають тільки зовнішню частину ока. Верхня щелепа видається за край рота у вигляді шкірної складки. Досягає довжини 0,60 м і ваги (2…3) кг. Піленгас напівпровідна солоноватоводна зграйна риба, яка в літній період нагулює в мілководних бухтах і заливах, а восени, в жовтні – листопаді, заходить в річки (подекуди піднімається догори за течією більше ніж на 100 км) і лимани, де зимує в ямах. Добре переносить коливання температури і солоності. Ранньою весною вертається назад в море. Нереститься в травні – червні в опріснених прибережних ділянках при температурі (20...24) ºС і солоності (5...15) %. Ікра пелагічна, дрібна. Як і інші кефалі, харчується піленгас переважно детритом (органічними залишками, які осідаються на дно водойми), а також різними дрібними донними безхребетними. Пересуваючись під кутом 45º до дна, риби зчищають з нього верхній шар детриту з бентозними організмами і відфільтровують їх за допомогою зябрових тичинок. Великі перспективи представляє вирощування кефалевих у лагунах і лиманах, до того ж, кефаль можна вирощувати у ставках з іншими видами риб.

Іншим надійним джерелом постачання рибної сировини може стати фермерське ставкове господарство України. На жаль в останній період вилови і запаси у внутрішніх водах України зменшились до 2,5 раз.

Для якісної роботи у цьому напрямі необхідно:

— створення та забезпечення функціонування єдиної системи селекції в рибництві на основі розвитку спеціалізованих племзаводів і репродукторів високопродуктивних порід та видів риб під контролем селекційно-генетичного центру племінного рибництва;

— забезпечення рибницьких підприємств у різних фізико-географічних зонах країни високопродуктивними рахованими плідниками культивованих видів риб;

— поступове оновлення генофонду існуючих стад плідників рослиноїдних та інших перспективних цінних видів риб шляхом завезення їх чистокровних ліній з інших країн;

— вирощування якісного рибопосадкового матеріалу цінних видів риб у технологічно обґрунтованих обсягах;

— забезпечення рибницьких господарств гранульованими рибними комбікормами зі вмістом протеїну понад 23 відсотки щороку в обсязі не менш як 200 тис. т.

З урахуванням стану рибного господарства, євроінтеграції України, вступом країни у ВТО і наступній гармонізації вимог до якісних показників харчових продуктів належить кардинально змінити пріоритети та перебудувати рибодобувну та рибопереробну галузь з урахуванням світових напрямів науково-технічного прогресу в харчовій промисловості. До них можна віднести:

— створення продуктів здорового харчування натурального походження, які б характеризувалися високою харчовою цінністю та смаковими якостями, найбільшим ступенем гігієнічної нешкідливості, збалансованим складом, збагачених вітамінами, мінеральними речовинами, поліненасиченими кислотами родин ω-3 та ω-6;

— удосконалення технологічних процесів на базі традиційних принципів виробництва харчової продукції;

— радикальні зміни виробничих процесів на основі використання останніх досягнень науки і техніки, які базуються на ресурсо- та енергозбереженні;

— підбір рослинних інгредієнтів і харчових домішок, які б задовольняли вимогам органолептичної і технологічної сумісності з рибною сировиною;

— забезпечення органолептичних показників і структурно-агрегативної модифікації продуктів, адекватної традиціям і національним особливостям харчування дорослого населення [4].

Незважаючи на складний сучасний стан рибогосподарської галузі України, вона має добрі перспективи у разі запровадження інноваційних технологій на інвестування відповідних коштів вітчизняними та іноземними виробниками.

Література

1. Алымов С.И. Итоги работы рыбных предприятий объединения «Укррыбхоз» за 2001 г // Рыбн. хоз-во Украины. – 2002. – № 2 (19). – С.25–29.
2. Гринжевський М.В. Інтенсифікація виробництва продукції аквакультури у внутрішніх водоймах України. – К.: Світ, 2000. – 190 с.
3. Онученко О.В., Кулішов О.В., Третяк О.М., Танкевич Б.О. Результати експериментальних робіт з відтворення та вирощування веслоноса в Україні // Рибне господарство. – 2001. – Вип. 59-60. – С.17–22.
4. Добробабина Л.Б., Безусов А.Т. Современные технологи пищевых продуктов из гидробионтов. Монография. – Одесса: Изд-во „Optimum”, 2008. – 322 с.

УДК 641.521

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЯ СЕМЕЙСТВА КЕФАЛЕВЫХ

Маноли Т.А., канд. техн. наук, доцент, Чибич Н.В., аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Показана возможность переработки рыб семейства кефалевых в имитированные рыбные пищевые продукты. Исследован средний химический состав рыб. Изучено современное состояние рынка лососевых. Определены последующие направления в изучении возможности использования кефалевых для производства имитированных рыбных продуктов.

Possibility of processing fishes of mullets family to the imitated fish food products is retained. Middle chemical composition of fishes is probed. A modern condition of salmon market is studied. Subsequent directions are certain in the study of possibility of the use of the mullets for a production of imitated fish products.

Ключевые слова: пиленгас, лосось, имитированные продукты.

В структуре питания человека важное место занимает потребление рыбы и нерыбных продуктов моря. В первую очередь, это обусловлено высокой пищевой и биологической ценностью этой группы продуктов, ее высокими потребительскими свойствами. Потребление рыбопродуктов в экономически развитых странах достигает 22,4 кг в год на человека. [1]

В период 2005-2008 годов наблюдался высокий уровень прироста потребления рыбы и морепродуктов – до 14 % в год. В 2008 году потребление рыбы и морепродуктов на душу населения составило

17,5 кг. По данным Украинской Аграрной Конфедерации (УАК) в 2009 г. в Украине среднегодовое потребление рыбы и рыбных продуктов сократилось на 15% до 14,9 кг на человека, а в 2010 году незначительно увеличилось до 15,2 кг по данным Государственного комитета статистики [1].

Основными факторами, повлиявшими на уменьшение потребления рыбы украинцами, были: девальвация национальной валюты, снижение доходов населения, и, как следствие, смещение рынка в сторону «бюджетных» столовых сортов. Практически прекратился ввоз наиболее маржинальных сортов — лосося, форели и других видов деликатесной рыбы. Так, еще в 2009 году объемы импорта резко уменьшились на 20 %, экспорт вырос в 86 раз по сравнению с 2008 годом, что связано с изменением валютного курса.

По данным Государственной службы статистики Украины вылов рыбы и добыча водных живых ресурсов в стране за 2010 г. уменьшились на 16 % по сравнению с предыдущим годом. По итогам 2010 года большая часть вылова рыбы приходилась на предприятия трех регионов — Одесской области (18 537 тонн), Киевская область (17282 тонн), АР Крым (12 714 тонн). В настоящее время отечественное рыбное хозяйство обеспечивает лишь одну треть потребности населения в рыбе и морепродуктах. Остальные ⅔ обеспечивает импорт, в основном в замороженном виде.

Собственная же сырьевая база с каждым годом все больше угасает, а показатели производства не внушают оптимизма. Выходом из такой ситуации может стать возрождение сырьевой базы и создание собственной аквакультуры. На рынке рыбы и морепродуктов Украины доля отечественного вылова составляет незначительную часть, все больше показывая ежегодное снижение.

Именно поэтому государством разработана программа «Аквакультура», направленная на наполнение рыбохозяйственных водных объектов Украины ценными видами рыбы, предусматривает увеличение вылова товарной рыбы до 91,7 тыс. т к 2012 г.

Эксперты УАК отмечают, что увеличение объемов выращивания рыбы в 1,5-2 раза — до 60-65 тыс. т — это реальная возможность отечественной аквакультуры.

В Украине наиболее благоприятным регионом для развития морского рыбоводства является Крымский полуостров. Главным достоянием Крыма, с учетом его физико-географических условий и расположения, являются его водные ресурсы. Крымский полуостров имеет протяженность береговой линии около 1600 км, где возможно размещение прибрежных рыбоводных хозяйств, базирующихся в том числе на использовании промысловыми объектами естественной кормовой базы.

Фонд рыбохозяйственных внутренних водоемов полуострова включает 15 озер площадью 27785 га, 23 водохранилища. Площадь пресноводных водоемов, пригодных для рыборазведения, по данным инвентаризации 2004 года составляет 6129 га. Площадь соленых водоемов, пригодных для пастбищного рыбоводства, составляет 64 370 га.

Во внутренних пресноводных водоемах Крыма, как и по всей Украине, традиционно преобладает разведение карповых видов рыб – карп, растительноядные.

Введение в поликультуру пиленгаса – дальневосточного акклиматизанта, обладающего значительными адаптивными способностями: повышенная зимостойкость, рост в условиях широкой вариабельности минерализации воды, высокая выживаемость и прекрасные вкусовые качества, позволяет существенно повысить рыбопродуктивность водоемов и ввести его в число наиболее перспективных для южных регионов Украины, в т.ч. Крыма, объектов аквакультуры.

Пиленгас — прекрасный объект аквакультуры, способный великолепно расти в водах с широким диапазоном солености, в поликультуре с другими видами, что позволяет получать прирост рыбопродуктивности в прудах до 100 кг/га.

В настоящее время пиленгас в основном поступает в продажу в охлажденном виде, в виде готовой кулинарной продукции, продукции холодного копчения, вяленой. Также ряд предприятий изготавливает консервы и пресервы в различных соусах и заливках. Данная продукция является с технологической точки классической.

В связи с экономическим кризисом, снижением уровня жизни особый интерес представляют продукты, которые имитируют естественные, но очень приближенные к ним по свойствам. К таким продуктам относят черную и красную белковую икру, крабовые палочки и т.д. Основным недостатком этих продуктов является использование в технологии многих искусственных ингредиентов (красителей, структурообразователей, ароматизаторов, консервантов), которые оказывают существенный вред организму человека.

Основным условием производства имитированных балычных изделий является наличие сырьевых источников, которые отвечают ряду требований, прежде всего размерам мышечного волокна. К крупным породам рыб, являющимися объектами рыбоводства в Украине, относят пиленгас и толстолобик.

Сравнительный анализ химического состава (табл. 1) подчеркивает возможность использования этих пород рыб для производства балычных изделий, имитирующих балыки из лососей. Пиленгаса и толсто-

лобика относят к группе белковых (среднее содержание белков составляет 16-20 %) и жирных рыб (содержание липидов в среднем составляет 8-15 %).

Таблица 1 – Химический состав и калорийность по видам рыб [2]

Наименование рыбы	Содержание, %			Калорийность, ккал/100 г мяса
	влаги	белка	липидов	
Лосось	67,1-68,8	18,2-18,3	8,7-10,6	163,6
Пиленгас	68,9-69,4	20,4-21,6	8,1-9,0	165,6
Толстолобик	58,9-75,7	16,1-18,3	4,5-23,5	200,7

Лососевые, представленные на рынке Украины, в основном, являются видами, выращенными в искусственных условиях. В настоящее время имеется целый ряд исследований, посвященных изучению отличий химического состава диких лососевых и выращенных в искусственных условиях. Например, в лабораторных условиях кафедры биохимии Мурманского государственного технического университета была проведена серия экспериментов по исследованию биохимического состава тканей дикой молоди лососевых и молоди, выращенной в искусственных условиях. Была исследована мышечная ткань на содержание альбуминов, глобулинов, миозина, каротиноидов, макроэргов. Анализ показал, что содержание данных веществ в мышечной ткани дикой молоди значительно превышает содержание таковых в мышечной ткани искусственно выращенной молоди. Данные факты указывают на особенности обитания молоди в естественных условиях и содержания ее на рыбоводных заводах, на влияние различных факторов среды, в том числе температуры и характера питания [4,5].

Кроме отличий в химическом составе мяса выращенные в различных условиях особи лососей имеют отличия в «натуральности» цвета мышечной ткани. Привычный для обычного покупателя яркий розовый цвет мяса лосося, объясняется для особей, выращенных в искусственных условиях обитания, использованием химического красителя кантаксантина. Данная пищевая добавка вводится в корма для лососей и форелей, потому как свойственным данным видам цвет мяса в дикой природе объясняется в основном присутствием в рационе креветок. Европейская комиссия провела ряд исследований, в ходе которых была установлена связь между повышенным потреблением кантаксантина и, как следствие, проблемами со зрением. Решением Европейской комиссии для стран ЕС установлена максимально разрешенная концентрация кантаксантина, которая не должна превышать 25 мг на кг корма для лосося, форели.

Последней нашумевшей новостью на рынке лососевых стало решение Федерального Агентства США по контролю над продуктами питания и медикаментами (FDA) в сентябре 2010 года. Генетически модифицированный лосось, выведенный американской компанией Aqua Bounty Technologies, признан американскими властями таким же безопасным для питания, как и любой другой вид атлантического лосося. Трансгенный лосось, который растет в два–три раза быстрее, чем нормальные особи, выведен посредством манипуляций с гормоном роста. Через 12 месяцев трансгенный лосось весит уже 1 340 г, в то же время особь обычного атлантического лосося набирает за этот период лишь 663 г. Товарного размера генетически модифицированная рыба достигает к 18–24 месяцам, тогда как особи нормального вида — лишь к 30. При таком развитии событий трансгенная рыба может попасть на рынок уже к 2012-му году.

В связи с вышеперечисленными факторами возникает вопрос необходимости разработки технологии производства имитированных продуктов лососевых на основании имеющейся сырьевой базы.

Основными проблемами производства имитированных балычных изделий является достижение необходимой консистенции и цвета мышечной ткани. Еще одним проблемным вопросом для изучения в данном направлении может стать слабая способность к созреванию рассматриваемых объектов (пиленгас, толстолобик) при производстве имитированной соленой продукции. Возникает необходимость использования специальных методов предварительной обработки, например, уже изученное рядом авторов применение протеолитических ферментов, органических кислот [3].

В настоящее время, кроме известных методов химической модификации свойств белков мышечной ткани, к примеру, использование созревателей, полученных путем химического синтеза, существует более прогрессивный и отвечающий современным тенденциям здорового питания способ регулируемого автопротеолиза. При этом способе под действием собственных ферментов в определенном диапазоне температур происходят необходимые изменения белковых веществ и липидов, а также возможно регулирование цвета мышечной ткани. Этот прием предусматривает исключение из технологического цикла отбеливание (обесцвечивание) мышечной ткани. Такую технологическую операцию предусматривает классическая технология производства имитированной продукции из гидробионтов с применением синтетических химических соединений (диоксида титана и перекиси водорода) [6].

В данное время нет научно обоснованной технологии, не определены условия и режимы процесса получения качественной имитированной продукции из пиленгаса, толстолобика с заданными физико-химическими свойствами, которые обуславливают их способность к имитации ценной продукции. Не выявлены закономерности изменений структурно-механических, органолептических свойств исследуемых объектов, а так же не изучены закономерности изменений физико-химических, функционально-технологических свойств имитированной продукции под влиянием технологических факторов и хранения.

Основное направление дальнейшей работы будет посвящено экспериментальным исследованиям, направленным на доказательство перспективности и целесообразности использования кефалевых в технологии продукции, имитированной под продукцию из ценных пород рыб. Особое внимание планируется уделить изучению реологических и гистологических показателей исследуемых объектов с целью максимального приближения данных показателей к показателям имитированной продукции с помощью ферментативных и технологических процессов.

Литература

1. FAO. World review of Fisheries and Aquaculture, 2010. Rome
2. Клейменов И.Я. Пищевая ценность рыбы. – М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1971. – 151 с.
3. Лебская Т.К., Голембовская Н.В., Гуць С.В. Характеристика изменений структурно-механических свойств пресервов из пресноводной рыбы// «Наукові доповіді НУБіП» – 2011. – №1.
4. Похольченко Л.А. Исследование биохимического состава атлантического лосося (Salmo Salar) // Журнал «СЕВЕР промышленный» – 2006. – №2.
5. Похольченко Л.А. Изменения биохимических свойств молоди атлантического лосося при замораживании и хранении при низких температурах. // Вестник МГТУ, том 9, 2006. – №5. – С. 821-824.
6. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы, – СПб.: Профессия, 2007. – 256 с.

УДК 664.951

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНОЛИТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНЫХ БЕЛКОВЫХ МАСС

Виннов А.С., канд. техн. наук, доцент
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев
Маноли Т.А., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Проведена оценка возможности применения анолитов в качестве промывочных жидкостей при производстве рыбных белковых масс из прудовой рыбы. Исследованы органолептические показатели полученных продуктов.

The anolyte application possibility as washings liquids in fish protein mase production is estimated. products indexes is

Ключевые слова: анолит, белковая масса, консистенция, цвет, запах.

Одним из наиболее перспективных направлений развития рыбохозяйственного комплекса Украины является аквакультура, в том числе прудовое рыбоводство. Опыт развития этого направления во многих странах показывает, что наиболее эффективным объектом прудового культивирования являются различные виды толстолобика, однако при его массовом выращивании значительное количество особей отстает в росте и из-за малой массы (100-150 г) не имеют товарной ценности на рынке.

В тоже время мелкий толстолобик может быть использован для производства различных видов рыбных белковых масс (РБМ), среди которых наибольший интерес представляют стабилизированные промывкой продукты типа «сурими».

Анализ потенциальной сырьевой базы и рынка сбыта такой продукции в Украине позволяет сделать вывод о том, что разработка эффективной технологии промытых белковых масс на основе малоразмерного толстолобика является актуальным и практически значимым.

Вопрос технологии рыбных промытых белковых масс рассматривался многочисленными исследованиями. Промывка оказывает благоприятное воздействие на свойства измельченного сырья, особенно на его цвет, запах и консистенцию. Улучшение цвета является результатом удаления следов крови, тканевого сока, части пигментов. Влияние промывки на улучшение запаха связано с удалением водорастворимых низкомолекулярных азотистых веществ – аммиака, аминов, ТМАО, свободных аминокислот, а также соединений липидного характера – свободных жирных кислот, альдегидов и др. [1].

Улучшение реологических свойств промытых белковых масс, например способности к образованию геля и эластичности, связывают, прежде всего, с увеличением содержания в продукте миофибриллярных белков в результате удаления растворимых белков саркоплазмы [4].

Важную роль при производстве промытых РБМ играет состав промывочного раствора. Снижение pH раствора до значений, близких к изоэлектрической точке белка, как правило, повышает эффективность удаления небелковых азотистых веществ из сырья при одновременном значительном снижении потерь белков во время промывки. Многочисленными исследованиями отмечено, что качество промытых белковых масс в значительной степени зависит от вида использованной в промывочном растворе кислоты. Применение сильных минеральных кислот приводит к частичной денатурации белков, что ухудшает реологические свойства РБМ. Более успешные результаты получены при применении растворов слабых органических кислот: лимонной, янтарной и их смесей с pH около 5,5. Многие исследователи объясняют этот эффект природой кислотного остатка [3]. Для снижения влияния вида кислоты в технологии промытых белковых масс бесспорный интерес представляет применение кислого анолита, полученного в результате электролизе пресной воды в мембранных электролизерах. В литературных источниках сведения о примененииие анолитов в технологии рыбных белковых масс отсутствуют.

В этой связи целью настоящей работы являлась оценка возможности применения кислого анолита в качестве промывочного раствора при производстве белковых масс.

Поставленная в работе цель определила следующие задачи:

— исследовать органолептические свойства измельченных мышечных тканей толстолобика без промывки;

— определить органолептические свойства белковых масс, промытых водой и анолитом при различных значениях pH;

— оценить эффективность применения выбранного промывочного раствора.

Объектом исследования в работе являлся мелкий прудовой толстолобик со средней массой 125 г. Сырье после разделки на обесшкуренное филе измельчали на волчке с диаметром отверстий зеерной решетки – 3мм. Полученный полуфабрикат обрабатывали на лабораторном стейнере для удаления костей.

Промывку полуфабриката осуществляли водопроводной водой и тремя видами кислого анолита из водопроводной воды со значениями pH 6,5 и 4. Во всех случаях была использована однократная промывка при соотношении массы рыбного сырья и промывочного раствора 1:5. Промывку проводили течение 30 минут при постоянном перемешивании рамной мешалкой при частоте вращения рабочего органа 10 об/мин. После окончания промывки полученные образцы центрифугировали для удаления излишков жидкости в течение 10 минут при 1000 об/мин. Результаты применения различных промывочных растворов при получении РБМ оценивали по органолептическим характеристикам полученных образцов – цвету, запаху и консистенции.

Органолептические исследования в работе выполняли профильным методом с применением шкалы Симидзу для РБМ по определению совокупности составляющих признаков (дескрипторов), каждый из которых оценивали по интенсивности. Консистенцию полученного РБМ и измельченной мышечной ткани до промывки определяли после термической обработки. Результаты оценки дескрипторов представляли в виде профильной диаграммы (профилограммы). Количество осей на профилограмме соответствует количеству оцениваемых дескрипторов, а значения на осях – их интенсивности [2, 5].

Представленная на рис. 1 профилограмма характеризует цвет измельченной мышечной ткани толстолобика до промывки и образцов РБМ полученных в результате применения различных промывочных растворов.

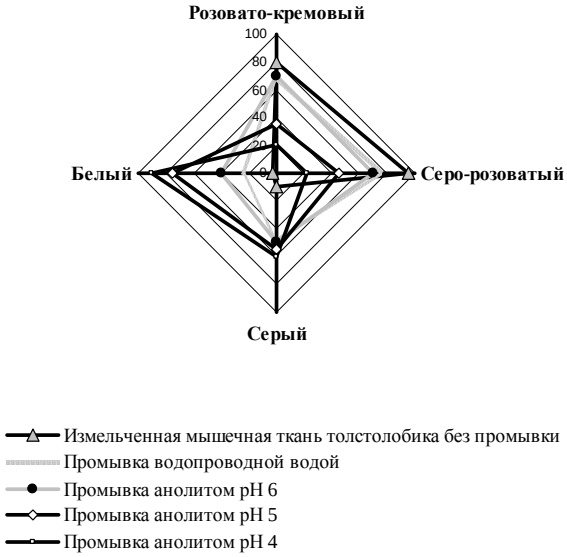


Рис. 1 – Профилограммы цвета РБМ и сырья

Рыбные белковые массы должны иметь цвет наиболее приближенный к белому, что обеспечивает их эффективное окрашивание при производстве различных имитированных продуктов. Как видно из рис. 1, этому требованию в наибольшей степени соответствует РБМ, полученная в результате промывки измельченной мышечной ткани анолитами с pH 5 и 4. Вероятно, снижение pH в этих растворах способствует удалению окрашенных гемопротеидов и осветлению мяса.

Как правило, измельченная мышечная ткань прудовой рыбы имеет характерный рыбный запах, иногда с илистым оттенком, что является порочащим признаком для РБМ. Высококачественные рыбные белковые массы не должны обладать каким-либо выраженным запахом, для них характерен свежий нейтральный так называемый «гармоничный запах РБМ». При промывке измельченной мышечной ткани толстолобика анолитами с pH 5 и 4 удается, в значительной мере, удалить соединения, отвечающие за резкий рыбный и посторонний илистый запах. В этом случае РБМ приобретает приятный свежий и гармоничный аромат (рис. 2).

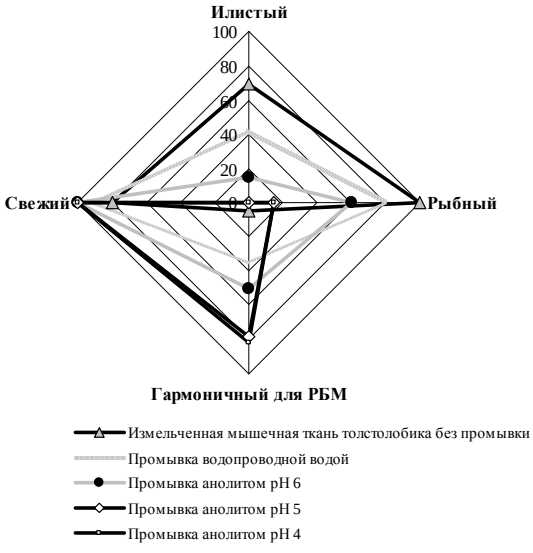


Рис. 2 – Профилограммы запаха РБМ и сырья

Одним из наиболее важных органолептических показателей рыбных белковых масс является их консистенция после термической обработки. У высококачественной РБМ консистенция должна быть плотной и эластичной, крошащаяся, ломкая консистенция считается порочащим признаком, а рыхлая, рассыпчатая – недопустима. Из рис. 3 видно, что в результате применения для промывки анолита с pH 5

удается получить РБМ с наиболее плотной эластичной после термообработки консистенцией. Применение анолита с pH 4 придает продукту более рыхлую, рассыпчатую, крошащуюся консистенцию, что, вероятно, связано с более глубокой денатурацией белков мышечной ткани сырья при низких значениях pH промывочной жидкости.

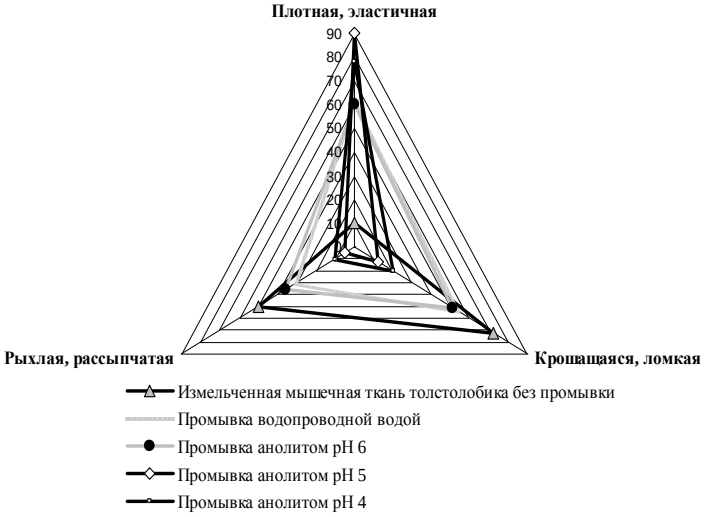


Рис. 3 – Профилограммы консистенции РБМ и сырья

Из сравнения полученных экспериментальных данных, представленных на рисунках 1-3 следует, что для получения рыбных белковых масс из прудового толстолобика наиболее целесообразно применять анолит с pH 5 . При его использовании удается получить РБМ с требуемым бело-серым оттенком, характерным свежим гармоничным запахом и плотной, эластичной консистенцией после термической обработки.

Выводы:

— проведенными исследованиями установлена возможность применения кислых анолитов в качестве промывочных растворов при производстве белковых масс из прудового толстолобика.

— применение анолита с pH 5 позволяет получить рыбную белковую массу с необходимыми органолептическим характеристиками (цвет, запах и консистенция после тепловой обработки).

Литература

1. Колаковский Э. Технология рыбного фарша / под ред. Л. И. Борисочкиной. – М.: Агропромиздат, 1991. – 220 с.
2. Сафронова Т. М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции. – М.: Изд-во ВНИРО, 1998. – 244 с.
3. Hisashi I. Effect of Heating Temperature and Transglutaminase on Gel forming Ability of Salt-ground Myofibrillar Proteins from Carp: Nippon Suisan Gakkaishi, 64(4),671-677,1998
4. Mishima T., Fujii J., Tachibana K, Tsuchimoto M. Influence of contracture on breaking strength in carp muscle, Fisheries Sci., 61(2),209-213 (1995)
5. Shimizu Y. Species variations in gel-forming ability of fish meat paste. Bull. Jap. Soc. Dci. Fish., 40(20) 175-179, 2004.

УДК 664.34.022.3:664.959.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ВОЛОГОУТРИМУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ ШПРОТУ І СМАКУ ВІД МАСОВОГО ВМІСТУ ХЛОРИДУ КАЛІЮ У ПОСОЛЬНІЙ СУМІШІ

Манолі Т.А. канд. техн. наук, доцент, Памбук С.А. канд. техн. наук, асистент,
Нікітчіна Т.І., канд. техн. наук доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведені дослідження впливу різних факторів на якісні показники солоної рибопродукції при проведенні посолу з частковою заміною хлориду натрію хлоридом калію. Наведені рівняння, які опи-

сують залежність вологоутримувальної здатності м'язової тканини шпроту і балу смаку від масового вмісту хлориду калію у посольній суміші. Також побудована поверхня, яка дозволяє прогнозувати втрати маси при посолі риби при відповідному співвідношенні хлоридів натрію та калію у м'язових тканинах та у посольній суміші.

In the article are presented the researches of influence of different factors on the quality indexes of saltfish products during realization of salting with partial replacement of chloride of natrium by the chloride of potassium. The brought equalizations that describe dependence of waterhold ability of muscular fabric of Black Sea sprat and point of taste on mass content of chloride of potassium in salting mixture. Also built surface that allows to forecast the loss masses at salting of fish at corresponding correlation of chlorides of natrium and potassium in muscular fabrics and in loss mixture.

Ключові слова: солона рибопродукція, вологоутримувальна здатність, хлорид натрію, хлорид калію.

Риба є коштовною харчовою сировиною. У м'ясі риби містяться повноцінні білки, корисні жири, ряд вітамінів та мікроелементів.

У наш час попит на рибну продукцію залишається незадоволеним повністю, але разом с тим у населення платоспроможність досить низька. Все це спонукає виробляти рибну продукцію, що користується широким попитом і відносно недорогу. До такої продукції належить солона риба, яка є делікатесним і поживним продуктом, що вживається в їжу без попередньої кулінарної обробки [1, 2].

Солону рибопродукцію використовують як самостійну закусочну страву. Завдяки зниженому вмісту кухонної солі в пропонованому продукті, на нього очікується попит у всіх груп населення без винятку.

Часткова заміна хлориду натрію хлоридом калію при посолі рибопродукції має перевагу перед традиційним посолом, оскільки такі продукти харчування можуть дозволити собі люди з хворобами, при яких споживання кухонної солі слід звести до мінімуму [3].

Для виготовлення слабосолоної рибної продукції з частковою заміною хлориду натрію хлоридом калію використовують кільку чорноморську сирець, охолоджену або морожену, не нижче за перший сорт, що відповідає вимогам нормативної документації.

Чорноморський шпрот або кілька Sprattus sprattus phalericus, разом з хамсою, є найбільш масовою пелагічною рибою Чорного моря. Цей вид є найбільш масовим промисловим об'єктом, і не дивно, що останніми роками він привертає до себе пильну увагу.

Шпрот чорноморський являє собою велике зацікавлення для рибопереробної промисловості України. Із шпроту чорноморського виробляють широкий асортимент харчової продукції, включаючи консерви різних асортиментних груп: солону, копчену, в'ялену рибопродукцію та інше. Одним із найважливіших чинників, що впливає на вибір технології, є хімічний склад сировини.

Дослідження хімічного складу риби показали, що шпрот чорноморський є цінною у харчовому відношенні сировиною. Значний вміст жиру і білка в рибі дозволяє виробляти різноманітні харчові продукти з гарними якостями і високою харчовою цінністю.

Попередні дослідження фізико-хімічних, органолептичних показників, а також дослідження зміни маси риби при посолі шпроту чорноморського показали доцільність використання шпроту чорноморського в якості сировини для отримання слабосолоної рибної продукції з частковою заміною хлориду натрію хлоридом калію при посолі [4, 5].

У ході подальших досліджень були одержані залежності вологоутримувальної здатності (ВУЗ) м'язової тканини шпроту, а також залежність смаку від масового вмісту хлориду калію у посольній суміші.

На підставі отриманих результатів було одержано графічні залежності ВУЗ від масового вмісту хлориду калію (рис. 1).

Залежність вологоутримувальної здатності від масового вмісту хлориду калію у посольній суміші можна описати таким емпіричним рівнянням:

$$ВУЗ = 3\cdot10^{-06}C^4 - 0{,}0004C^3 + 0{,}0166C^2 - 0{,}1409C + 69{,}75 \quad (1)$$

При цьому коефіцієнт достовірності апроксимації складає (КДА)

$$R^2 = 0{,}9996.$$

Досить близьке значення (КДА) до 1 свідчить про адекватність одержаного рівняння.

На рис. 2 наведено графік залежності балу смаку (БС) від масового вмісту хлориду калію в посольній суміші.

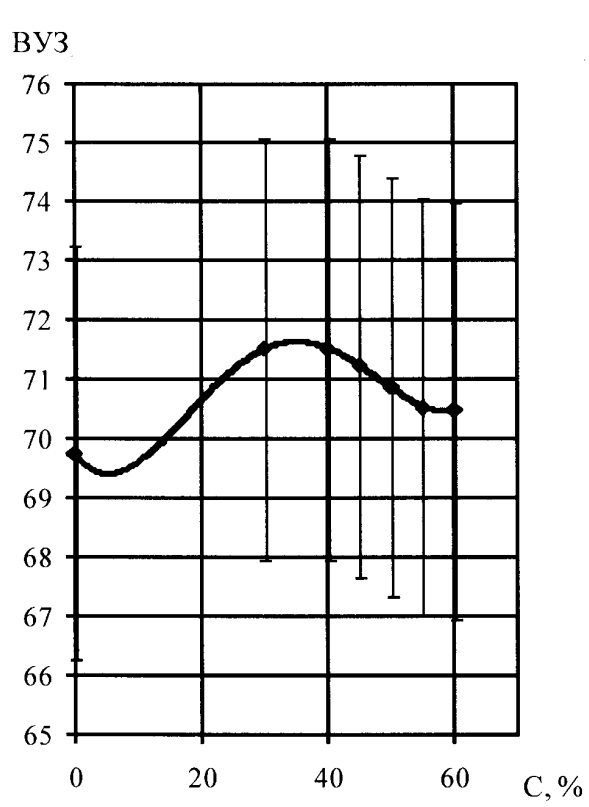


Рис. 1 – Залежність ВУЗ від масового вмісту хлориду калію в посольній суміші

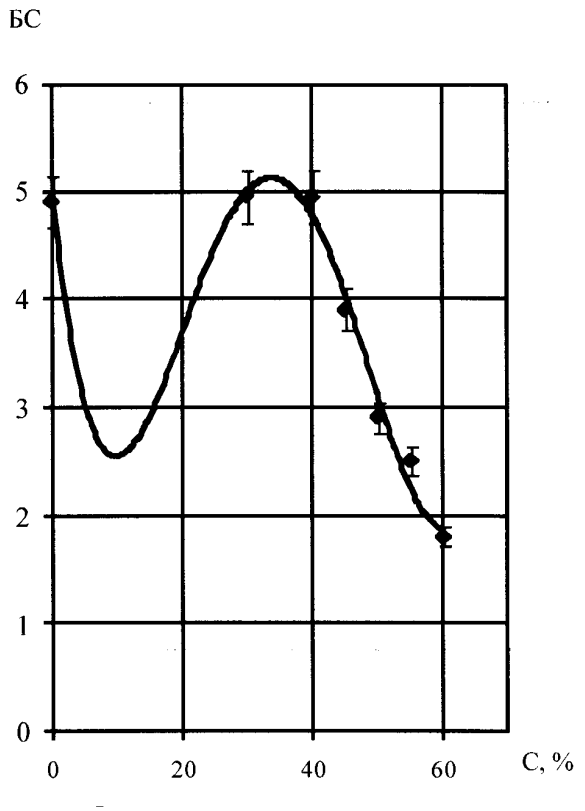


Рис. 2 – Залежність БС від масового вмісту хлориду калію в посольній суміші

Було одержане рівняння, яке описує залежність балу смаку від масового вмісту хлориду калію у посольній суміші.

$$БС = 7 \cdot 10^{-06} C^4 - 0{,}001C^3 + 0{,}0426C^2 - 0{,}5681C + 4{,}8991 \quad (2)$$

Значення КДА свідчить про відповідну адекватність вказаного рівняння реальній ситуації.

$$R^2 = 0{,}9843.$$

На підставі дискретного аналізу було одержано такий розподіл масового вмісту хлориду калію у посольній суміші (табл. 1).

Таблиця 1 – Закон розподілу масового вмісту хлориду калію у посольній суміші

С, %	0	30	40	45	50	55	60
P	0,189262	0,191194	0,190807	0,150637	0,112012	0,096562	0,069525

Розрахунок математичного очікування дав значення оптимального вмісту хлориду калію у посольній суміші

$$C_{opt} = 35{,}23\ \%$$

Внаслідок перевірки доцільності використання нормального розподілу та Г - розподілу було одержано дві криві густини функцій розподілу (рис. 3).

Наведені криві дозволяють проводити оптимізацію одержаних результатів і підібрати найбільш вдалу кількість хлориду калію у посольній суміші за результатами органолептичного аналізу з підтвердженням, описаним у протоколі дегустації.

З рис. 3 видно, що для двох випадків розподілів випадкової характеристики оптимальна кількість лежить в інтервалі 30…40 % (Г-розподіл – пунктирна і N-розподіл – безперервна лінія).

Ці результати непогано збігаються з математичним очікуванням $C_{орt}$, розрахованим при дискретному аналізі.

На рис. 4 наведена поверхня, яка описує залежність зменшення маси риби від вмісту хлориду калію у посольній суміші і вмісту хлориду натрію у м'язовій тканині.

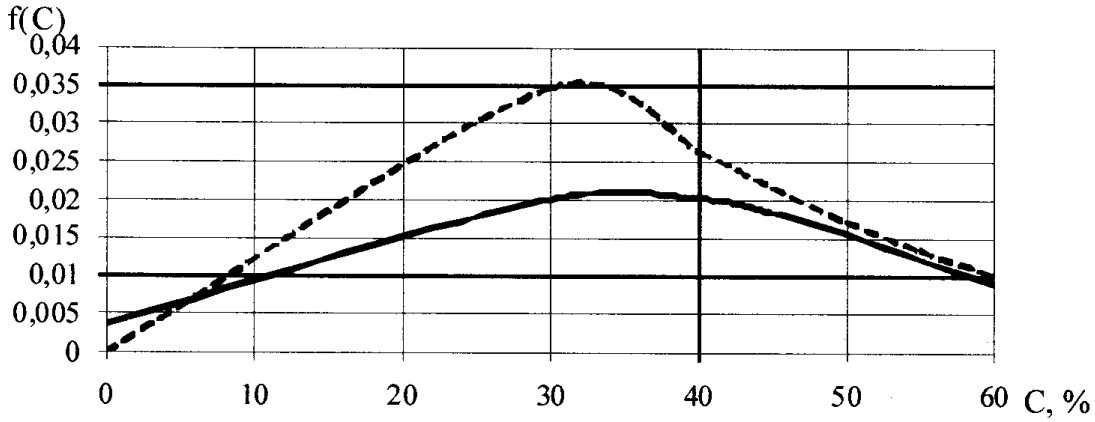


Рис. 3 – Розподіл випадкової характеристики

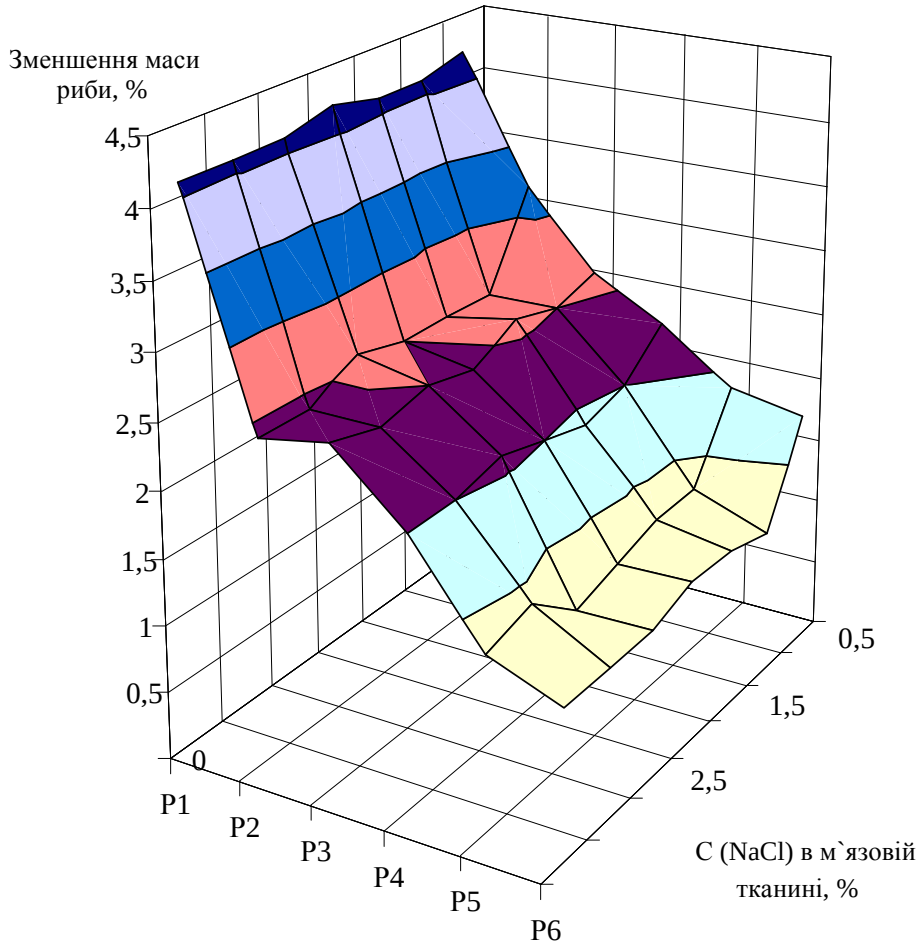


Рис. 4 – Залежність зменшення маси риби від вмісту хлориду калію у посольній суміші і вмісту хлориду натрію у м’язовій тканині

Така графічна характеристика дозволяє прогнозувати втрати маси при посолі риби при відповідному співвідношенні хлоридів натрію та калію у м'язових тканинах та у посольній суміші і може бути корисною у технологічних розрахунках при проектуванні і оптимізації технологічних параметрів виробництва солоної рибопродукції.

Враховуючи результати досліджень впливу часткової заміни хлориду натрію хлоридом калію при сухому посолі шпроту чорноморського на смакові властивості, встановлено, що в інтервалі масового вмісту хлориду калію в посольній суміші від 30 до 40 % не відбувається негативного впливу на смакові властивості готового продукту.

Були одержані рівняння, які описують залежність вологоутримувальної здатності м'язової тканини шпроту і балу смаку від масового вмісту хлориду калію у посольній суміші. Також побудована поверхня, яка дозволяє прогнозувати втрати маси при посолі риби при відповідному співвідношенні хлоридів натрію та калію у м'язових тканинах та у посольній суміші.

Враховуючи результати експериментальних даних, посол рекомендується проводити в інтервалі масового вмісту хлориду калію в посольній суміші від 30 до 40 %.

Література

1. Долинский В.В. Рибне господарство: проблеми, шляхи їх розв'язання // Харчова і переробна промисловість–2003. –№7. –С.12–13.
2. Касьянов А.Н. Технология переработки рыбы и морепродуктов: учебное пособие. Ростов н/Д: Издательский центр «Март», 2001.– 416с.
3. Перспективи розвитку рибного господарства України в сучасних умовах / Г.Т. Васькова, С.І. Алімов, О.І. Куцб, М.В. Васюкова // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: ОНАХТ, 2002.– Вип.25. – С. 77–79.
4. Маноли Т.А. Определение рациональных параметров сухого посола шпрота черноморского с частичной заменой хлорида натрия / Т.А Маноли., С.А. Памбук, Е.В. Дарчук // Наукові праці ОНАХТ.- Одеса: 2010. Вип. № 38, Т.2 – С. 117-120
5. Сафронова Т.М. Органолептическая оценка рыбной продукции: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1985. – 216 с.

УДК 664.951

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ И МИКРОБНЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ КАК СТУДНЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ

Богомолова В.В., аспирант, Виннов А.С., канд. техн. наук, доцент
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев
Никитчина Т.И., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Проведена комплексная оценка свойств к-каррагенана, ксантановой камеди и их смеси, исследованы органолептические показатели рыбных консервов в желе.

Complex assessment of properties of carrageenan, xantan gum and its combination are done, organoleptic properties of can jellied fish.

Ключевые слова: рыбные консервы, камедь ксантана, каппа-каррагенан, прочность геля, динамическая вязкость.

Для полноценного питания человека необходимы пищевые волокна, играющие роль балластных веществ. Эти компоненты пищи не являются источниками энергии, в организме человека они расщепляются только в толстом кишечнике под действием микроорганизмов [1].

По физико-химическим свойствам пищевые волокна подразделят на растворимые (пектины, камеди) и нерастворимые (целлюлоза, лигнин). В рамках данной работы были исследованы камеди, представляющие собой сложные нетекстурированные полисахариды, которые не входят в состав клеточной оболочки, растворимы в воде, повышают вязкость, способны связывать в кишечнике тяжелые металлы и холестерин. В пищевой технологии ценность камедей состоит в том, что они с одной стороны улучшают структурно-механические свойства и увеличивают выход готовой продукции, а с другой стороны – положительно влияют на состояние организма человека. Применение растительных и микробных полиса-

харидов в пищевой технологии, в том числе в технологии рыбных консервов в качестве загустителей и студнеобразователей для различных заливок позволит, с одной стороны, упростить технологический процесс и увеличить выход готовой продукции высокого качества, а с другой – повысить биологическую ценность продукта.

Наиболее широко в мясной, молочной и кондитерской промышленности применяются каррагенаны, что обусловлено их высокими студнеобразующими способностями [2] и камеди ксантана, которые способны растворяться в холодной воде с образованием вязких растворов. В литературных источниках подробно рассмотрены процессы гелеобразования, реологические характеристики гидроколлоидов [3], но не достаточно представлена их способность выдерживать длительные и высокие температурные режимы в процессе стерилизации.

В этой связи необходим комплексный анализ свойств указанных полисахаридов и их композиций для эффективного применения в технологии рыбных консервов, что является целью настоящей работы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

— провести сравнительный анализ свойств единичных полисахаридов и их смесей;

— выбрать оптимальную дозировку полисахаридного комплекса (ПК) для желейной заливки в производстве рыбных консервов;

— комплексно оценить органолептические показатели произведенных образцов рыбных консервов.

Объектами исследования в работе были модельные системы каппа-каррагенана, ксантановой камеди, их комбинации, а также желейные заливки на основе этих полисахаридов для приготовления рыбных консервов.

Модельные (1%-ные) водные растворы камедей готовили с применением высокоскоростной мешалки. В полученных системах определяли динамическую вязкость, растворимость в холодной воде, способность образовывать гель после стерилизации, термостабильность и величину прочности геля, или вязкости, дисперсии в период хранения. Результаты проведенных исследований позволили комплексно оценить и сравнить свойства отдельных камедей и их комбинаций.

Измерения динамической вязкости исследуемых образцов проводили с помощью ротационного вискозиметра Воларовича РВ–8. Определение прочности студнеобразных систем проводили стандартным методом на приборе Валента.

На рис. 1 приведена сравнительная характеристика свойств растворов к-каррагенана, ксантановой камеди и смеси к-каррагенан/ксантановая камедь в соотношении 3/1. К-каррагенан, в отличие от ксантановой камеди плохо растворим в холодной воде (20 °С). Отмечено, что в соединении друг с другом данные полисахариды хорошо диспергируются без образования нерастворимого осадка.

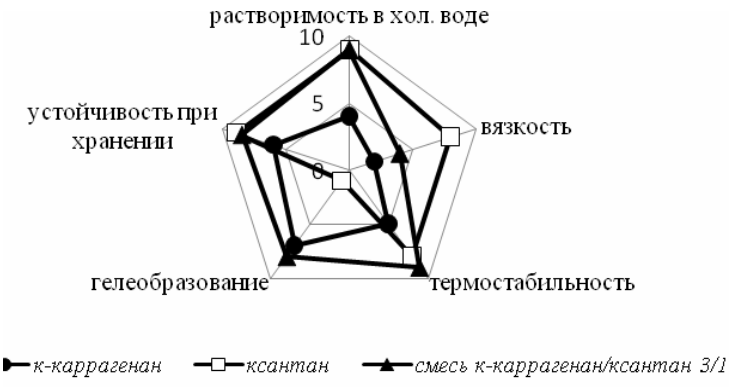


Рис. 1 – Сравнительная оценка свойств к каррагенана, ксантана и смеси к-каррагенан/ксантан 3/1

Камедь ксантана, в отличие от к-каррагенана, значительно повышает вязкость дисперсии, придает ей псевдопластичные свойства и при малых напряжениях сдвига вязкость растворов ксантана в 4 раза больше, чем каррагенана.

Исследование термостабильности, т.е. способности модельных систем сохранять свои структурно-механические показатели после стерилизации при 120 °С в течение 30-50 минут, показали что раствор ксантановой камеди устойчив к воздействию высоких температур, а дисперсии к-каррагенана представляют собой неоднородные гели с отделением водной части и образованием комков. В свою очередь композиция к-каррагенан/ксантан в соотношении 3/1 после стерилизации имела вид плотного прозрачного геля.

Устойчивость при хранении гелей комплекса гидроколлоидов к-каррагенан/ксантан в течение 24 месяцев оценивали по величине его прочности. Проведенными исследованиями установлено незначительное снижение прочности геля (на 3,8 %) в конце срока хранения.

Важным условием технологии приготовления желейной заливки является минимальная вязкость до стерилизации при высоком показателе прочности желе после термообработки. На рисунках 2 и 3 представлены экспериментальные зависимости вязкости дисперсий до стерилизации и прочности гелей после стерилизации от массовой доли смеси к-каррагенан/ксантановая камедь 3/1. Установлено, что исследуе-

мые дисперсии, имеющие динамическую вязкость менее 0,95 Па·с представляют собой маловязкие жидкости, способные легко транспортироваться по трубопроводам и технологическому оборудованию. Из графика (рис. 2) видно, что необходимой вязкости соответствуют дисперсии с концентрацией смеси до 1,1 %.

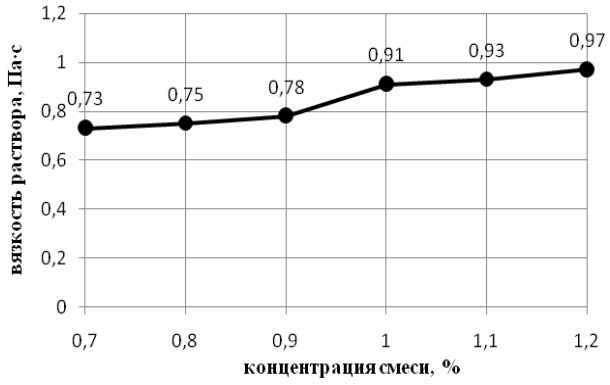


Рис. 2 – Зависимость вязкости раствора к-каррагенан/ксантан от концентрации смеси



Рис. 3 – Зависимость прочности гелей от концентрации к-каррагенан/ксантан

Исследование прочности гелей от массовой доли полисахаридного комплекса в водном растворе показали, что прочность стерилизованных гелей возрастает нелинейно (рис. 3). При этом устойчивые гели характеризуются величиной прочности более 130 г. Таким образом, из полученных экспериментальных результатов следует, что достаточной массовой долей полисахаридного комплекса для формирования устойчивой желирующей заливки можно считать концентрации от 0,9 до 1,1 %.

В производственных условиях по разработанной технологии были произведены образцы консервов «Сардина в желе», где в качестве студнеобразующих компонентов использована смесь к-каррагенан/ксантан 3/1 с концентрацией в заливке от 0,9 до 1,1 %. Полученные образцы консервов оценивали по следующим органолептическим показателям: вкус, запах, консистенция и состояние мяса рыбы, консистенция желе, состояние желе, прозрачность желе, цвет желе, стабильность в процессе хранения.

Сравнительную оценку различных образцов консервов проводили с применением «многоугольника качества», который характеризуется площадью фигуры, где расстояние от центра до вершин дают оценку отдельных единичных показателей. Чем ближе значение показателя к максимально возможным значениям показателей (критериев), тем исследуемый образец более приближен к оптимальному качеству [5].

Результаты органолептических оценок, приведенные на рисунке 4, показали, что анализируемые варианты консервов имели одинаковые высокие баллы почти по всем показателям. Все образцы имели приятный вкус и запах, нежную консистенцию мяса рыбы, прозрачное бесцветное однородное желе. Дегустаторами были отмечены существенные отличия в консистенции желе образца с содержанием 0,9 % ПК (полисахаридного комплекса), которое имело недостаточно плотную структуру. Отмечено, что консервы сохраняют свои органолептические показатели в течение всего нормативного срока хранения.

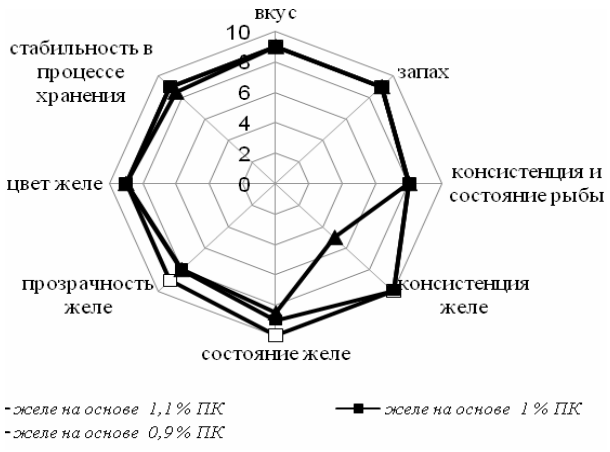


Рис. 4 – «Многоугольник качества» оценки образцов рыбных консервов в желе

В целом, образцам консервов с содержанием в желирующей заливке 1 и 1,1 % полисахаридного комплекса соответствуют многоугольники с наибольшей площадью, что свидетельствует об оптимально выбранных дозировках ПК.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

— сравнительная оценка различных свойств единичных полисахаридов и полисахаридной композиции свидетельствуют о целесообразности применения композиции к-каррагенан/камедь ксантан в технологии приготовления стерилизованных рыбных продуктов длительного срока хранения.

— проведенные реологические исследования студнеобразующей смеси при различной концентрации полисахаридов в растворе показали, что оптимальными дозировками для желирующей заливки являются концентрации 0,9 – 1,1 %.

— опытные образцы рыбных консервов в желе с содержанием 1 и 1,1 % ПК имели положительные органолептические характеристики. Содержимое консервов легко выкладывается из жестяной банки и сохраняет свою форму, не требуя предварительного охлаждения.

Литература

1. Оноприйчук Е.А., Грек Е.В. Возможность использования пищевых волокон в молочно-белковых продуктах//Продукты и ингредиенты.- №2 – 2006 – стр.46-47.
2. Справочник по гидроколлоидам / Г.О.Филлипс, П.А.Вильямс. Пер. с англ. Под ред. А.А.Кочетковой и Л.А.Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536с.
3. Технология желейной продукции перерабатывающей отрясли с модифицированными добавками: Монография / Ф.В.Перцевой, Ю.А.Савгира, В.А.Кузнецов, Б.Ч.Гарицарек, И.С.Гулый, Л.Н.Тищенко. Под ред. Ф.В.Перцевой – АО «Експресагро» Харьков: 1996. - 193с.
4. Корецька І., Ковалевська Є., Кір'янова Г. Реологічні властивості розчинів гідроколоїдів // Харчова та переробна промисловість. – 2006. - №1- стр.19-21.
5. Патент: Спосіб визначення критерію якості виробів. № 51465 від 18.06.2002р. Корецька І.Л., Зінченко Т.В.

УДК 664.951.2 – 027.38:543.613.22

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭХА СИСТЕМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СОЛЕНОГО ПОЛУФАБРИКАТА В ПРОИЗВОДСТВЕ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ ПОНИЖЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

Виннов А.С., канд. техн. наук, доцент, Охрименко Л.В., магистр
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев
Безусов А.Т., д-р техн. наук, профессор
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Экспериментально установлена возможность применения электрохимически активированных систем (ЭХА) с низкими значениями pH для снижения величины влагоудерживающей способности мышечной ткани рыбы при посоле.

Experimentally set the possibility electrochemically activated systems (ECAS) with low pH values application for fish muscle water absorption ability decreasing.

Ключевые слова: анолит, просаливание, влагоудерживающая способность.

В настоящее время в Украине активно развивается производство рыбной продукции пониженной влажности, к которой относят провесную, вяленную и сушеную рыбу. Эта продукция традиционно пользуется стабильным спросом населения Украины и имеет высокие пищевые и потребительские свойства.

Основной технологической операцией производства рыбопродукции пониженной влажности, на которой формируются свойства готового продукта, является процесс сушки. Скорость этого процесса и его энергоемкость в значительной степени зависят от состояния влаги в мышечных тканях рыбы, которое может быть охарактеризовано значением влагоудерживающей способности (ВУС) белков. Чем выше значение ВУС белков тканей сырья, тем ниже скорость сушки и выше энергоемкость процесса.

Многочисленными исследованиями, проведенными на различных видах рыбного сырья установлено, что введение в тузлуки при подготовке соленого полуфабриката ионов двухвалентных металлов, а также понижение их pH приводит к снижению значения ВУС.

Однако применение этих методов снижения влагоудерживающей способности может привести к интенсификации процессов окислительного прогоркания жира, и ухудшению органолептических характеристик готового продукта в результате применения для снижения pH различных кислот.

В то же время представляется возможным регулирование ВУС рыбного сырья, используя для посола растворы поваренной соли в кислых электрохимически активированных (ЭХА) водных системах – кислых анолитах. Кислые анолиты самопроизвольно в течение нескольких суток нормализуют значение pH,

не изменяя вкусовые характеристики продукта. Кроме того, применение кислых анолитов, обладающих бактерицидными свойствами, позволяет улучшить санитарные условия технологического процесса.

Исходя из вышеизложенного, цель настоящего исследования состоит в экспериментальной проверке возможности применения кислых анолитов для снижения влагоудерживающей способности белков тканей рыбного сырья при посоле полуфабриката.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие задачи:

— изучить процесс просаливания рыбного сырья в тузлуках на основе кислых анолитов с различным значением pH;

— исследовать динамику изменения влагоудерживающей способности белков тканей рыбного сырья на разных этапах просаливания в тузлуках на основе кислых анолитов с различным pH;

— определить органолептические характеристики готового продукта, полученного с применением кислых анолитов.

В качестве основного сырья в исследованиях был использован прудовый толстолобик, массой 450–500 г.

Просаливание рыбного сырья проводили в насыщенных растворах хлорида натрия в анолите с pH 2…6 и в водопроводной воде.

Анолит с различными значениями pH получали в результате электролиза водопроводной воды в мембранном электролизере с керамической мембраной.

Отбор образцов и их подготовку к анализу проводили в соответствии с ГОСТ 31339 и ГОСТ 7636. Определение ВУС – по ГОСТ 7636, массовой доли поваренной соли – методом аргентометрического титрования по ГОСТ 7636. Оценку органолептических характеристик полученной в готовой продукции проводили в соответствии с ГОСТ 7631.

Результаты исследования динамики накопления хлорида натрия при просаливании толстолобика представлены на рис 1.

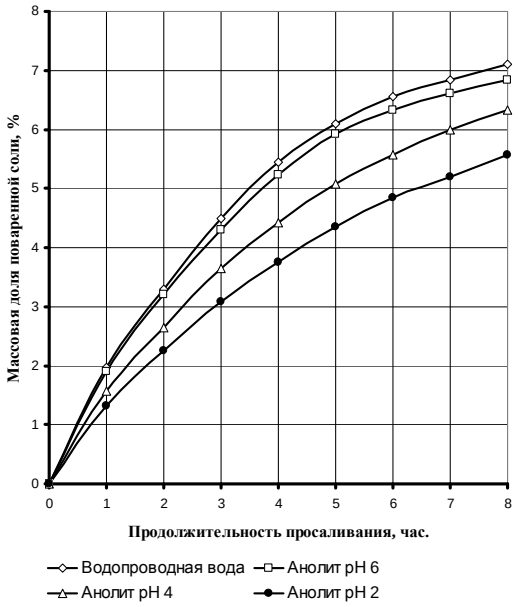


Рис. 1 – Динамика накопления хлорида натрия в тканях толстолобика в различных посольных системах (n= 5, p =0,95)

Из представленного графика следует, что при использовании для посола растворов поваренной соли в кислых ЭХА системах процесс протекает более медленно, чем при использовании тузлуков на основе водопроводной воды, при этом, чем ниже значение pH анолита, использованного при приготовлении тузлука, тем меньше скорость просаливания. Вероятно, снижение скорости просаливания связано с уплотнением поверхностных тканей сырья в результате денатурации белков при низких значениях pH. Изменения значения ВУС при посоле рыбного сырья в кислых ЭХА системах (рис 2.) имеют неоднозначный характер.

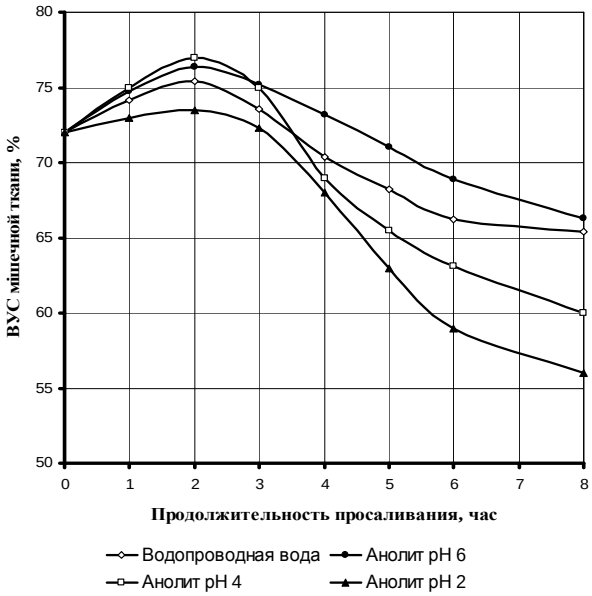


Рис. 2 – Динамика изменения ВУС мышечной ткани толстолобика в процессе просаливания (n= 5, p =0,95)

На первом этапе процесса наблюдается возрастание влагоудерживающей способности белков мышечной ткани, причем наибольшее возрастание ВУС наблюдается при посоле сырья в тузлуке на основе анолита с pH 4. Наибольшее снижение ВУС достигается при использовании тузлука на основе ЭХА системы с pH 2. В этом случае снижение влагоудерживающей способности достигает 22…25 % от первоначальной.

Оценку органолептических показателей продукции из полуфабриката, просоленного в растворе поваренной соли в анолите с pH проводили по внешнему виду, вкусу, запаху, цвету, консистенции по 5-ти балльной системе. Результаты оценки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели вяленого толстолобика, полученного по традиционной и экспериментальной технологии

Показатель	Внешний вид	Вкус	Запах	Цвет	Консистенция	Общая оценка
Посол в водном растворе поваренной соли	5	5	5	4	5	4,8
Посол в растворе поваренной соли на основе анолита с pH 2	5	5	5	5	5	5

Проведенная сравнительная оценка органолептических показателей продукции показала, что применение в процессе подготовки соленого полуфабриката кислых ЭХА систем не снижает органолептических показателей вяленой рыбопродукции.

Выводы:

— экспериментально установлено, что применение растворов поваренной соли в кислых анолитах для посола рыбного сырья позволяет снизить значение влагоудерживающей способности белков его мышечной ткани.

— вяленая рыбопродукция изготовленная из полуфабриката просоленного в растворах поваренной соли в анолите с по своим органолептическим показателям не уступает продукции, полученной по классической технологии.

Литература

1. В.И. Прилуцкий, В.М. Бахир. Электохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия.-М.: Наука, 1995.-240 с.
2. Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов /В. В. Баранов, И. Э. Бражная, В. А. Гроховский и др.; Под ред.А. М. Ершова. – С-Пб.: ГИОРД, 2006. -944 с.

УБОЙНЫЕ КАЧЕСТВА ДВУЛЕТНЕГО КАРПА (*CYPRINUS CARPIO* L.), ВЫРАЩЕВАЕМОГО В УСЛОВИЯХ АВТОХТОННОЙ ОДНОВОЗРАСНОЙ ПОЛИКУЛЬТУРЫ

Николова Л.Н., д-р, главный ассистент, Дочин К.Т., ассистент
Институт рыболовства и аквакультуры, г. Пловдив, Болгария

В Институте рыболовства и аквакультуры, (г. Пловдив, Болгария) был проведен эксперимент по выяснению убойных качеств чешуйчатых и зеркальных карпов, выращенных в одновозрасной поликультуре, базированной на естественной кормовой базе прудов. Часть прудов (I группа) не были удобрены, в другие (II группа) был внесен коровий навоз в количестве, соответствующим требованиям стандартов органического рыбоводства (3000 kg.ha^{-1}). Во всех экспериментальных прудах была использована одинаковая структура поликультуры: K_1 – годовики карпа (Cyprinus carpio L.) – 500 шт.ha^{-1} (пополам чешуйчатый и зеркальный); Tn_1 – годовики пестрого толстолоба (Aristichthys nobilis Rich.) – 300 шт.ha^{-1}; A_1 – годовики белого амура (Ctenopharyngodon idella Val.) – 100 шт.ha^{-1}. Результаты показали, что в условиях эксперимента, без применения кормления извне, только на естественной кормовой базе прудов, в конце вегетации карпы в среднем достигли 0,577-0,596 kg. Удобрение прудов не оказало значительного влияния на рост рыб, но явилось достоверным источником варьирования убойного выхода и удельного веса филе в тушке. Установлено, что с повышением обрастания прудов достоверно ухудшаются убойные качества рыб. Убойные качества карпа достоверно лучше в прудах большего размера. Пол рыб и тип чешуйчатого покрова являются достоверными источниками варьирования убойного выхода. Сила влияния чешуйчатого покрова зависит от взаимодействия с остальными технологическими факторами. С более высоким выходом съедобных частей тела были зеркальные карпы.

A study on slaughter characteristics of scale and mirror common carp, reared in polyculture of the same age, based on natural feeding in the ponds, was carried out at the Institute of Fisheries and Aquaculture – Plovdiv, Bulgaria. Some of the ponds (First Group) were not fertilized and others (Second Group) were supplemented with manure at the rates corresponding to the standards of organic production (3000 kg.ha^{-1}). The structure of polyculture was one and the same in all the ponds: one-year old common carp – 500 pcs.ha^{-1} (half being scale carp and the other half – mirror carp); one-year old bighead carp (Aristichthys nobilis Rich.) – 300 pcs.ha^{-1}; one-year old grass carp (Ctenopharyngodon idella Val.) – 100 pcs.ha^{-1}. The results showed that under the experimental conditions without external feeding and relying only on the natural food in the ponds, the carps reached the average weight of 0.577-0.596 kg at the end of the vegetation period. Pond fertilization did not have a significant effect on fish growth but it exerted a significant effect on the slaughtering yield and the fillet percentage. It was established that the increased vegetation growth in ponds led to significant deterioration of the slaughter characteristics of fish. Slaughter indices were significantly better in the ponds larger in size. Fish sex and the scale type were significant sources of variation of the slaughter yield. The power of effect of the scale type depended on the interaction with the other technological factors. The mirror carps had higher output and higher fillet percentage.

Ключевые слова: карп, генотип, убойные качества, влияние экосистемы, органическая аквакультура, поликультура

Интенсификация животноводства привела к повышению продуктивности животных, экономической эффективности и т.д., но наряду с этим возникли серьезные проблемы разного характера. Николов [3] подчеркивает, что, таким образом, созданная человеком «искусственная» система производства животноводческой продукции, начала работать против своего основного звена – человека. Все труднее стало управлять этой системой без химических реагентов, лекарств и т.д. Современной альтернативой конвенционального сельского хозяйства является органическое производство. «Органическое производство – это способ производства животноводческой продукции, направленный на удовлетворение человеческих потребностей произведенным естественным путем качественными и безвредными продуктами, с характерными для данного вида животного свойствами и количествами; полностью соответствующий биологическим особенностям домашних животных и направленный на их благоденствие, не оказывающий негативного влияния на экосистему, в которой осуществляется» [4].

В настоящее время в Европе повышен интерес к экологосообразной и в частности органической аквакультуре, однако исследований проводимых в данной области, недостаточно. В Институте рыболовства и аквакультуры, (г. Пловдив, Болгария) с 2004 года началась работа, связанная с внедрением принципов экологосообразного производства в аквакультуру Болгарии. Экологосообразная и органичная аквакультура базируется на естественной кормовой базе [1], поэтому для разработки эффективных техноло-

гий важно изучить продуктивные характеристики рыб, выращиваемых в условиях, соответствующих требованиям органичного рыбоводства.

Убойные показатели, являются одними из основных показателей, характеризующих качество рыбы [7;9]. Они изучаются у рыб разных видов [8], разных морфологических типов в рамках одного вида [2], разных пород, породных групп, гибридов [11;14], в разных экологических условиях [10] и технологиях выращивания [13;16;18;20;21].

Целью настоящего эксперимента является выяснение убойных качеств чешуйчатых и зеркальных карпов, выращенных в одновозрасной поликультуре, базированной на естественной кормовой базе прудов.

Настоящее исследование было выполнено на экспериментальной базе Института рыболовства и аквакультуры (г. Пловдив), Болгарской сельскохозяйственной академии наук, в рамках научного проекта «Изучение возможностей внедрения органических технологий в прудовом рыбоводстве Болгарии».

Для эксперимента были использованы шесть нагульных карповых прудов с общей площадью 1,59 ha. Пруды были разделены на две группы: I группа (три пруда) – без удобрения; II группа (три пруда) – удобрялись коровьим навозом в количестве 3000 $kg.ha^{-1}$. Все пруды были известкованы с использованием негашеной извести по 300 $kg.ha^{-1}$. Во время вегетационного периода дополнительно были внесены по 150 $kg.ha^{-1}$ извести. Количества использованных удобрений и извести соответствовали требованиям стандартов для органического рыбоводства.

Для целей эксперимента была сформирована поликультура, основанная на естественной кормовой базе прудов – «автохтонная поликультура» [6].

Во всех экспериментальных прудах была использована одинаковая структура поликультуры: $К_1$ – годовики карпа *(Cyprinus carpio* L.*)* – 500 $шт.ha^{-1}$ (пополам чешуйчатый и зеркальный); $Тп_1$ – годовики пестрого толстолоба (*Aristichthys nobilis* Rich.) – 300 $шт.ha^{-1}$; $А_1$ _ годовики белого амура (*Ctenopharyngodon idella* Val.) – 100 $шт.ha^{-1}$. Средняя начальная масса карпа, толстолоба и амура была соответственно 0,031 kg; 0,021 kg; 0,039 kg.

При мониторинге параметров среды обитания рыб использовались рутинные в рыбоводстве методы анализа. За все время вегетации показатели воды, характеризующие ее качество, не выходили за пределы технологических норм.

Для выяснения убойных качеств в конце вегетации из каждого экспериментального пруда взяли по восемь карпов (по четыре для каждого вида чешуйчатого покрова). Для каждой рыбы измеряли предубойный вес, вес очищенной тушки (без чешуи, плавников, внутренностей, головы), вес чешуи, плавников, головы без жабр, вес жабр, общий вес внутренностей и вес филе без костей. Вся слизь была прибавлена к весу чешуи, а кровь и телесные жидкости к весу внутренностей [19]. Были вычислены проценты отдельных частей тела и убойный выход [20].

Для обработки данных использовали многофакторный дисперсионный анализ.

Использовали линейную модель следующего вида:

$$Yijklm=\mu+Ti+Bj+Ok+Pl+eijklm; \text{ (Модель 1)}$$

где,

Yijklm(n) – изучаемый убойный показатель для n-го индивида; μ – общая средняя константа; Ti – фиксированный эффект удобрения пруда; Bj – фиксированный эффект j-го пруда, использован в формулах в виде регрессора; Ok – фиксированный эффект k-го типа чешуйчатого покрова; Pl – фиксированный эффект l-го пола; e (..) – остаточная варианса. Для анализа влияния отдельных технологических факторов, они были включены последовательно в виде фиксированных эффектов в рамки $1^{-й}$ Модели: площадь пруда (Модель 2), обрастание пруда (Модель 3).

Полученные результаты в нашем эксперименте (табл. 1;2) сопоставляли с результатами других авторов [9 и др.]. Карпы, выращиваемые в «автохтонной» поликультуре в конце вегетации достигли 0,577-0,596 kg Ls-среднего веса (табл. 1). Этот вес выше минимально-допустимого рыночного веса для карпа [9]. Это показывает, что при правильно сформированной поликультуре и плотности посадки рыб, без применения кормления извне, только на естественной кормовой базе прудов можно вырастить качественную рыбу. В соответствии со стандартами при таком весе убойный выход составляет около 52 %. В нашем случае ниже этого стандарта только чешуйчатые карпы из I группы прудов.

Чешуйчатые карпы росли лучше в удобренных прудах, разница составила только 2,5 %, а у зеркальных до более высокого веса (7,5 %) достигли карпы в прудах без удобрений (табл. 1). В прудах без удобрения зеркальные карпы росли лучше чешуйчатых (табл. 1). Разница по живому весу составила 10,6 %. В прудах с удобрением разница по показателю между рыбами с разным типом чешуйчатого покрова на практике ничтожна.

Таблица 1 – Результаты убойного анализа рыб из экспериментальных прудов, kg

Показатели	Удобренные		Без удобрения		В среднем		
	LS	±Se	LS	±Se	LS	±Se	CV
Чешуйчатый							
Живой вес (предубойный)	578.9	32.01	564.1	31.34	571.5	21.53	18.08
Голова без жабр	145.8	6.83	138.8	6.68	142.3	4.59	15.59
Жабры	22.0	1.00	20.2	0.98	21.1	0.68	15.52
Плавники	22.6	0.87	21.0	0.85	21.8	0.59	12.97
Чешуя	37.8	1.75	34.1	1.71	36.0	1.18	15.74
Общий вес внутренностей	58.9	4.46	53.9	4.37	56.4	3.00	25.34
Очищенная тушка	291.8	20.94	296.1	20.51	293.9	14.09	22.91
Филе с кожей	213.8	17.11	226.1	16.76	219.9	11.51	24.94
Зеркальный							
Живой вес (предубойный)	583.6	36.74	630.7	36.05	607.2	25.02	19.94
Голова без жабр	155.6	8.64	157.2	8.48	156.4	5.88	18.09
Жабры	22.4	1.23	23.5	1.21	22.9	0.84	17.35
Плавники	22.1	1.31	23.6	1.29	22.9	0.89	18.75
Чешуя	15.1	1.01	15.1	0.99	15.1	0.69	21.83
Общий вес внутренностей	65.1	5.15	66.5	5.05	65.8	3.51	25.83
Очищенная тушка	303.3	22.98	344.9	22.54	324.1	15.65	23.46
Филе с кожей	225.4	16.33	257.6	16.02	241.5	11.12	22.49
В среднем							
Живой вес (предубойный)	576.6	23.40	595.9	23.42	586.3	15.85	18.75
Голова без жабр	149.1	5.31	147.5	5.32	148.3	3.60	16.81
Жабры	22.1	0.77	21.8	0.78	22.0	0.52	16.53
Плавники	22.2	0.78	22.2	0.78	22.2	0.53	16.49
Чешуя	26.5	0.99	24.6	0.99	25.5	0.67	18.11
Общий вес внутренностей	61.6	3.25	60.1	3.25	60.9	2.20	25.15
Очищенная тушка	295.1	14.89	319.7	14.90	307.4	10.08	22.78
Филе с кожей	217.7	11.26	241.2	11.28	229.5	7.63	23.11

Результаты эксперимента показывают, что при выращивании рыб в экспериментируемой поликультуре, удобрение прудов в приложенных количествах не оказало значительного влияния на рост рыб (табл. 3).

Удобрение прудов является достоверным источником варирования убойных качеств рыбы (убойного выхода и удельного веса филе в тушке) в рамках Моделей 1 и 2. Внедрение в модель фактора обрастания прудов водной растительностью (Модель 3), показывает, что именно этот фактор влияет на изучаемые признаки. Повышение обрастания прудов ведет к значительному ухудшению убойных качеств карпа (фиг. 1 «А»). Резко уменьшается вес очищенной тушки ($F(10,887)$; $P<0,001$) и филе ($F(11,694)$; $P<0,001$), а также и удельный вес филе ($F(2,543)$; $P<0,05$).

Также, огромное влияние на рост и развитие рыб оказывает размер прудов (табл. 3). Более высокий вес очищенной тушки ($F(5,869)$; $P<0,05$) и филе ($F(4,481)$; $P<0,05$) установлен у рыб, выращиваемых в прудах с большей площадью (фиг. 1 «В»). Площадь прудов повлияла и на убойный выход рыбы ($F(3,084)$; $P<0,05$). Полученные результаты еще раз подтверждают важное воздействие размеров водоемов на рост и развитие рыб, установленное в других наших исследованиях [5;17].

Таблица 2 – Удельный вес отдельных частей тела рыб, %

Показатели	Удобренные		Без удобрения		В среднем		
	LS	±Se	LS	±Se	LS	±Se	CV
Чешуйчатый							
Голова без жабр	25.15	0.66	24.97	0.65	25.06	0.44	8.60
Жабры	3.80	0.15	3.68	0.15	3.74	0.10	13.05
Плавники	3.93	0.10	3.80	0.10	3.86	0.07	8.74
Чешуя	6.51	0.22	6.18	0.22	6.34	0.15	11.33
Общий вес внутренностей	10.17	0.50	9.55	0.49	9.86	0.34	16.35
Очищенная тушка	50.45	1.06	51.82	1.04	51.14	0.71	6.72
Филе с кожей	36.81	1.30	39.48	1.28	38.15	0.88	11.01
Зеркальный							
Голова без жабер	26.82	0.69	25.13	0.68	25.97	0.47	8.51
Жабры	3.91	0.12	3.80	0.12	3.85	0.08	10.17
Плавники	3.81	0.13	3.79	0.13	3.80	0.09	10.99
Чешуя	2.56	0.15	2.53	0.15	2.54	0.10	19.15
Общий вес внутренностей	11.21	0.61	10.66	0.60	10.93	0.41	18.11
Очищенная тушка	51.71	0.91	54.11	0.89	52.91	0.62	5.55
Филе с кожей	38.21	0.89	40.78	0.87	39.49	0.60	7.30
В среднем							
Голова без жабр	25.95	0.46	25.04	0.46	25.50	0.31	8.39
Жабры	3.86	0.09	3.74	0.09	3.80	0.06	11.39
Плавники	3.87	0.08	3.79	0.08	3.83	0.05	9.88
Чешуя	4.55	0.13	4.36	0.13	4.45	0.09	13.52
Общий вес внутренностей	10.69	0.38	10.11	0.38	10.40	0.26	17.12
Очищенная тушка	51.09	0.66	52.97	0.66	52.03	0.45	5.98
Филе с кожей	37.50	0.74	40.13	0.74	38.81	0.50	8.99

Таблица 3 – Влияние основных технологических факторов на убойные показатели карпа

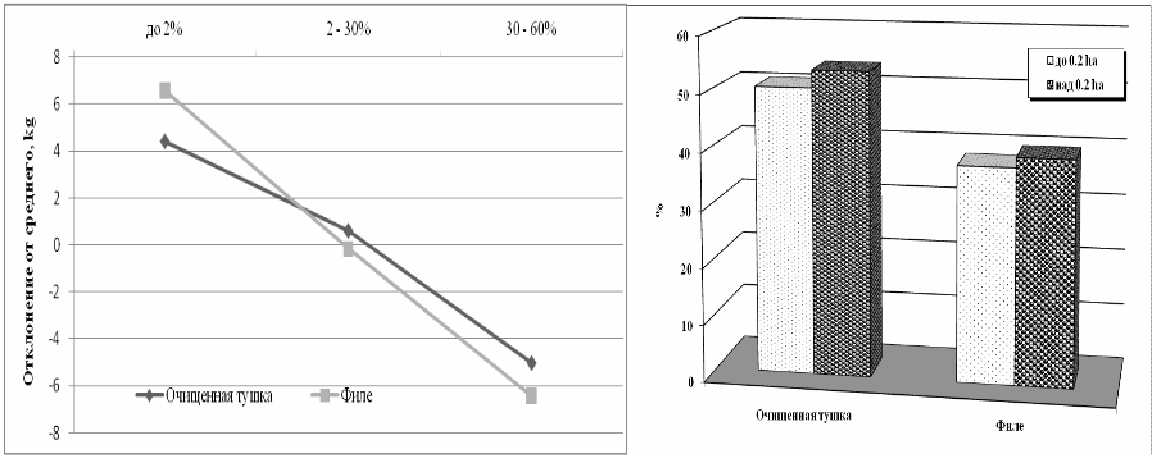
Модель	Фактор	Живой вес	Внутренности		Очищенная тушка		Филе	
		F-критерий						
		kg	*kg*	*%*	*kg*	*%*	*kg*	*%*
1	Удобрение	0.312	0.101	1.090	1.255	3.713*	2.008	5.749*
	Тип чешуйчатого покрова	1.163	4.363*	4.317*	2.080	3.716*	1.853	1.726
	Пол	4.402*	6.463*	2.955*	5.228*	3.496*	8.029**	7.153*
	Пруд	1.782	0.347	5.498*	1.808	1.349	0.736	0.481
2	Удобрение	0.391	0.091	1.123	1.504	4.021*	2.287	5.792*
	Пол	4.996*	6.501*	2.885*	6.038*	3.791*	8.911**	7.198*
	Площадь пруда	5.006*	0.728	0.868	5.869*	3.084*	4.481*	0.761
	Тип чешуйчатого покрова	1.291	4.349*	4.289*	2.345	3.923*	2.026	1.726
	Пруд	1.325	1.071	0.210	1.678	0.729	1.735	1.224
3	Удобрение	0.659	4.724*	3.900*	0.000	2.069	0.048	2.622
	Пол	1.644	2.499	0.935	2.535	2.235	4.604*	4.237*
	Тип чешуйчатого покрова	1.151	5.347*	4.150*	2.274	3.644*	1.973	1.507
	Обрастание	12.891***	14.074***	3.924*	10.887***	2.420	11.694***	2.543*
	Пруд	19.709***	26.761***	6.365*	15.984***	2.432	19.126***	5.585*

* – ($P<0.05$); ** – ($P<0.01$); *** – ($P<0.001$)

По отношению влияния пола на убойные качества рыб существуют разные мнения. Prikryl and Janecek [20] изучали влияние различных факторов на убойный выход трехлетних и четырехлетних карпов и установили, что пол не оказывает достоверного влияния. В наших исследованиях убойных качеств трехлетнего карпа [17] мы также не установили достоверного влияния пола на убойный выход, но установили достоверное влияние фактора на процент отфилетированной части тела. Kocoura et al. [15] установил достоверное влияние пола на убойный выход и удельный вес филе карпов. В нашем эксперименте пол рыб оказывает достоверное влияние на убойные качества независимо от линейной модели.

Тип чешуйчатого покрова является достоверным источником варьирования убойного выхода (табл. 3). Зеркальные карпы во всех прудах были с более высоким выходом съедобных частей тела (табл. 1; 2). Разница по показателю в отдельных группах (3.8 – 14.1) % по весу очищенной тушки и 5.1 и 12.2% по весу филе.

Сила влияния чешуйчатого покрова на изучаемые факторы зависит от взаимодействия с остальными технологическими факторами. Подобную зависимость установили в своих исследованиях и Prikryl and Janecek [20]. Авторы отмечают, что у зеркальных карпов убойный выход был выше в сравнении с чешуйчатыми карпами.



«A» ***«B»***

Рис. 1– Влияние обрастания пруда *(«A»)* и его площади *(«B»)* на убойные качества карпа

Выводы

При выращивании в «автохтонной» поликультуре: $К_1$ – 500 шт.ha^{-1}; $Тп_1$ – 300 шт.ha^{-1}; $А_1$ – 100 шт.ha^{-1} без применения кормления извне, только на естественной кормовой базе прудов в конце вегетации карпы в среднем достигли 0.577-0.596 kg.

Удобрение прудов при такой структуре посадки не оказало значительного влияния на рост рыб, но явилось достоверным источником варьирования убойного выхода и удельного веса филе в тушке.

Повышение обрастания прудов ведет к достоверному ухудшению убойных качеств карпа.

В прудах с большим размером достоверно выше вес очищенной тушки, филе и убойный выход.

Пол рыб и тип чешуйчатого покрова являются достоверными источниками варьирования убойного выхода. Сила влияния чешуйчатого покрова зависит от взаимодействия с остальными технологическими факторами. С более высоким выходом съедобных частей тела были зеркальные карпы.

Литература

1. ЕК (Европейская комиссия). Регламент (ЕО) № 710/2009 о изменении Регламента №889/2008 для определения подробных правил приложения Регламента №834/2007. – Официальное издание Европейского союза.– 2009. L. 204 – 15-34. (Bg)
2. Иванчева Е., М. Тодоров. Убойный анализ зеркального карпа с различным морфологическим типом.– Животноводные науки. – 1989. 3: 58–63. (Bg)
3. Николов В. Возможности преценки адаптивной способности быков и их использование в селекции в молочном скотоводстве. – Диссертация на соискание ученой степени ксн. – Аграрный университет-Пловдив. –1996. – 254 с. (Bg)
4. Николов В. Животноводство. В «Основы органичного земледелия», Под ред. Хр. Янчева, Ив. Манолов. – Пл.: ЕТ «Васил Петров» – Пловдив. – 2003. – 237-386. (Bg)

5. Николова Л. Изучение комплексного влияния некоторых паратипных факторов на рост карпа (*C. carpio*), выращиваемого в поликультуре. – Животноводные науки. – 2004. –3:73-76.
6. Привезенцев Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство. – М.: Агропромиздат. – 1991. – 368 с.
7. Тодоров М., Ел. Иванчева. Руководство для упражнений по рыбоводству. – С.: Земиздат.– 1992. – 147 с. (Bg)
8. Хаджиниколова Л. Сравнительные исследования качества некоторых видов рыб с хозяйственным значением – Животноводные науки. – 2004 – 3: 69-72. (Bg)
9. Berka R. Dressing percentage in marketable carp, tench and herbivorous fish (A review). – *Buletin VURH Vodnany*. – 1986 – 4: 41-48.
10. Gela D., M. Rodina, O. Linhart. Top-crossing with evaluation of slaughtering value in common carp (*Cyprinus carpio* L.) offspring. – Aquaculture International. – 2003. – 11(4): 379-387.
11. Hajinikolova L., Gr. Grozev. Comparative studies on the output and chemical composition of two kinds of carp (Industrial Hybrid-94 and Scaleles from Plovdiv district). – Bulg. J. Agric. Sci. – 1996. – 2: 753-760.
12. Ivancheva E., M. Todorov. Carcass evaluation of a different morphologic type of the mirror carp. – Journal of animal science. – 1989. – 3:58-64.
13. Keshavanath P., K. Manjappa, B. Gangadhara. Evaluation of carbohydrate rich diets through common carp culture in manured tanks. – Aquaculture Nutrition. – 2002. – 8(3): 169-174.
14. Kocoura M., D. Gela, M. Rodina, O. Linhart. Testing of performance in common carp *Cyprinus carpio* L. under pond husbandry conditions I: top-crossing with Northern mirror carp. Aquaculture Research. – 2005. – 36(12): 1207-1215.
15. Kocoura M., Maugerb St., Rodinaa M., Gelaa D., Linharta Ot., Vandeputteb M.. Heritability estimates for processing and quality traits in common carp (*Cyprinus carpio* L.) using a molecular pedigree. – Aquaculture. – 2007. – 270(1-4): 43-50 (Abstract) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848607002293
16. Nandeesha M., B. Gangadhar, T. Varghese, P. Keshavanath. Effect of feeding Spirulina platensis on the growth, proximate composition and organoleptic quality of common carp, Cyprinus carpio L.. – Aquaculture Research. –1998. – 29(5): 305-312.
17. Nikolova L., L. Hadjinikolova, A. Stoeva. Slaughtering analysis of three-year old carp (*Cyprinus carpio* L.) reared under the conditions of integrated and non-integrated technologies. – *Bulg. J. Agric. Sci*., – 2006. – 12: 343-351.
18. Papoutsoglou S., H. Miliou, N. Karakatsouli, M. Tzitzinakis, S. Chadio. Growth and physiological changes in scaled carp and blue tilapia under behavioral stress in mono- and polyculture rearing using a recirculated water system. – Aquaculture International. – 2001. – 9(6): 509-518.
19. Pokorny J. Vyteznost a podil hlavnich casti tela u nekterych aborigennich a importovanych populaci karpa. – Bul. VURH Vodnany. – 1988. – 24(3): 10-17.
20. Prikryl I. and V. Janecek. Effect of pond fish culture intensification on dressing percentage of carp. – *Bul. VURH Vodnany*. – 1991 – 27(1): 4-11. (Ch)
21. Soliman A.K., A.A. El-Horbeety, M.A. Essa, M.A. Kosba, I.A. Kariony. Effects of introducing ducks into fish ponds on water quality, natural productivity and fish production together with the economic evaluation of the integrated and non-integrated systems. – Aquaculture International. – 2000. – 8(4): 315-326.

УБОЙНЫЕ КАЧЕСТВА ДВУЛЕТНЕГО БЕЛОГО АМУРА (CTENOPHARYNGODON IDELLA VAL.), ВЫРАЩИВАЕМОГО В УСЛОВИЯХ АВТОХТОННОЙ ОДНОВОЗРАСНОЙ ПОЛИКУЛЬТУРЫ

Николова Л.Н., д-р, главный ассистент, Дочин К.Т., ассистент
Институт рыболовства и аквакультуры, г. Пловдив, Болгария

В Институте рыболовства и аквакультуры (г. Пловдив, Болгария), был проведен эксперимент по выяснению убойных качеств белого амура, выращенного в одновозрасной поликультуре, базированной на естественной кормовой базе прудов. Часть прудов (I группа) не были удобрены, в другие (II группа) был внесен коровий навоз в количестве, соответствующим требованиям стандартов органического рыбоводства (3000 kg.ha^{-1}). Во всех экспериментальных прудах была использована одинаковая структура: годовики карпа (Cyprinus carpio L.) – 500 шт.ha^{-1} (пополам чешуйчатый и зеркальный); годовики пестрого толстолоба (Aristichthys nobilis Rich.) – 300 шт.ha^{-1}; годовики белого амура (Ctenopharyngodon idella

Val.) – 100 шт.ha^{-1}. Результаты показали, что в условиях эксперимента рыбы росли значительно лучше в прудах с удобрением. Средний вес рыб составил 0,9 kg, очищенной тушки 0,525 kg, а филе 0,425 kg. Удобрение прудов оказывает значительное влияние на изучаемые убойные качества белого амура. Обрастание прудов макрофитами оказывает достоверное влияние на рост рыбы, вес очищенной тушки и филе, а также убойный выход. Самый высокий вес очищенной тушки был у рыб, выращенных в более «чистых» прудах, а самый меньший – в более заросших прудах Тоже относится и к весу филе в тушке.

An experiment on slaughter characteristics of grass carp, reared in polyculture of the same age, based on natural feeding in the ponds, was carried out at the Institute of Fisheries and Aquaculture – Plovdiv, Bulgaria. Some of the ponds (First Group) were not fertilized and others (Second Group) were supplemented with manure at the rates corresponding to the standards of organic production (3000 kg.ha^{-1}). The structure of polyculture was one and the same in all the ponds: one-year old common carp – 500 pcs.ha^{-1} (half being scale carp and the other half – mirror carp); one-year old bighead carp (Aristichthys nobilis Rich.) – 300 pcs.ha^{-1}; one-year old grass carp (Ctenopharyngodon idella Val.) – 100 pcs.ha^{-1}. The results showed that under the experimental conditions the fish reared in the fertilized ponds had better growth. The average fish weight was 0.9 kg, the dressed carcass – 0.525 kg and the fillet – 0.425 kg. Fertilization of the ponds was of significant importance for the studied slaughter characteristics. Vegetation growth in the ponds had a significant effect both on fish growth and on all the slaughter characteristics. The highest carcass weight was reported for fish reared in the ponds with less macrophytes and the lowest – in the ponds with denser vegetation. The same referred to the weight of the fillet.

Ключевые слова: белый амур; убойные качества; влияние экосистемы; органическая аквакультура; поликультура

Необходимость перемен в рыбоводстве возникла еще в конце прошлого столетия. В этот период внимание европейских производителей привлекли технологии, которые отвечают требованиям современного сельского хозяйства. Особенное внимание уделяется развитию органической аквакультуры. В прудовом рыбоводстве – это прежде всего создание производства, отвечающего требованиям и стандартам охраны окружающей среды и качества продукции [12]. Ведущие специалисты подчеркивают значение признания и усиления позитивного влияния экстенсивных технологий выращивания гидробионтов [10]. На экстенсивные и полуинтенсивные системы в аквакультуре приходится значительная часть ее общей продукции [5], поэтому аквакультура предоставляет хорошие возможности развития органичного производства. В прудовом рыбоводстве многих европейских стран, преобладают экстенсивные и полуинтенсивные методы выращивания тепловодных рыб, а большую часть продукции получают за счет естественного корма [7]. На естественном кормлении базируются и органические технологии. Большой относительный вес естественного корма лежит в основе производства рыбы высокого качества [6;11].

Целью исследования является выяснение убойных качеств белого амура при выращивании его в условиях поликультуры, базированной на естественной кормовой базе прудов.

Исследования были проведены на экспериментальной базе Института рыболовства и аквакультуры (г. Пловдив) Болгарской сельскохозяйственной академии наук, в рамках научного проекта «Изучение возможностей внедрения органических технологий в прудовом рыбоводстве Болгарии».

Для проведения эксперимента были использованы шесть нагульных карповых прудов с общей площадью 1,59 ha. Пруды были разделены на две группы: I группа (три пруда) – без удобрения; II группа (три пруда) – удобрялись коровьим навозом в количестве 3000 kg.ha^{-1}. Все пруды были известкованы с использованием негашеной извести по 300 kg.ha^{-1}. Во время вегетационного периода дополнительно были внесены по 150 kg.ha^{-1} извести. Количество использованных удобрений и извести были внесены в соответствии с требованиями стандартов для органического рыбоводства.

Для целей эксперимента была сформирована поликультура, основанная на естественной кормовой базе прудов – «автохтонная поликультура» [2].

Во всех экспериментальных прудах использовалась одинаковая структура: $К_1$ – годовики карпа *(Cyprinus carpio* L.*)* – 500 шт.ha^{-1} (пополам чешуйчатый и зеркальный); $Тп_1$ – годовики пестрого толстолоба (*Aristichthys nobilis* Rich.) – 300 шт.ha^{-1}; $А_1$- годовики белого амура (*Ctenopharyngodon idella* Val.) – 100 шт.ha^{-1}. Средняя начальная масса карпа, толстолоба и амура была соответственно 0,031 kg; 0,021 kg; 0,039 kg. При мониторинге параметров среды обитания рыб использовались рутинные для рыбоводства методы анализа. Обрастание прудов определяли визуально в процентах от общей площади. За все время вегетации показатели воды, характеризующие ее качество, не выходили за пределы технологических норм.

Для выяснения убойных качеств в конце вегетации из каждого экспериментального пруда взяли по четыре амура. Для каждой рыбы измеряли предубойный вес, вес очищенной тушки (без чешуи, плавников, внутренностей, головы), вес чешуи, плавников, головы без жабр, вес жабр, общий вес внутренностей

и вес филе без костей. Вся слизь была прибавлена к весу чешуи, а кровь и телесные жидкости к весу внутренностей [8]. Были вычислены проценты отдельных частей тела и убойный выход [9].

Для обработки данных использовали многофакторный дисперсионный анализ.

Использовали линейную модель следующего вида:

$$Yijk=\mu+Ti+Bj+eijk; \text{ (Модель 1)}$$

где,

Yijk(n) – изучаемый убойный показатель для n-го индивида; μ – общая средняя константа; Ti – фиксированный эффект удобрения пруда; Bj – фиксированный эффект j-го пруда, использован в формулах в виде регрессора; e (..) – остаточная варианса.

Для анализа влияния отдельных технологических факторов, они были включены последовательно в виде фиксированных эффектов в рамки $1^{-й}$ Модели: площадь пруда (Модель 2), обрастание пруда (Модель 3).

Качество белого амура значительно зависит от характера его питания. Основной пищей белого амура является водная растительность [1]. Известно, что при кормлении «искусственными кормами» у рыб этого вида могут ухудшиться качества из-за нарушения физиологических процессов в организме. Полученные нами результаты показывают, что белый амур в условиях автохтонной поликультуры хорошо растет и развивается (табл. 1). В нашем случае в прудах с удобрением рыбы достигли значительного привеса (48,9%). Ls-средний вес рыб составил 0,900 kg, очищенной тушки 0,525 kg, а филе 0,425 kg.

Полученные нами результаты представлены в (табл. 1 и 2) и близки к результатам, полученным другими авторами при проведении экспериментов с белым амуром [3].

Удельный вес головы в среднем составляет 20,2 % от веса рыбы. С увеличением живого веса рыбы удельный вес головы уменьшается, поэтому разница по показателю между отдельными экспериментальными группами составляет 25,4 %. По отношению удельного веса жабр и плавников значительной разницы между рыбами из отдельных групп не наблюдается (табл. 2). Тоже самое, можно отметить и для внутренностей.

Так как удобрение бассейнов оказало значительное влияние на рост белого амура, то и вес очищенной тушки, и вес филе выше у рыб из удобренных прудов, соответственно на (36,3 – 37) %. Убойный выход и удельный вес филе, также выше у рыб из удобренных прудов, но различия здесь намного меньше (3,3 – 3.1) % соответственно. Удельный вес филе в очищенной тушке рыб составляет в среднем 81 %. Это демонстрирует хорошее качество белого амура как пищевого продукта и сырья.

Полученный нами убойный выход приближается к данным полученным Балашовым и Хорошко [по 4] и меньше чем у Сиверцова [по 4]. Нужно отметить, что сравнивать результаты убойного анализа отдельных авторов трудно, так как применяются разные подходы к анализу, используются рыбы разного происхождения, при значительно различающихся условиях выращивания и т.д. Prikryl and Janecek [9] исследовали убойные качества трехлетнего белого амура при интенсивных условиях. Независимо от того, что рыбы более старшего возраста в их эксперименте достигли меньшего живого веса, чем в наших условиях, однако убойный выход был выше, чем в нашем эксперименте (63,8 – 69,1) %.

Анализ влияния основных технологических факторов показывает, что удобрение прудов неизменно оказывает влияние на убойные качества белого амура (табл. 3). Фактор является значительным источником варьирования убойного выхода.

Таблица 1 – Результаты убойного анализа белого амура из экспериментальных прудов, kg

Показатели	Удобренные		Без удобрения		В среднем		
	LS	±Se	LS	±Se	LS	±Se	CV
Живой вес (предубойный)	1077	65,9	723	65,9	900	44,6	24,27
Голова без жабр	203,6	12,1	151,8	12,1	177,6	8,22	22,67
Жабры	30,6	1,59	22,1	1,59	26,3	1,08	20,12
Плавники	29,3	1,41	22,6	1,41	25,9	0,96	18,05
Чешуя	46,5	2,76	35,9	2,76	41,2	1,87	22,24
Общий вес внутренностей	125,9	10,6	82,0	10,6	103,9	7,18	33,67
Очищенная тушка	641,3	43,7	408,8	43,7	525,0	30,0	27,58
Филе	521,6	31,2	328,5	37,2	425	25,2	29,01

Таблица 2 – Удельный вес отдельных частей тела рыб, % от живого веса

Показатели	Удобренные		Без удобрения		В среднем		
	LS	±Se	LS	±Se	LS	±Se	CV
Голова без жабр	19,3	0,07	21,2	0,69	20,2	0,47	11,28
Жабры	2,9	0,13	3,1	0,13	3,0	0,09	14,28
Плавники	2,8	0,09	3,2	0,09	2,7	0,06	10,46
Чешуя	43,0	1,35	50,3	1,35	46,7	0,91	9,57
Общий вес внутренностей	11,4	0,88	11,5	0,88	11,5	0.60	25,58
Очищенная тушка	59,3	1,05	56,0	1.05	57,7	0,71	6,05
Филе	48,1	1,30	45,0	1,30	46,5	0,88	9,29

Обрастание прудов макрофитами оказывает достоверное влияние на рост рыбы, вес очищенной тушки, филе и убойный выход (F (3,785); P<0.05). Независимо от того, что водная растительность считается основным кормовым источником для белого амура, увеличение площади обрастания макрофитами оказывает негативное влияние на убойные характеристики рыб (рис. 1). Самый высокий вес очищенной тушки был у рыб, выращенных в более «чистых» прудах, а самый меньший – в более заросших прудах (F (4,468); P<0.05). Тоже относится и к весу филе (F (4,151); P<0.05).

Таблица 3 – Влияние основных технологических факторов на убойные показатели белого амура

Модель	Фактор	Живой вес	Внутренности		Очищенная тушка		Филе	
		F-критерий						
		kg	*kg*	*%*	*kg*	*%*	*kg*	*%*
1	Удобрение	13,295**	7,888*	0,010	13,067**	4,626*	12,429**	2,698
	Пруд	1,146	0,839	0,299	1,443	0,258	1,761	0,750
2	Удобрение	14,133**	8,174**	0,008	13,959**	4,521*	13,193**	2,645
	Площадь пруда	2,026	1,439	0,205	2,125	0,332	1,986	0,333
	Пруд	0,395	0,280	0,001	0,343	0,051	0,229	0,002
3	Удобрение	20,425***	8,231**	0,159	22,934***	10,094**	21,331***	4,329*
	Обрастание	3,345*	0,902	0,553	4,468*	3,785*	4,151*	1,311
	Пруд	2,147	0,086	0,763	3,387*	4,787*	3,345*	1,653

** – (P<0.05); ** – (P<0.01); *** – (P<0.001)*

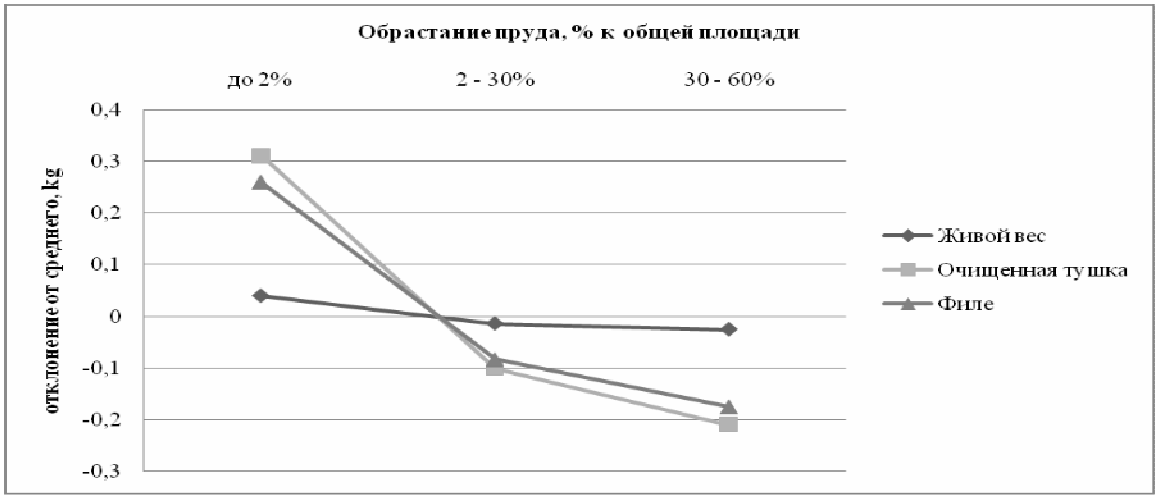


Рис. 1 – Влияние обрастания пруда на убойные качества белого амура

Выводы

В условиях эксперимента рыбы росли значительно лучше в прудах с удобрением. Средний вес рыб составил 0,900 kg, очищенной тушки 0,525 kg, а филе 0,425 kg.

Удобрение прудов оказывает достоверное влияние на рост рыбы, вес очищенной тушки и филе, а также убойный выход. Самый высокий вес очищенной тушки был у рыб, выращенных в более «чистых» прудах, а самый меньший – в более заросших прудах. Тоже относится и к весу филе в тушке.

Литература

1. Грозев Гр. Л. Хаджиниколова, Ат. Бояджиев, П. Петров. – Прудовое рыбоводство. – Пловдив. – 1999. –256 с. (Bg)
2. Привезенцев Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство. – М.: Агропромиздат. – 1991.– 368 с.
3. Хаджиниколова Л. Сравнительные исследования качества некоторых видов рыб с хозяйственным значением – Животноводные науки. – 2004. 3: С. 69-72. (Bg)
4. Berka R. Dressing percentage in marketable carp, tench and herbivorous fish (A review). – *Buletin VURH Vodnany*. – 1986 – 4: 41-48.
5. Halwart M., S. Funge-Smith, J. Moehl. Review of the state of world aquaculture, FAO Fisheries Circular. – 2003. – 886(2): 47-58.
6. Janecek V., I. Prikryl, T. Kepr. Experimental rearing of Three-Year-Old Common Carp in Polyculture with Silver Carp and Grass Carp. – Bul. VURH Vodnany. – 1985. – 4: 3-12.
7. Kourzhil, J., Z. Adamek. Aquaculture in the Czech Republic: History, Present Day, Perspectives. – Materials from the International Symposium “Cold Water Aquaculture: The Beginning in the XXI Century”, Russia – Sankt Peterburg, 8-13 September, Section I. – 2003. – 14-19.
8. Pokorny J. Vyteznost a podil hlavnich casti tela u nekterych aborigennich a importovanych populaci karpa. – Bul. VURH Vodnany. – 1988. – 24(3): 10-17.
9. Prikryl I. and V. Janecek. Effect of pond fish culture intensification on dressing percentage of carp. – *Bul. VURH Vodnany*. – 1991 – 27(1): 4-11. (Ch)
10. Vamvakas C.. A strategy for the sustainable development of the European aquaculture, Материалы межд. симпозиума "Холодноводная аквакультура: старт в XXI век", Россия - Санкт-Петербург, 8-13 сентября, Раздел I:. – 2003 – 4-5.
11. Varadi L. Aquaculture in Hungary, Материалы межд. симпоз. "Холодноводная аквакултура: Старт в XXI век", Россия-Санкт-Петербург, 8-13 сентября, Раздел I. – 2003. – 12-13.
12. Varadi L. Organic Carp in Europe. In: Thematic Conference “Organic Aquaculture in the European Union; Current Status and Prospects for the Future”, 12/13 December 2005, Brussels. – 2005. http://europa.eu.int/comm/fisheries/news_corner/ autres/conf121205/program_en.htm

УДК 536.6; 537.311; 541.183

СВОЙСТВА ВОДЫ И ВОПРОСЫ КОНСЕРВАЦИИ

Антонченко В.Я., д-р физ.-мат. наук, заместитель директора
Институт теоретической физики им. М.М. Боголюбова НАН Украины, г. Киев
Максимюк Л.Н., зав. лаб. контроля качества
фирма «Ордана-Люкс», г. Киев

Предложена новая модель жидкой воды. Ведущую роль в образовании структуры воды может играть синглетный молекулярный кислород, обладающий способностью образовывать большую гидратную оболочку. Обсуждаются консервирующие свойства воды, насыщенной синглетным кислородом.

A new model of liquid water is proposed. The leading role in the formation of a water structure can be played by singlet molecular oxygen able to possess a large hydrate shell. The conserving properties of water saturated by singlet oxygen are discussed.

Ключевые слова: природная вода, синглетный кислород, микроорганизмы, консервация, высаливание.

Вода относится к продуктам питания. Она участвует практически во всех пищевых технологиях [1]. Известны попытки ученых активизировать некоторые свойства воды и применять такую активную воду в пищевых технологиях. Например, исследовалось применение дегазированной воды в хлебопекарной промышленности. Было установлено ее влияние на дрожи, на качество и количество выпекаемого хлеба.

Исследовались также влияния магнитных полей. Вода облучалась различными частотами.

Безусловно, для пищевой технологии необходимо подбирать свою воду.

Оптимизировать нужно по химическим и физическим характеристикам воды и по методам активации уже подобранной воды. Что подразумевают под внешними воздействиями? Это, конечно, влияние температуры, давления, контакт с атмосферой. Газовый состав атмосферы может изменяться, воздух содержит многочисленные примеси, и все компоненты атмосферы находятся в динамическом равновесии с водной средой. И поскольку вода находится в радиационном поле Земли, то космическое и солнечное излучение, излучение в миллиметровом диапазоне, ультразвуковая кавитация тоже относятся к фактам внешнего воздействия.

Посредством воды внешние силы способны оказать влияние на многие свойства природных объектов, в которых заметно содержание воды. Биологические ткани содержат в своем составе примерно (80-90) % воды, и их характеристики могут отражать молекулярные особенности не только растворенного вещества, но в равной степени и молекул растворителя.

Реальная природная вода — сложная водная система, содержащая ионы низкомолекулярных и высокомолекулярных веществ, микрочастицы органической и неорганической природы, микроорганизмы. Она содержит растворенные газы в молекулярной и пузырьковой форме. Она связана с атмосферой. В нее проникают космические излучения.

Вода — это многокомпонентная система. Раствориться в такой системе — это значит сформировать вокруг себя гидратную оболочку, т. е. шубу из молекул H_2O. Тонкую или толстую — это как дадут другие компоненты, которые тоже борются за свою оболочку из молекул H_2O. В системе между компонентами идет непрерывная борьба за молекулы H_2O. Растворение молекул (перенос молекул из газовой среды в воду) приводит к возникновению вокруг растворенной молекулы особой гидратной области, структура воды в которой отличается от структуры чистой воды.

Отнять у частицы жидкостную оболочку, состоящую из молекул H_2O, и, тем самым, сделать ее менее устойчивой — **высаливание** (выпадение в осадок) – можно введением веществ хорошо растворяющихся в воде. Чем больше требуется молекул H_2O, например, для образования жидкостной оболочки иона соли, тем меньше молекул H_2O остается на растворимость вещества и тем легче происходит высаливание. Отнять гидратную оболочку у растворенного вещества можно и внесением других сильно гидратирующих веществ, например, прибавлением спирта.

На настоящее время не существует полной модели такой сложной системы как природная вода.

Поэтому обычно упрощают систему, пытаются выделить какое-то направление, какой-то эффект и пытаются понять механизмы его действия, построить упрощенную модель.

Когда рассматривают свойства воды на молекулярном уровне, то в первую очередь представляют себе ассоциированную жидкость, молекулы которой объединены в сетку водородных связей. Водородная связь появляется тогда, когда несущий отрицательный заряд атома кислорода водной молекуле H_2O, притягивается атомом водорода другой молекулы H_2O, имеющий положительный заряд. Последние деформированы, напряжены или ослаблены, а сама сетка постоянно подвержена спонтанной перестройке в результате теплового движения.

Благодаря своим химическим и физическим свойствам вода выступает как среда, активный участник, катализатор и мощный агент мобилизации, переноса и преобразования вещества и энергии. При этом исключительную роль вода играет в усвоении и превращении именно радиационного излучения, так как этот вид энергии приводит к высвобождению в ней электронов и кислорода, а также гидроксилных радикалов, т. е. наиболее реакционных частиц, известных в природе.

Вступая в окислительно-восстановительные реакции с компонентами водных систем, свободные радикалы и возбужденные молекулы преобразуют их состав.

Согласно биохимии, между молекулами нет взаимодействия без непосредственного их соприкосновения. Но многообразные взаимодействия могут происходить без такого вещественного контакта. Они возможны посредством либо энергетических связей, либо электромагнитного поля, которое, таким образом, вместе с водой и ее структурами представляется матрицей биологических реакций. В соответствии с основными принципами химии биология рассматривает молекулы и их агрегаты как изолированные еди-

ницы, разделенные водой, заполняющей пространство между ними. Но значение воды не ограничено этим: она – часть самой материи. Одной из самых главных функций протоплазматических структур, по-видимому, является создание в воде специфических структур. Последние способствуют появлению таких форм переноса заряда, которые были бы невозможны вне этих структур.

В настоящее время активно изучается синглетный молекулярный кислород. Созданы установки по производству синглетного кислорода, исследуются лечебные действия обработанных синглетным кислородом различных препаратов. Нами также изучаются активные формы молекулярного кислорода.

Синглетный кислород – это электронно-возбужденный молекулярный кислород – один из наиболее активных форм кислорода.

Исследования проводились с помощью методов квантовой механики. Модель – молекулярный кислород, окруженный молекулами H_2O [3].

Чем больше молекул H_2O принимают участие в формировании водной оболочки вокруг молекулы кислорода, тем интереснее результаты, но тем более мощные компьютеры должны решать такие задачи.

Расчеты проводились на самых мощных натовских компьютерах.

Сравнительный анализ полученных результатов показал, что синглетный кислород является наиболее сильным структуратом воды.

Наиболее мощная гидратная оболочка формируется как раз вокруг синглетного кислорода.

Что происходит 18-19 января в природе на Крещение?

1. В это время больше всего кислорода в воздухе по сравнению с другими месяцами года. В это время вода тоже больше всего насыщена кислородом по сравнению с другими месяцами года. Этому способствует как повышенное содержание кислорода в воздухе, так и низкая температура воды, что приводит к максимальному растворению кислорода.

2. Земля попадает в поле космического ионизирующего излучения.

3. Земля попадает в поле микровибрации, что проявляется в появлении мути в воде на наблюдаемой скважине.

Приборными методами фиксируется измерение РН и окислительно-восстановительного потенциала, где-то начиная с середины 18 января и заканчивая серединой дня 19 января. Это происходит со всей водой на Земле. Потом вода возвращается в прежнее состояние. Изолированная в закрытой посуде она сохраняет свойства крещенской воды. Вода максимально насыщена кислородом.

Ионизирующее космическое излучение превращает молекулярный кислород в воде в синглетный. Синглетный кислород формирует мощную шубу из молекул воды за счет обдирания молекул воды с других компонент.

Что происходит с микроорганизмами? Происходит обезвоживание поверхности – частичная сублимация, которая приводит к угнетению их жизнедеятельности. Поэтому вода на Крещение представляет собой мягкий консервант, природным образом угнетая развитие микроорганизмов.

Выводы

На основании установленного факта, что синглетный кислород является основным структуратом в водной среде, предложена модель воды.

На основании этой модели впервые выдвинута идея о физических механизмах образования особых свойств воды и это единственная модель воды, позволяющая понять природные процессы, происходящие с водой 18-19 января, и ее консервирующие свойства.

Литература

1. Єгоров Б.В., Коваленко О.О. Роль знань про технологію водопідготовки в професійній освіті фахівців для харчової промисловості//Вода в харчовій промисловості. Збірник тез доповідей наук.-практ. конф. з міжнародної участі – 2010. – С. 12–13.
2. Антонченко В.Я., Давыдов А.С., Ильин В.Н. Основы физики воды. – К.: Наукова думка, 1992. – 660 с.
3. Антонченко В.Я., Крячко Є.С. Розрахункова модель мікро-(нано)-гідратації аніонного радикалу су пероксиду // Доповіді НАН України. – 2006. – №7. С. 68.

УДК 663.63:628.1.033.095.253:338.439.5

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ РИНКУ ТА РЕГЛАМЕНТАЦІЇ БУТИЛЬОВАНИХ ПИТНИХ ВОД

Стрікаленко Т.В., д-р мед. наук, професор, Ляпіна О.В., канд. хім. наук, Зайцева Л.С., асистент
Одеська національна академія харчових технологій

Виконано аналітичний огляд сучасних тенденцій розвитку ринку та підходів до нормування (регламентації) показників якості бутильованих питних вод у країнах світу.

The state-of-the-art review of modern lines of development of the market of the bottle drinking water and approaches to normalization (regulation) of parameters of quality bottle drinking water in the countries of the world are writing in this article.

Ключові слова: бутильована питна вода, опріснення, нормативи якості води, забруднення води

Вступ. У щорічному посланні Генерального секретаря ЮНЕСКО до Всесвітнього дня води відзначено: «…історія свідчить, що дефіцит води завжди спонукав людину виявляти чималу винахідливість, підштовхував суспільство до пошуку шляхів подолання чи пом'якшення дефіциту водних ресурсів». Один із напрямків такого пошуку був сформований ще на початку XVIII століття та полягав у тому, що чисту джерельну питну воду почали розливати у пляшки (ємкості), а в 1700 році бутлі з такою водою вже можна було придбати у ряді міст Європи [1]. Серед перших документів, напрацьованих задля збереження якості води у тих її природних джерелах, що використовувались для фасування питної води, слід назвати Декрет французького уряду щодо необхідності декларування та захисту таких джерел води (1856 р.), основні положення якого стали базовими для Директив ради Європейського союзу та документів Комісії Кодекс Аліментаріус, напрацьованих для бутильованих питних вод, чинних сьогодні [2, 3].

Метою роботи було провести порівняльний аналіз сучасного стану споживання та регламентації бутильованих питних вод (БПВ) у країнах світу та в Україні.

Аналіз динаміки споживання БПВ у країнах світу свідчить (табл.1), що від феномена, яким були БПВ ще до середини минулого століття (у нашій країні – до його кінця), сьогодні вони стали справжнім соціальним явищем. За найоптимістичнішими підрахунками у нашій країні споживання БПВ у 2006 р. становило близько 31 (л·людину)/рік, що практично відповідало середньосвітовому рівню споживання населенням такої води [4].

Табл.1 – Динаміка споживання бутильованих питних вод у країнах світу

Країни	***Споживання, (л·люд.)/рік***	
	2002 р.	***2007 р.***
Об'єднані Арабські Емірати	**133.1**	**259.3**
Мексика	**142.5**	**204.5**
Італія	**167.1**	**201.5**
Бельгія, Люксембург	**123.6**	**149.3**
Франція	**140.2**	**135.3**
Німеччина	**105.1**	**125.9**
Іспанія	**112.3**	**119.8**
США	**76.0**	**110.8**
Угорщина	**51.0**	**107.7**
Швейцарія	**91.5**	**106.6**
Тайланд	**76.0**	**89.2**
Ізраїль	**46.9**	**87.7**
Португалія	**75.2**	**84.7**
Україна	**14.6**	**40.7**
Росія	**8.5**	**19.0**
Середнє споживання у країнах світу*	**21.2**	**28.7**

Це становить, виходячи з мінімальної потреби у питній воді близько 2 (л·людину)/день, тобто 730 (л·людину)/рік, близько 4 % питної води, що її споживає українець протягом року. Навіть у країнах, що сьогодні є лідерами серед споживачів БПВ (Арабські Емірати, Італія, Мексика), частка споживання такої води не перевищує четвертої частини від загальної кількості питної води, що її випиває населен-

ня. Це не дозволяє вважати, що БПВ може бути реальною альтернативою централізованому водопостачанню поселень.

Розгляд причин споживання населенням БПВ свідчить, що такими є, переважно, зростання рівня освіти та економічного благополуччя населення – з урахуванням змін способу життя (довготривалі поїздки, харчування поза домом та ін.), збільшення кількості екстремальних ситуацій та екологічно несприятливих регіонів, зменшення ступеня надійності системи централізованого водопостачання (або відсутності такого). Безумовно, причинами споживання БПВ стали також збільшення серед населення кількості людей з недосконалою імунною системою (природженою, внаслідок хронічних захворювань чи впливу нових, еволюційно несприятливих факторів довкілля тощо), поширення наукових знань щодо хронічних захворювань, причинно обумовлених деякими хімічними ба біологічними складниками води (антропотехногенне забруднення, що є практично не контрольованим до цього часу), набуття споживачами води знань про вимоги до безпечності питної води та інших харчових продуктів (на фоні зростання забруднення навколишнього середовища, у тому числі – джерел води), а також знань щодо економічних наслідків захворювань, причинно обумовлених «водним чинником» [5, 6].

Одночасно, поряд з названими об'єктивними причинами поширення використання БПВ (як комплексного поняття, що включає безпосередньо чисту питну воду у пляшках, питну воду у великих ємкостях (понад 10 л) для кулерів, диспансерів, а також кулери з системою додаткового очищення водопровідної води та ін.), існують і суб'ктивні фактори (прагнення до підвищення способу життя та зміни способу життя, у т. ч. – урбанізація), що так само сприяють збільшенню щоденного споживання БПВ. Адже БПВ останнім часом стали показником соціального виміру, іміджу їх споживачів, критерієм благополуччя сім'ї, спроможності компанії/офісу, обов'язковими атрибутами яких є персональний комп'ютер, телефон та кулер/БПВ у приймальній директора [1].

Разом з тим причини споживання БПВ, як і вимоги до їх якості, мають певні відмінності у населення різних країн і навіть континентів. Вони відтворюють значною мірою відмінності у відношенні до питної води у країнах Старого (Європа) та Нового світу (Америка та молоді ринки Азії та Африки) (рис.1). Наприклад, в Європі ще з часів середньовіччя традиційно віддають перевагу споживанню природних вод (мінеральних, джерельних) «для здоров'я», так само, як і вивченню впливу на здоров'я мінеральних компонентів питної води, взаємозв'язку дефіциту та надлишку їх вмісту у воді з різними захворюваннями тощо.

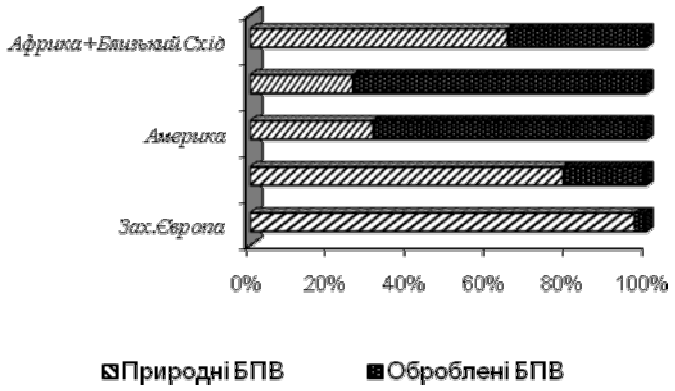


Рис. 1 – Споживання населенням природних та оброблених питних вод на континентах світу

У країнах Нового світу БПВ стали безпечною, надійною, постійною, освіжаючою та зручною «альтернативою» водопровідній воді приблизно з середини XX століття. Саме тоді, коли результати численних досліджень ступеня забруднення довкілля, джерел води та водопровідної води постали перед споживачами у значному обсязі та стало зрозуміло, що таку воду слід додатково й дуже ретельно очищувати [7, 8]. Маркетологи найвідоміших компаній у своїх прогнозах дійшли до висновку: ступінь рівня життя пропорційний занепокоєнню станом здоров'я та якістю життя. Тому аргументи щодо корисності та необхідності дотримуватись «здорового способу життя» збагатились обґрунтуванням належної гідратації організму, споживання низькокалорійних харчів та, у поєднанні з вимушеним зниженням фізичної активності (урбанізація), вдало сприяли споживанню чистої питної води замість різних «солодких» напоїв. Навіть глобальний самміт президентів минулих років найбільших держав сві-

ту, що відбувся у березні 2011 р. у Вашингтоні, висловив підтримку виробникам БПВ на семінарі «Здорова індустрія для здоров'я суспільства».

Виробництво БПВ динамічно розвивається, а її споживання зростає у середньому на 7 % щорічно. У країнах Азії та Східної Європи, у тому числі в Україні, після суттєвого спаду у кризові 2008–2009 роки це зростання виробництва та споживання БПВ складає 12–15 %. Проте, за даними Держкомстату, кількість виробників БПВ у нашій країні скоротилась з 256 у 2007 році до 156 у 2010 році, що практично не позначилось на кількості споживаної бутильованої води при досить незначному (близько 0,3 %) зростанню імпорту БПВ. Слід зазначити, що за даними авторитетної міжнародної консалтингової фірми "Zenith Int. Ltd" на ринках різних країн (в основному Нового світу) переважають БПВ, вироблені «місцевими акторами» (близько 75 %), які представляють великих транснаціональних виробників БПВ [9, 10]. Аналіз даних щодо місця реалізації споживачам БПВ також свідчить, що мають місце певні відмінності, притаманні жителям та особливостям ринків у країнах Старого та Нового світу (на рис.2 наведено такі дані щодо Англії та України).

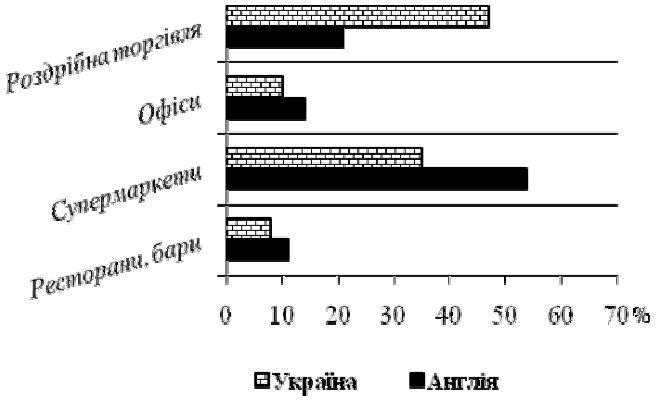


Рис. 2 – Основні місця реалізації бутильованих питних вод в Англії та Україні у 2010 році

Особливе місце у сучасному виробництві бутильованої води займає ринок води, яка містить різні добавки – смакові, функціональні тощо. Але ці бутильовані води не є класичними питними водами (хоч їх основний компонент – додатково очищена питна вода), а тому тенденції їх розвитку не розглядаються. Якість продукції виробників БПВ в усіх країнах світу має відповідати державним вимогам до питної води, що прийняті у кожній конкретній країні, а також вимогам до БПВ як до фасованого (пакованого) харчового продукту [2, 3]. Підходи щодо проведення регламентації («нормування») якості питної води умовно поділяють на фізіолого-гігієнічні, еколого-гігієнічні та санітарно-гігієнічні. «Умовно» тому, що в основу регламентів покладені науково обґрунтовані гранично допустимі концентрації (ГДК чи відповідні їм аналогічні англомовні позначення – «параметрична величина», MCL тощо). Рішення приймають за результатами експериментальних, натурних та епідеміологічних досліджень, аналізу статистичних даних та матеріалів вивчення вже діючих нормативів і рекомендацій для оцінки якості питної води. Останнє стосується в основному санітарно-гігієнічної регламентації, тобто встановлення нормативів, що є мінімально необхідними та одночасно реально можливими для конкретної країни з урахуванням усіх соціально-економічних умов життя людей, які споживатимуть цю воду в якості питної. Перегляд нормативів у бік розширення контрольованих показників якості води проводиться у різних країнах досить часто: наприклад, у США кожні 2 роки, у Росії – через 5 років, Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) – кожні 10 років [11]. І саме рекомендовані ВООЗ показники якості води (згідно з останнім у часі випуском Рекомендацій ВООЗ щодо контролю/управління якістю питної води) закладені у документи Комісії Кодекс Аліментаріус [3], Директив ЄС [2], державних документів у переважній кількості країн світу.

Основною особливістю останніх випусків вищезгаданих Рекомендацій ВООЗ є зміщення акцентів з нормування макрохімічних компонентів води (що було притаманно у XX столітті) на регламентацію забруднюючих воду токсичних мікрокомпонентів, у тому числі таких, що вносяться у воду в процесі її обробки чи утворюються у воді на різних етапах обробки та доставляння споживачам (еколого-гігієнічна регламентація). Тому вивчення та визначення у воді концентрацій саме таких складників, що свідчать

про хімічну (токсикологічну) небезпечність води, є пріоритетним як для виробників водопровідної води, так і для виробників бутильованих питних вод. І саме тому виробники БПВ, що об'єднались у професійні асоціації, постійно інформують населення про переваги БПВ, які контролюються за значно більшою кількістю показників якості, ніж це дозволяє соціально-економічний складник розвитку переважної кількості країн світу.

Фізіолого-гігієнічна регламентація показників якості питної води – тобто вивчення та встановлення концентрацій окремих компонентів питної води, що мають конкретне визначення не лише гранично допустимих значень, але й мінімально необхідних для здоров'я людини концентрацій, а також деяких інших характеристик води – набула певного розвитку наприкінці XX століття, а в наш час втратила, на перший погляд, свою актуальність. Дійсно, на фоні зростаючого дефіциту прісної води на планеті та пошуку технологічних рішень щодо перетворення непридатної до споживання води на таку, що відповідає потребам людини, регламентація показників «корисності» питної води для людини здається зайвою.

Ще однією причиною такого ставлення до питної води є формування виробниками водоочисного обладнання уявлення у населення про те, що найбільш чистою та прийнятною для споживання є опріснена вода без будь-яких складників, або ж вода з невеликою кількістю домішок, що попереджують корозію трубопроводів [12], незважаючи на повну відсутність такої води у природі, тобто у середовищі, де виникло саме життя. Наукові дослідження щодо взаємозв'язку параметрів води та показників якості здоров'я її споживачів, тобто, певною мірою, пошуки переваг у споживанні природних чи «оброблених», штучно виготовлених питних вод, у наш час майже припинились. Матеріали досліджень з цієї проблеми, що були проведені у попередні роки [13–15], ініціювали включення у нормативні документи ряду країн (Болгарії, Польщі, Росії, Словаччини, Угорщини, України, Чехії) як рекомендовані мінімальні та максимальні значення деяких, найбільш вивчених, показників якості води, які характеризують її фізіологічну повноцінність. У вищеназваних країнах ці показники включені у нормативні вимоги до якості води систем централізованого водопостачання. Проте, опріснені води залишаються чи не основним складником безалкогольних напоїв, виготовлення яких у країнах світу досить поширене. Асоціації виробників бутильованих питних вод майже всіх континентів світу додали показники фізіологічної повноцінності питної води до переліку вимог до бутильованих (штучно виготовлених) питних вод. Ті самі асоціації рекомендують включати до переліку БПВ «преміум-класу» саме природні БПВ, частка яких, незважаючи на зростання у світі виробництва БПВ, залишається постійною (рис.3), а також проводять роботу з виховання культури споживання якісної питної води та попередження забруднення довкілля.

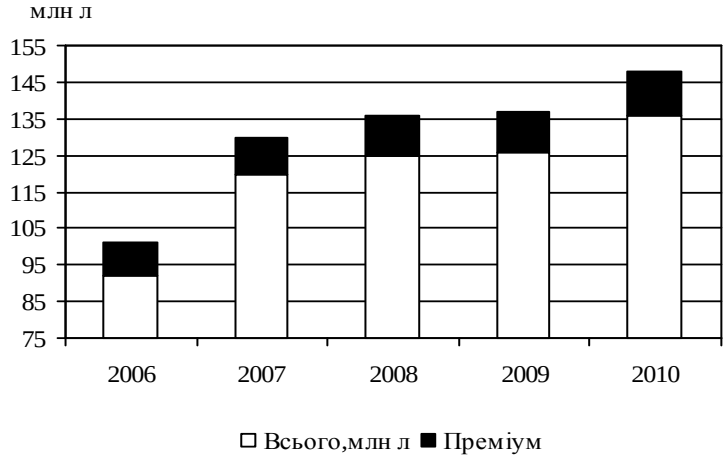


Рис. 3. – Динаміка виробництва бутильованих питних вод (млн л) у країнах світу у 2006–2010 роках

Висновки

Аналіз сучасних тенденцій розвитку ринку бутильованих питних вод свідчить про зростання соціальної значущості такого типу споживання населенням питної води, яка, проте, не є альтернативою питній воді систем централізованого водопостачання (водопровідній воді). Основними причинами зростання виробництва та споживання бутильованих питних вод є дефіцит прісних вод через погіршення екологіч-

ного стану довкілля, зростання кількості екстремальних ситуацій та обізнаність населення щодо значення якісної питної води для здоров'я.

Розвиток регламентації якості питних вод полягає у зміщенні акцентів з нормування макрохімічних компонентів води (у XX столітті) на регламентацію забруднюючих воду токсичних мікрокомпонентів, що також є наслідком забруднення джерел води та недосконалості технологій водопідготовки. Сучасні тенденції розвитку нормування показників якості БПВ полягають у впровадженні культури вживання корисної питної води у достатній кількості.

Література

1. Technology of Bottled Water. /2-nd ed. By D.Senior and N.Dege – Oxford: Blackwell Publ. Ltd, 2005. – 450p
2. Директива Совета Европейского Союза 98/83/ЕС от 3 ноября 1998г по качеству воды, предназначенной для потребления человеком. – М.:Протектор, 1999. – 54с.
3. Общий стандарт для бутилированных/упакованных питьевых вод (отличных от минеральных вод). CODEX STAN 227-2001./ В кн. Е.Т. Зуев, Г.С. Фомин. Питьевая и минеральная вода. Требования мировых и европейских стандартов к качеству и безопасности. – М.: Протектор, 2003. – С. 9-15.
4. Refereshing News for Bottled Water: Global Bottled Water Report – Canadean Ltd, 2007. (http://www.canadean.com)
5. Olson E. Bottled Water: pure drink or pure hype? – Nat. Res. Def. Coun. (NRDC), 1999; 2005. – 15p.
6. Catherine Ferrier. Bottled Water: Understanding a Social Phenomenon.– Disc.paper., 2001.– 26p.
7. Safety of Water Disinfection: Balancing Chemical & Microbial Risks. / Ed. By Gunther F.Craun. – Washington: ILSI Press, 1993. – 690p.
8. Guidelines on Health Aspects of Water Desalination. / ETS/80.4.- Geneva : WHO, 1980. – 135p.
9. Issued by the Corporate Marketing Department of Canadean Ltd, the leading global beverage research company. – Canadean Ltd, 2007. (http://www.canadean.com)
10. ZENITH Report: Global Premium Bottled Water – **2011. –** ZENITH Int.: 03.2011. – 81p.
11. Guidelines for Drinking-Water Quality. / The 4th ed. – Geneva, Switzerland: WHO, 2011. – 542p.
12. Joseph F. Harrison. Why Naturally Soft and Softened Water Are Not the Same. / Water Cond.& Purif. – 2006. – V.48. – № 6. – P.14–18.
13. Health Effects of the Removal of Substances Occurring Naturally in Drinking Water, With Special Reference to Demineralized and Desalinated Water. / Working group report, Brussels, 20-23 March 1978. – EURO Reports and Studies 16. – Copenhagen: WHO, 1979. – 54p.
14. Kozisek F. Health Effects of Long Term Consumption of Water Low in Calcium, Magnesium or TDS: Studies from Eastern Europe. / Intern Symp., April 24–26, 2006. – Baltimore, Md, USA: NSF/ILSI/WHO, 2006. – 18p.
15. Joyce Morrissey Donohue, Charles O. Abernathy, Peter Lassovszky. The Contribution of Drinking Water to Total Daily Dietary Intakes of Selected Trace Mineral Nutritients in the United States. // In: Nutrients in Drinking Water. – Geneva: WHO, 2005. – P.75–91.

РОЗДІЛ 2

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА БАД

УДК 664:57.016:338.439.5(477)

ОСОБЕННОСТИ УКРАИНСКОГО РЫНКА ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Мардар М.Р., канд. техн. наук, доцент, Суханова Ю.П., ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье рассмотрена актуальность проблемы разработки, организации производства и вывода на рынок новой категории продуктов – продуктов функционального питания, обладающих способностью улучшать здоровье и/или снижать риск возникновения заболеваний. Представлена сравнительная ассортиментная структура обогащенных функциональных продуктов в странах Европейского союза, США, в Украине.

The article considers the relevance of the development, production and market a new product category – functional foods products, with the ability to improve health and / or reduce the risk of disease. Provides a comparative assortment structure of enriched functional foods in the European Union, USA, Ukraine.

Ключевые слова: продукты функционального питания, потребительские свойства, рынок, ассортимент функциональных продуктов.

Сегодня уже не только у специалистов, но и у обычных потребителей не вызывает сомнений тот факт, что здоровье человека непосредственно связано с пищей, которую он ежедневно потребляет. Уравнение «здоровье есть функция питания» является базовым для современной пищевой науки.

Одна из важнейших задач по улучшению структуры питания населения – увеличение производства продуктов массового потребления с улучшенными потребительскими свойствами. Современное питание должно не только удовлетворять физиологические потребности организма человека в питательных, биологически активных веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные функции и, конечно, быть абсолютно безопасными. Решение данных проблем возможно за счет развития производства продуктов питания нового поколения – функциональных продуктов, отвечающих требованиям и реалиям сегодняшнего дня. К созданию таких продуктов, обогащенных витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами, полезными бактериями и другими добавками, производителей побуждает растущая армия поклонников здорового питания.

В настоящее время появилось такое понятие, как мода на здоровый образ жизни. «Здоровая волна», появившаяся на западе в начале 80-х годов, дошла до Украины, что привело к возникновению рынка функциональных продуктов питания. Концепция позитивного (здорового, функционального) питания зародилась в начале 80-х годов в Японии, где приобрели большую популярность так называемые функциональные продукты (сокращенное от «физиологически функциональные пищевые продукты»). Под этим термином подразумевают продукты питания, содержащие ингредиенты, которые полезны для здоровья человека, повышают его сопротивляемость заболеваниям, способны улучшить многие физиологические процессы в организме человека, позволяя ему долгое время сохранять активный образ жизни. Эти продукты предназначены широкому кругу потребителей, имеют вид обычной пищи и могут и должны потребляться регулярно в составе нормального рациона питания. Японское правительство признает функциональное питание как альтернативу медикаментозной терапии и определяет его как *Food for Specific Health Use (FOSHU)*. С тех пор это понятие вошло в законодательную базу большинства развитых стран мира [1].

Концепция функционального питания в Европе начала разрабатываться лишь с середины 90-годов XX века. В результате многочисленных дискуссий, проходивших в 1995-1998 гг., был разработан итоговый документ «Научная концепция функционального питания в Европе» (Scientific Concepts of Functions Food in Europe). В нем было представлено обобщенное мнение европейских специалистов по проблеме функционального питания, включая терминологические, технологические аспекты, перспективы развития данной области пищевой индустрии и некоторые другие вопросы. Было отмечено, что продукты питания лишь в том случае могут быть отнесены к функциональным, если имеется возможность продемонстрировать их позитивный эффект на ту или иную ключевую функцию (функции) человека (помимо традиционных питательных эффектов) и получить веские объективные доказательства, подтверждающие эти взаимоотношения. В заключительной части документа было подчеркнуто, что у пищевой промышленности появилась уникальная возможность улучшить здоровье населения за счет организации производства и вывода на рынок новой категории продуктов – продуктов функционального питания, обла-

дающих не только питательной в традиционном смысле этого слова активностью, но и способностью улучшать физическое и психическое здоровье и/или снижать риск возникновения заболеваний [2].

На сегодняшний день термин «функциональные продукты» трактуется в разных странах по-разному. Это является причиной того, что существует множество толкований данного понятия. Так, в Российском стандарте ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» [3] отмечено, что функциональный пищевой продукт это продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличие в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

В Законе Украины «Про якість та безпеку харчових продуктів та продовольчої сировини» [4] содержится следующие определение: «Функциональный пищевой продукт – пищевой продукт, который содержит как компонент лекарственные средства и/или предлагается для профилактики или смягчения протекания заболевания человека».

В целом функциональными продуктами принято считать пищевые продукты, обеспечивающие организм необходимыми веществами, которые невозможно получить в достаточном количестве в рамках традиционного рациона питания.

Функциональные продукты питания можно условно поделить на три категории [1]:

— традиционные продукты, которые содержат в нативном виде значительное количество физиологически функциональных ингредиентов или их группы (соки, фрукты, овощи, т.д.);

— традиционные продукты, в которых технологично снижено содержание вредных для здоровья компонентов, а также компонентов, присутствие которых в продукте препятствует проявлению биологической или физической активности, или биоусвоению функциональных ингредиентов, которые входят в его состав (продукты с пониженным содержанием холестерина, кухонной соли, сахарозы и др.);

— традиционные продукты, дополнительно обогащенные функциональными ингредиентами.

Сегодня именно категория обогащенных функциональных продуктов наиболее востребована с точки зрения коррекции рационов питания. *Обогащенные* – это функциональные продукты питания, получаемые добавлением к традиционным пищевым продуктам одного или нескольких физиологически функциональных ингредиентов (пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, бифидобактерии, олигосахариды, фосфолипиды, аминокислоты, антиоксиданты и др.) с целью предотвращения или исправления их дефицита, имеющегося в организме человека[1].

В индустриальных странах обогащение пищевых продуктов используется все более широко в качестве компенсации влияния процессов обработки и очистки пищевых продуктов на их питательную ценность и является альтернативой между попытками сохранить питательный состав продуктов путем щадящей обработки и минимального очищения или поддержать его путем обогащения и других мер воздействия.

Общей особенностью обогащенных продуктов является использование в качестве основы традиционных продуктов, которые обогащаются биологически активными веществами путем дополнительного введения функциональных ингредиентов. Обогащаемые продукты многочисленны, и их можно разделить на девять групп: зерновые продукты (хлебобулочные, мучные и крупяные изделия); кондитерские изделия; молочные продукты; масложировые продукты; мясные продукты; рыбные продукты; соки и напитки; плодово-овощная продукция; приправы [1].

В настоящее время на долю Японии приходится около 25 % мирового объема производства продуктов функционального назначения. Первое место в мире по производству данных видов продуктов занимает США, где производится около 40 % продуктов функциональной направленности, второе место – страны ЕС – около 35 %. На европейском рынке лидерами являются Германия, Франция и Великобритания [5, 6]. Согласно прогнозам ведущих специалистов мира в области питания большого успеха достигнут производители, которые смогут убедить покупателя, что их функциональные продукты имеют научно обоснованный состав и высокие органолептические свойства, удобны в потреблении, а также абсолютно безопасны.

Согласно отчетам, подготовленным агентствами Datamonitor и Just-Food, мировой рынок пищевых продуктов функционального назначения оценивается в 7-63 млрд. долларов США в зависимости от классификации и статистических источников. Ожидаемый объем рынка в 2010 г. будет составлять 167 млрд. долларов США с динамикой ежегодного роста на уровне 14 %. В 2010 г. эксперты прогнозировали увеличение этого сегмента на 5 % от общего объема продовольственного рынка развитых стран, где лидерами являются США и Япония [5, 6, 7]. В ближайшее пятилетие прогнозируется 2,5-кратный рост объема мирового спроса на функциональные продукты питания [6]. Это, в свою очередь означает, что современные потребители в настоящее время делают свой выбор в пользу здорового образа жизни. Эта переоценка пищевых традиций, включает изменение роли функциональных продуктов питания в повседневной жизни, а не только как эпизодов, демонстрирующих увлечение модными диетами. Таким образом, в

настоящий момент невозможно игнорировать инновационные тенденции развития пищевой индустрии. С приходом новых товаров на продовольственные рынки, в том числе и в нашу страну, необходимо обновлять ассортимент торгового предложения.

В разных странах, в соответствии со своими национальными традициями, приоритетами по-разному представлен ассортимент функциональных продуктов питания, так в США, в основном преобладают напитки (48,8%), зерновые (26,8%), готовые завтраки (8,8%), снеки (8,8%), молочные продукты(6,0%), приправы (0,8%). В странах Европейского Союза большим спросом пользуются молочные продукты (64%) и консервированные фруктово-молочные продукты функционального питания (23%). На отечественном рынке также наблюдается разнообразие представленной продукции функционального питания. В Украине широкое распространение приобрели молочные пробиотические продукты (67%), зерновые продукты (15%), хлебобулочные изделия (10%) и др. [5, 6, 7].

В ассортиментной структуре продуктов функционального питания Украины можно выделить следующие группы:

Молочная – в эту группу входят продукты, функциональность которых обеспечивается наличием витаминов, микроэлементов, йодированного белка, БАДов, бифидо-, лакто- и ацидофильных бактерий и других функциональных добавок. Лидирующее место на рынке функциональных продуктов распределились среди компаний ТМ «Галактон», ТМ «Білосвіт», ТМ «Фанні», ТМ «Галичина» и др. При позиционировании функциональных молочных продуктов компании делают акцент на разные свойства и эффекты от потребления, предлагая покупателям «здоровье». Учитывая массовость производимой продукции в молочной группе, компании стараются ориентироваться на более определенные целевые аудитории. Например, можно выбрать продукт для профилактики различных заболеваний, для правильного развития и роста детей, также можно выбрать продукты доступные для людей с низким и средним уровнем дохода.

Масложировая группа не менее активно осваивается производителями функциональных продуктов питания. В этой группе основная направленность исследований – комбинированные масла. Комбинированные масла («Олейна витаминная», «Олейна Интелиум») имеют статус функционального продукта за счет улучшения состава жирных кислот и пониженного содержания холестерина, дополнительного обогащения витаминами А, Д, Е. Большая часть производителей масложировой группы предлагают продукцию, как массового спроса, так и продукты лечебно-профилактического назначения для узких проблемных групп (диабетиков, людей с избыточным весом).

Напитки. В последнее время в Украине среди производителей напитков наблюдается рост компаний, обогащающих свою продукцию полезными веществами: биологически активными добавками, фолиевой кислотой, витаминными комплексами. Сокосодержащие напитки содержат комплекс витаминов, пектин и микроэлементы натуральных фруктов. Кроме витаминного комплекса, производители добавляют растительные моносахариды и клетчатку. Лидерами данной группы являются компании Wimm-Bill-Dann (фруктово-молочные коктейли из серии «Био-Макс», морсы и сокосодержащие напитки, обогащенные клетчаткой и витаминно-минеральными комплексами «Чудо-ягода»), и Nestle, производящая детский растворимый напиток Nesquik. В группе напитков наиболее активное продвижение своей продукции практикуют и отечественные компании ТМ «Ювента», ТМ «Еколайн», ТМ «Росинка» и др.

Зерновые продукты. В группе зерновых продуктов следует отметить как отечественные, так и иностранные компании. Среди иностранных компании следует выделить Nestle (Швейцария), Kellogg (Америка), Briggen (Германия), ОХО (Литва). Продукция данных компаний представлена в Украине в виде обогащенных витаминами и минеральными веществами готовых сухих завтраков. Среди отечественных компаний следует выделить компании: ООО «Эко-хлеб» (хлебобулочные изделия из цельного проросшего зерна без дрожжей и муки; зерновые хлебцы от классических пшеничных до гороховых), ООО «Диетпродукт» (диетические хлебобулочные и кондитерские изделия), ОАО «Одесский каравай» (хлебобулочные изделия линии «Здоровье») и др.

Основные направления развития украинского рынка зерновых продуктов функционального питания похожи с мировыми: производство цельнозерновых хлебобулочных изделий, введение в изделия пищевых волокон, витаминов, пектина, макро- и микроэлементов, микса злаков, снижение содержания натрия и др.

Анализируя украинский рынок функциональных пищевых продуктов можно сделать вывод о том, что нашем рынке доминируют продукты массового спроса. Необходимо отметить, что во всех продуктовых группах отмечается высокий спрос на низкокалорийные продукты. В молочной группе наблюдается массовый спрос на кисломолочные продукты с пробиотиками. Спрос на обогащенные, комбинированные и нетрадиционные по составу продукты невысок – это объясняется практически полным отсутствием информации у потребителей о полезности вносимых добавок. Прогнозируется рост потребления функциональных продуктов группы хлебобулочных изделий и сокосодержащих напитков на молочной основе при условии массового информирования потребителей.

В настоящее время каждый производитель пищевой продукции, рассчитывающий занять сильную позицию на рынке, должен уделять большое внимание к применению принципов здорового питания. Это обусловлено тем, что, конкуренция в сфере производства пищевых продуктов очень высока и потребитель постоянно делает свой выбор между сходными продуктами питания. Уже не достаточно просто выпускать новый вид продукции и удачно его рекламировать, необходимо наделять свой продукт максимальными потребительскими качествами, что будет побуждать потребителя приобретать именно эту продукцию [8].

В то же время необходимо отметить, что для улучшения здоровья нации важно не только создание здоровых продуктов питания, но и широкая просветительская деятельность. Задача науки – расширять знания человека о пищевых продуктах и составляющих их нутриентов, их свойствах и значении для профилактики того или иного заболевания. Массовое внедрение в производство функциональных продуктов позволит решить проблему обеспечения населения ценными биологически активными веществами, которые помогут повысить сопротивляемость организма человека к неблагоприятным условиям среды обитания, улучшить качество жизни, снизить риск возникновения ряда заболеваний, и в результате – существенно улучшить показатели здоровья населения страны.

Литература

1. Пилат Т. Л. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение) / Т. Л. Пилат, А. А. Иванов. – М.: Авалон, 2002. – 710 с.
2. Лисицин А.Б. Достижения и перспективы при производстве функциональных продуктов питания/ А.Б. Лисицин // Tehnologija Mesa – 2007. – № 1-2. – С. 45-52
3. ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые, продукты пищевые функциональные. Термины и определения». Дата введения 01.07.2006. – 4 с.
4. Закон України «Про якість та без пеку харчових продуктов і продовольчої сировину» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ed_2004_11_18/Z970771.html#. – Загл. с экрана.
5. Голуб Б. Сучасні підходи до формування споживних властивостей синбіотичних харчових продуктів / Б.Голуб // Товари і ринки. – 2007. – № 2. – С. 58-64.
6. Першина Е.Г. Разработка функциональных продуктов питания на основе методологии пищевой комбинаторики [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.18.15. – Кемерово:КемТИПП, 2009. – 147 с.
7. Козонова Ю.А. Огляд закордонного ринку функціональних продуктів / Ю.А. Козонова // Мясное дело. – 2009. – № 4. – С. 28-29.
8. Б.В. Егоров, М.Р. Мардар Модель формирования потребительских свойств пищевых продуктов функциональной направленности // Зернові продукти і комбікорми. – 2009. – № 3. – С. 11-14.

УДК 602.4:[579.6:212.32/.33]

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗАЩИТНОЙ ФОРМЫ ПРОБИОТИКОВ В УСЛОВИЯХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА IN VITRO

Воловик Т.Н., аспирант, Капрельянц Л.В., д-р техн. наук, профессор,
Гоцуленко М.И., канд. техн. наук, ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий

В статье представлены результаты исследования выживаемость инкапсулированных и свободных пробиотических микроорганизмов в условиях, имитирующих желудочно-кишечный тракт.

The article represents the results of research survival rate incapsulation and free probiotic microorganisms in the conditions simulating of a gastrointestinal tract.

Ключевые слова: пробиотические микроорганизмы, инкапсулированные клетки, микрокапсулирование, ЖКТ, Lactobacillus acidophilus, резистентность.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важнейшими научными и практическими заданиями. Вследствие несбалансированного питания, дефицита витаминов, микроэлементов, приема антибактериальных препаратов, а также под действием загрязненной окружающей среды происходит разрушение эволюционно сложившегося естественного микробиоценоза человека. Процесс восстановления

и поддержки нормальной кишечной микрофлоры осуществляется за счет применения продуктов, которые содержат пробиотические микроорганизмы, в большинстве случаев лактобактерий.

Однако многочисленные исследования показывают, что значительная часть пробиотических клеток теряет свою активность вследствие гибели микроорганизмов в процессе прохождения через верхний отдел желудочно-кишечного тракта. В связи с этим создание защитной формы пробиотических бактерий является актуальной проблемой. Большой интерес представляет защитная форма лактобактерий в виде гелиевой оболочки на основе природного полисахарида, которая была бы устойчивая к условиям желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) [1-2].

Формулировка цели. Данная работа проведена с целью изучения защитной формы пробиотиков к неблагоприятным условиям желудочно-кишечного тракта.

В качестве объекта исследований были использованы некапсулированные клетки Lactobacillus acidophilus и клетки, иммобилизованные в пектиновую капсулу.

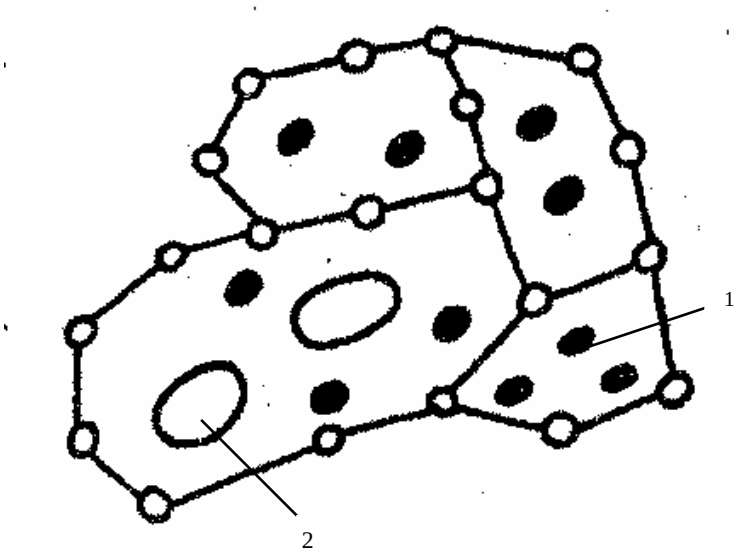
Изложение основного материала исследований. Процесс получения глеевой оболочки основывался на одном из способов иммобилизации – микрокапсулирования. Сама технология микрокапсулирования проводилась с помощью капельного (extrusion) метода, позволяющего получит мягкие бесшовные капсулы строго сферической формы.

Принцип его заключается в выдавливании под давлением из трубчатой форсунки смеси, которая содержит капсулирующее вещество и пробиотик в сшивающий раствор. Запечатывание капсул происходило за счет двухвалентного металла ($CaCl_2$). Носителем для пробиотических микроорганизмов использовали пектиновый гель, который обеспечивает высокую активность, стабильность капсулы, качество получаемого целевого продукта, сравнительно низкую стоимость процесса капсулирования, сохранение механической прочности носителя в течение длительного времени. Включение клеток в подобную матрицу способствует к размножению клеток и увеличивает толерантность клеток к воздействию разных факторов (высокие концентрации метаболитов, присутствие токсичных веществ и др.) [3]. На рис.1 представлено схему включения клеток микроорганизмов в гель.

Для определения оптимальной концентрации пектина в растворе при капсулирование были проведены поисковые опыты, которые показали, что диапазон выбранных концентраций следует ограничить. Отмечено, что использование гелеобразующего вещества с концентрацией менее 5,0 % и более 5,0 % приводит в первом случае к образованию неустойчивых, легкорасторимых капсул, а в другом случае – капсулы неправильной формы, что не отвечают требованию данного продукта. В связи с этим в дальнейших экспериментах использовали концентрацию раствора пектина 5,0 %.

Изучение резистентности капсулированных и некапсулированных клеток Lactobacillus acidophilus к неблагоприятным условиям желудочно-кишечного тракта явилось следующим этапом нашей работы.

Степень выживаемости проводили при экспозиции 1, 2, 3 ч в средах при различных условиях pH=2, концентраций желчи 20 и 40 %, фенола 0,4 %, NaCl 6,5 %.



1 – клетки микроорганизмов; 2 – поры носителя.

Рис. 1 – Схема включения клеток микроорганизмов в гель

Для определения степени выживаемости клеток в условиях ЖКТ использовали систему in vitro.

На рис.2 представлены результаты исследования степени выживаемости свободных клеток и клеток, включенных в пектиновую капсулу.

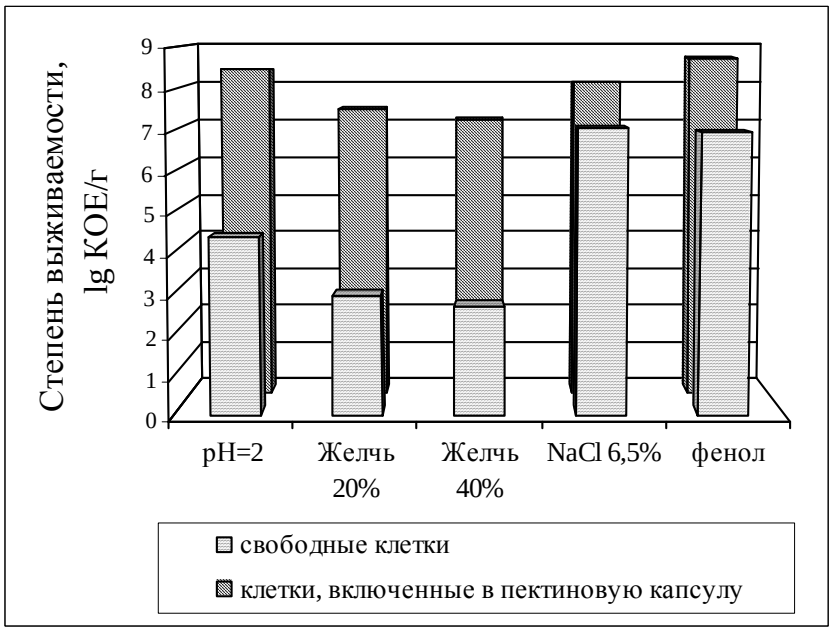


Рис. 2 – Степень выживаемости свободных клеток и клеток, капсулированных в пектиновую капсулу

По полученным экспериментальным данным на первом этапе было изучено влияния эффекта кислых значений pH, характерных для желудочного тракта на свободные и капсулированные клетки микроорганизмов. В течение 3 часов действие pH = 2 приводило к значительной гибели свободных клеток: количество жизнеспособных клеток уменьшилось на 3,72 lg КОЕ/г. Большую резистентность обеспечили пектиновые капсулы к низким значениям pH: количество клеток составило 0,91 lg КОЕ/г, при этом капсулы не изменили свою форму по истечению времени экспозиции.

В результате изучения выживаемости свободных клеток Lbm. acidophilus в среде желчи (pH = 8) выявлена степень гибели микроорганизмов от концентрации неблагоприятного фактора и времени экспозиции. Количество некапсулированных клеток сократилось на 1,44 lg КОЕ/г вследствие воздействия желчи 20 % и на 1,7 lg КОЕ/г – 40 % по истечению 3 часов. Иммобилизованные клетки в пектиновые капсулы имели значительно выше степень выживания, но при этом не обеспечили полной защиты. Количество жизнеспособных таких клеток составило 1,09 lg КОЕ/г при действие 20 % и 40 % желчи – 1,28 микроорганизмов. С помощью визуального наблюдения было обнаружено изменения с капсулами: объекты из сферической формы превратились на нитеподобные волокна.

Воздействие фенола на иммобилизованные клетки в пектиновые капсулы показало, что последние обеспечивали надежную защиту, количество жизнеспособных клеток оставались на исходном уровне по истечении 3 часов. Тогда как влияние 0,4 % фенола на не защищенные пробиотические клетки привело к значительной их гибели и составило 3,12 lg КОЕ/г.

В результате изучения влияния поваренной соли при концентрации 6,5 % на развитие капсулированных и свободных культур, было выявлено, что выживаемость иммобилизованных клеток в пектиновую капсулу составила 1,23 lg КОЕ/г, следовательно, выживаемость некапсулированных микроорганизмов – 3,0 lg КОЕ/г.

Большое значение в исследованиях отводилось подтверждению наличия в капсула полезных микроорганизмов. Метод микроскопии, который проводили с помощью монокулярного биологического микроскопа X9-5510 при увеличении микроскопа 1000х, позволил выявить наличие молочнокислых бактерий, включенные в гелевую матрицу, которые располагаются в ней неравномерно, беспорядочно. На рис.3 показано микрофотографии пектиновых капсул, содержащие лактобактерии.

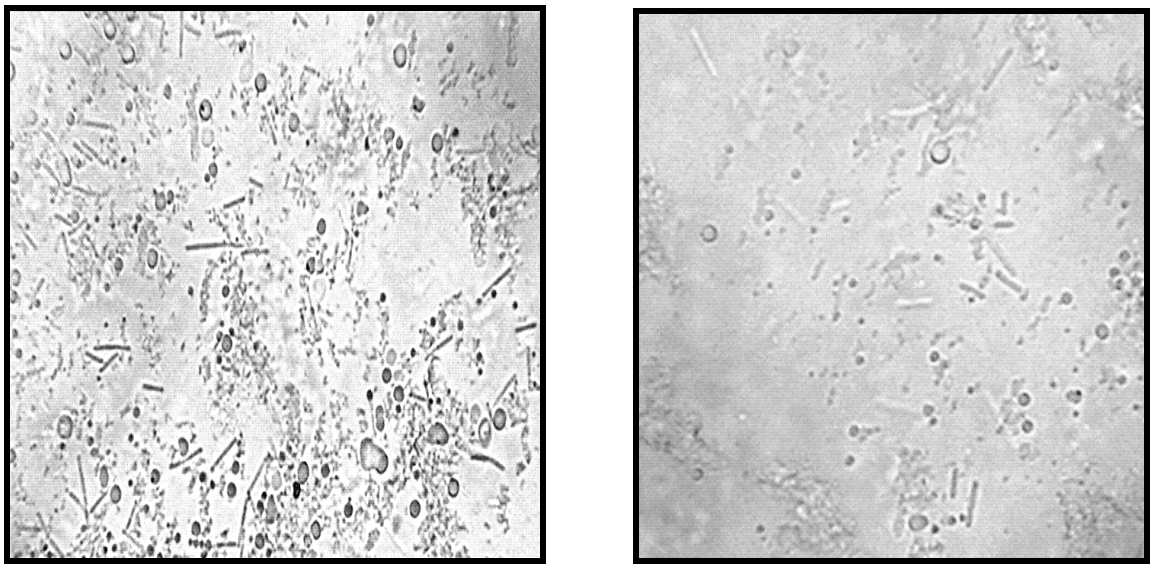


Рис. 3 – Микрофотографии пектиновых капсул, содержащие лактобактерии

Выводы. Полученные данные показали, что использования полисахарида в качестве защитной матрицы позволяет увеличить стрессоустойчивость клеток к неблагоприятным условиям и тем самым обеспечивает высокую степень выживаемости пробиотических культур.

Перспективным является использование капсулированных форм пробиотиков для создания новых продуктов лечебно-профилактического направления.

Литература

1. Капрельянц Л.В. Функціональні продукти [Текст] / Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с. - ISBN 966-8099-83-4.
2. Конев Ю. В. Дисбиозы и их коррекция // Consilium medicum. — 2005. — Т. 7, № 6. — С. 432—437.
3. Н.В. Ананьева, В.И. Ганина, Н.В. Нефедова, Г.Р. Габрильян. Применение иммобилизованных форм пробиотических бактерий в производстве молочных продуктов // Молочная промышленность – 2006.– №11 – с. 46 –47.
4. Промышленная микробиология: Учеб. пособие для вузов по спец. «Микробиология» и «Биология» / З.А. Аркадьева, А.М. Безбородов, И.Н. Блохина и др.; Под ред. Н.С. Егорова. – М.: Высш. шк., 1989. – 688 с.

УДК 613.292 – 021.632 : 577.114.7 : 577.152.34

ИММОБИЛИЗАЦИЯ ТРИПСИНА В ИНТЕРПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ КОМПЛЕКС ХИТОЗАН-ПЕКТИН

Черно Н.К., д-р техн. наук, профессор, Капустян А.И., аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Дана характеристика иммобилизованного трипсина в состав интерполиэлектролитного комплекса хитозан-пектин. Показано, что полученный препарат обладает высокой протеолитической активностью. Применение комплекса хитозан-пектин в качестве матрицы для иммибилизации обеспечивает пролонгированное действие трипсина.

The characteristics of immobilized trypsin in the interpolyelectrolyte complex chitosan-pectin is given. It is shown that the resulting product has a high proteolytic activity. The use of complex chitosan-pectin as a matrix provides prolonged action of trypsin.

Ключевые слова: трипсин, хитозан, пектин, иммобилизация, интерполиэлектролитный копмлекс.

Интенсивное развитие исследований в области химии, биохимии и технологии интерполиэлектролитных комплексов (ИПЭК) обусловлено не только тем, что они являются простейшими моделями процессов самосборки и самоорганизации в биологических системах, но и определившимися в последние годы перспективами их практического использования [1,2].

ИПЭК образуются в результате кооперативных обратимых реакций соединения противоположно заряженных ионов. Кооперативный характер связей между полиионами придает ИПЭК высокую стабильность в широком интервале pH среды. Частицы ИПЭК обладают коллоидными свойствами, аналогичными белковым структурам, наиболее характерными из которых являются заряд, гидрогелевая структура, контролируемая проницаемость по воде и растворам, включающим компоненты физиологических жидкостей [3].

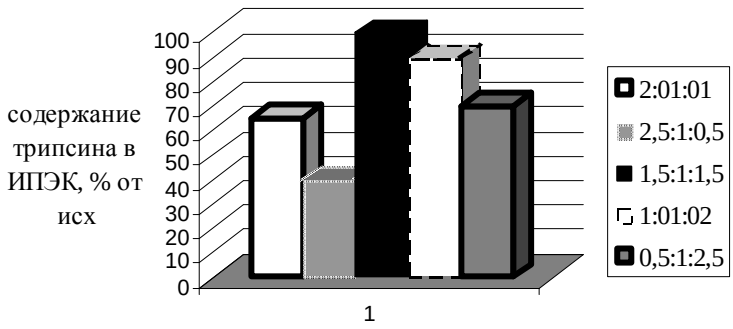
Особенности строения и свойств ИПЭК определяют возможности их широкого применение в различных областях практической деятельности, в том числе в медицине, биотехнологии и фармации. Перспективным является использование ИПЭК в качестве матриц для иммобилизации биокатализаторов, подвергающихся биодеградации и изменению структуры в условиях желудочно-кишечного тракта. При получении таких систем, в качестве носителей целесообразно использование природных материалов, так как они биосовместимы с активной компонентой, нетоксичны и биодеградируемы [3].

Цель настоящего исследования – получение и характеристика трипсина, иммобилизованного в ИПЭК.

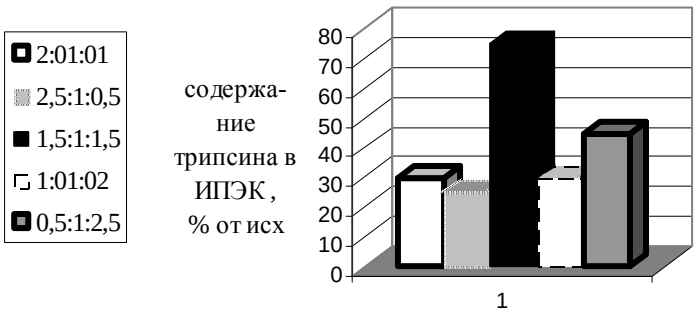
Его получали путем сочетания растворов биополимеров, резистентных к действию пищеварительных ферментов, а именно хитозана (поликатиона с молекулярной массой 245 кДа, степень деацетилирования 67,2 %) с полисахаридами анионной природы.

Ранее нами были разработаны условия получения нерастворимого ИПЭК хитозан-пектин[4,5]. Установлено, что наиболее эффективным анионным комплексообразователем по отношению к хитозану является яблочный пектин (молекулярной массой 12 кДа, степень метоксилирования 33,4 %). Комплексообразование хитозана с пектином сопровождалось значительным повышением вязкости системы, а также образованием клубков гелеобразной структуры. При получении ИПЭК массовую долю биополимеров в растворе варьировали в интервале (0,5 – 2) %, массовое соотношение хитозан-пектин – от 1:3 до 3:1. Максимальный выход гелеобразной составляющей комплекса (94 %) имел место при использовании 0,5 % растворов полиэлектролитов при объемном соотношении 1:1, что соответствовало и эквимолярному отношению (1:1) свободных карбоксильных групп в молекуле пектина и аминогрупп в молекуле хитозана.

На рис. 1 представлены данные, иллюстрирующие влияние соотношения и последовательности совмещения компонентов на содержание белка (трипсина) в составе трехкомпонентного ИПЭК хитозан-трипсин -пектин.



а) при совмещении компонентов в последовательности пектин-трипсин-хитозан



б*) при совмещении компонентов в последовательности хитозан-трипсин-пектин*

Рис. 1 – Содержание трипсина в трехкомпонентном ИПЭК хитозан-трипсин-пектин

Практически полная иммобилизация трипсина в комплекс имела место при равном соотношении хитозан : пектин и при последовательности совмещения растворов пектин-трипсин-хитозан.

Связывание трипсина полиэлектролитным носителем не приводит к существенному снижению его активности, что часто наблюдается при получении иммобилизованных форм ферментов. Например, при иммобилизации липазы на пищевые волокна с использованием полиэтиленоксида и поливинилового спирта теряется (69 – 78) % исходной липолитической активности. Активность иммобилизованного трипсина в составе гелеобразного продукта из бурых морских водорослей «Ламидан» сохраняется всего лишь на 19,5 %[6]. Сохранение активности трипсина в составе трехкомпонентного комплекса составило 85,36 %.

pH-оптимум иммобилизованногог трипсина в составе ИПЭК несколько расширен по сравнению с таковым нативного фермента, 90 % активности сохраняется в диапазоне значений pH от 6,4 до 8,0. Термооптимумы нативного и иммобилизованного трипсина соответствуют физиологическому значению температуры (37-38) ºС.

При исследовании pH-стабильности интактного трипсина установлено, что он устойчив в кислой среде. После его экспозиции в течении 120 мин при pH = 2 сохраняется 82 % его активности. Такая тенденция характерна и для иммобилизованных образцов фермента.

Изучена зависимость выхода трипсина из ИПЭК во внешний раствор при различных значениях pH среды (2; 4,5; 8) от времени (рис. 2).

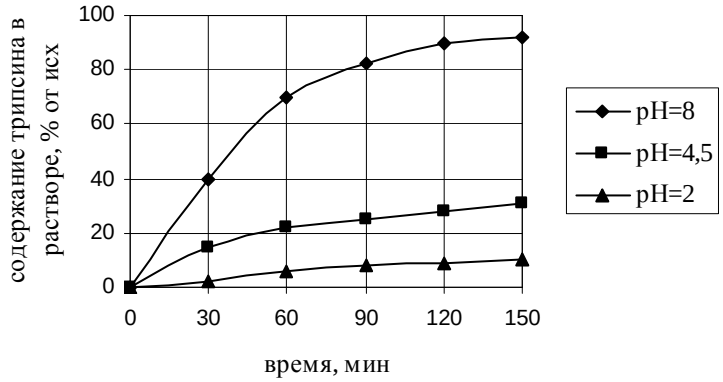


Рис. 2 – Динамика выхода трипсина из ИПЭК

Как следует из приведенных данных, при кислих значениях pH накопление фермента во внешнем растворе за первые 60 мин составляет около 20 % от исходного содержания трипсина в ИПЭК, а в последующие 90 мин увеличивается не более чем на 10 %. Исходя из этого можно полагать, что при контакте со средой желудочного сока (pH ≈1,2…2,5) основная часть фермента сохранится в матрице. При щелочных значениях pH, соответствующих среде кишечного содержимого желудочно-кишечного тракта человека, накопление трипсина в растворе происходит значительно интенсивнее. Так, за 60 мин от начала контакта ИПЭК с жидкой фазой в раствор переходит до 70 % связанного фермента, а его максимальный выход к концу эксперимента (150 мин) достигает 92 %.

Определена зависимость глубины гидролиза субстрата (казеина) от времени его инкубации с интактным и иммобилизованным трипсином (рис.3).

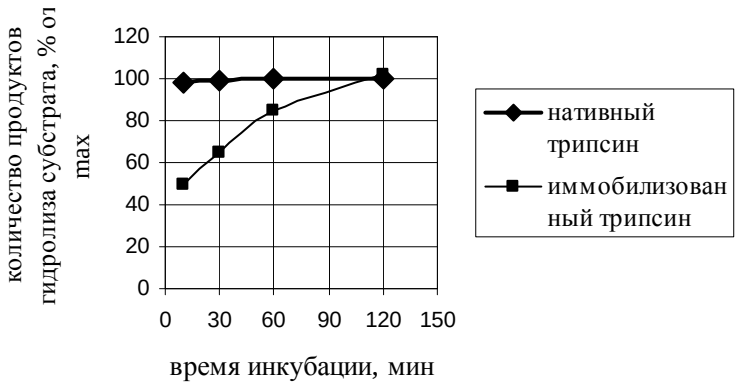


Рис. 3 – Глубина гидролиза субстрата

Приведенная зависимость показывает, что интактный трипсин за 10 мин гидролиза почти полностью (на 98 %) расщепляет субстрат, иммобилизованный за этот же промежуток времени гидролизует казеин на 45 %, полнота расщепления достигается только через 120 мин.

Совокупность полученных данных позволяет прогнозировать эффективное пролонгированное функционирование иммобилизованного в ИПЭК трипсина в реальних условиях желудочно-кишечного тракта.

Известно, что компоненты ИПЭК – хитозан и пектин, относят к категории энтеросорбентов. Установлено, что полученный их сочетанием ИПЭК обладает развитой поверхностью, превосходящей по своим характеристикам хитозан (табл. 1), а его способность к сорбции воды (рис.4), определенная с помощью весов Мак-Бена-Бакра [7], близка к таковой пектина. Как и другие представители пищевых волокон, ИПЭК обладает способностью к связыванию катионов тяжелых металлов (сорбция Pb^{2+} – 35,5 мг/г), холевых кислот (6,5мг/г), приближаясь к величине этих показателей к эталонным образцам [7].

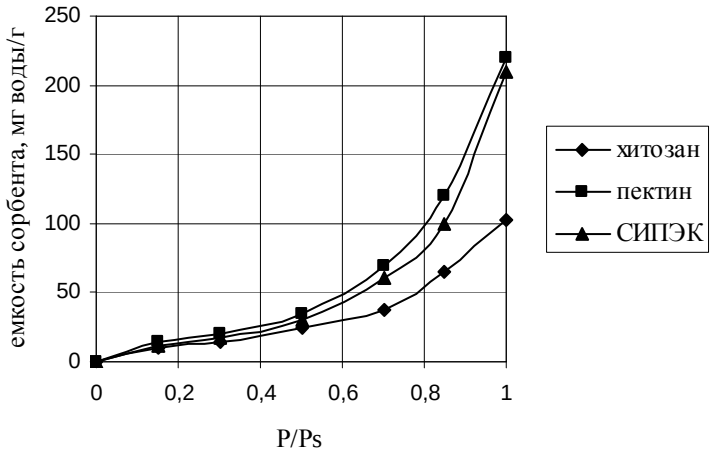


Рис. 4 – Изотермы сорбции паров воды ИПЭК и его компонентами

Таблица 1 – Характеристика структуры исследуемых образцов

Наименование образца	Екость монослоя a_m, ммоль/г	Удельная поверхность $S_{уд}$., $м^2/г$	Предельно сорбируемый объем $V_{max} \cdot 10^{-6}$, $м^3/г$	Средний эффективный радиус пор $г \cdot 10^{-10}$, м
Хитозан	5,12	256,35	0,386	22,31
Пектин	5,84	301,42	0,582	18,63
ИПЭК	5,78	293,22	0,534	19,44

Выводы

Таким образом показано, что включение трипсина в ИПЭК хитозан-пектин пролонгирует действие фермента; полученный препарат, наряду с протеолитической активностью, обладает функционально-физиологическими свойствами, присущими энтеросорбентам.

Литература

1. Кабанов В.А., Физико-химические основы и перспективы применения растворимых интерполиэлектролитных комплексов (обзор)// Высокомолекулярные соединения, 1994. Т. 36.№2. С.183-197.
2. Зезин А.Б., Кабанов В.А. Новый класс комплексных водорастворимых полиэлектролитов. - Успехи химии, 1982, т. 51, №9, с. 1447-1483.
3. Ильина А.В., ВарламовВ.П // Прикладная биохимия и микробиология, 2004. – Т. 40. №3. С. 354 – 358.
4. Черно, Н.К. Характеристика продукта взаимодействия хитозана с пектином/ Н. К. Черно, С. О.Озолина, А. И. Капустян // «Розвиток наукових досліджень 2010»: Мат. шост. Міжн. наук.-практ. конф 22-24 жовтня 2010 р., Полтава 2010. – С.122-123.
5. Черно, Н.К. Получение полиэлектролитного комплекса хитозан-пектин и характеристика его физико-химических свойств/ Н. К. Черно,С. О. Озолина, А. И. Капустян // Актуальные проблемы потребительского рынка товаров и услуг: Мат. Всерос. научн.-практ. Конф. с междунар. участием 18 февраля 2011 г., г. Киров. – С. 290.

6. Кравченко І.А. та ін Іммобілізація ферментів замісної терапії на харчових волокнах. Доповіді НАН України, 1997, № 3, с.182-186.
7. Макаринская А.В. Разработка парафармацевтика с антибактериальной и ферментативной активностью: Дис…канд. техн. наук. – 1998. – 172 с.

УДК 664.002.35 : 573.6

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ БИОСИНТЕЗА ПОЛИФРУКТАНОВ ИЗ САХАРОЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА С ИНУЛИНСИТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Безусов А.Т., д-р техн. наук, профессор, Пилипенко И.В., канд. техн. наук, доц.,
Средницкая З.Ю., научный сотрудник
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Разработка эффективного способа извлечения ферментного препарата из клубней Helianthus tuberosus L. позволяет индуцировать синтез специфических полифруктозанов с целью увеличения их содержания в продуктах функционального и профилактического назначения.

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, полифруктозаны, инулинсинтетическая активность.

Биотрансформация и биосинтез являются наиболее перспективными направлениями современной биотехнологии. Процессы биокатализа обладают рядом преимуществ перед традиционным органическим синтезом, и находят применение в пищевой промышленности для направленного получения соединений, обладающих специфическими свойствами. При этом реакции биотрансформации обеспечивают избирательность катализируемых реакций, а также возможность проведения процесса с высоким выходом конечного продукта. Литературные данные свидетельствуют, что согласно модели, предложенной Эдельманом и Джефордом [1], 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) [1]. 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 относительной молекулярной 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].

Последующее извлечение ферментного комплекса, содержащего комплекс ферментов, обеспечивающих синтез инулина, было возможно 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, о чём было изложено в наших предыдущих работах. Настоящей целью работы была разработка метода извлечения и концентрирования ферментного комплекса топинамбура с инулинсинтетической активностью с целью дальнейшей разработки технологии получения ФОС из сахарозы ферментативным методом. Для этого нами было проведено изучение параметров экстракции инулинсинтезирующего комплекса ферментов из клубней топинамбура. Для определения оптимальных параметров процесса экстракции из сырья необходимо определить следующие параметры экстрагирования: температуру, гидромодуль, время, pH среды.

Инулин-синтетический комплекс представлен водорастворимыми белками, поэтому наилучшим экстрагентом для них является вода. При экстрагировании различные водорастворимые белки переходят в экстракт с неодинаковой скоростью. На полноту экстрагирования ферментов из ферментсодержащего сырья оказывают влияние многие факторы: pH, длительность процесса, гидромодуль, температура. Влиять на процесс и полноту экстракции ферментов из растительного сырья с помощью такого фактора, как температура, невозможно, так как ферменты являются термолабильными соединениями и процесс их инактивации начинается уже при температуре (35…40) °С. При повышении температуры экстракции до (22…25) °С содержание сухих растворимых веществ в экстракте растёт, однако удельная ферментативная активность на 1 г сухого вещества падает. В связи с этим для проведения процесса экстракции использовали воду с температурой 10 °С.

Активность комплекса при выделении зависит от ряда факторов, в частности, от наличия сопутствующих компонентов в системе, а также от количества самого фермента в экстракте. Нами было изучено влияние pH и температуры, а также продолжительности экстрагирования на активность инулинсинтетического комплекса. Установлено, что наиболее высокой инулин-синтетазной активностью обладает экстракт, полученный в результате экстракции с экстрагирующим агентом в соотношении 1:10 при температуре экстрагента 4…5 °С (табл. 1)

Таблица 1 – Изучение влияния различных видов экстрагентов на инулин-синтетазную активность ферментного препарата

Экстрагирующий агент	Массовая концентрация белка, мг/см^3	Общая активность, мкмоль/мин
Вода (настаивание), pH 6,7	16,0	0,136
Вода (перемешивание), pH 6,7	23,0	0,125
Буфер 50 мМ трис-HCl, 8 мМ меркаптоэтанол, pH 9,2	13,75	0,195
0,25 М NaCl, pH 7,0	13,25	0,095
0,025 М NH_4OH, pH 8,2	13,02	0,109

Полученные данные говорят о том, что повышение молярности экстрагирующего агента приводило к увеличению содержания балластных белков в экстракте.

Результаты исследования продолжительности экстракции и её влиянии на общую активность инулин-синтетазного комплекса приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Изучение влияния продолжительности экстракции водой на активность инулин-синтетазного комплекса

Время, мин	Способ экстракции	Массовая концентрация белка, мг/см^3	Общая активность, мкмоль/мин
30	перемешивание	13,7	0,124
30	настаивание	13,5	0,136
60	перемешивание	21,3	0,134
60	настаивание	19,7	0,140
120	перемешивание	27,5	0,143
120	настаивание	24,0	0,136

Это сказывалось на последующих этапах очистки, так как снижались степень очистки и выход фермента. Из табл. 2 следует, что существенного изменения активности фермента при увеличении продолжительности и изменении способа экстракции не наблюдалось, несмотря на увеличение выхода белка.

Проведенные исследования по возможности использования изоэлектрического осаждения при выделении инулин-синтетазного комплекса из клубней топинамбура показали, что изменение pH в сторону подкисления растительного экстракта до значения pH 5,5 способствует выделению фермента с общей активностью 0,10 мкМ/мин (табл. 4.6). Для достижения необходимого значения pH использовали 0,01 М уксусную кислоту. Полученный белковый осадок суспендировали в 2 $см^3$ буфера 50 мМ трис-HCl. Максимальная степень очистки экстракта при использовании метода изоэлектрического осаждения увеличилась в 3…4 раза.

Таблица 3 – Влияние pH на осаждение инулин-синтетазного комплекса

pH	Массовая концентрация белка, мг/$см^3$	Активность	
		Общая, мкмоль/мин	Удельная, мкМ/мин*мг белка
7,4	14,5	0,118	0,008
7,0	6,3	0,050	0,008
6,5	6,3	0,060	0,009
6,0	4,6	0,060	0,013
5,5	3,7	0,100	0,027
5,0	3,6	0,080	0,022
4,5	3,0	0,040	0,013

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что оптимальными значениями технологических параметров процесса экстракции фермента из сырья с оптимальной активностью будут при принятом гидромодуле 1:10: продолжительность 60 мин, pH 6,7. При этом общая активность фермента составит 0,136 мкМ/мин.

Далее на основании проведенных исследований нами была разработана принципиальная схема способа получения препарата инулин-синтетазы из клубней топинамбура. Результаты проведенных исследований показали принципиальную возможность использования инулин-синтетазного ферментного комплекса клубней топинамбура для синтеза фруктоолигосахаридов из сахарозы, установлены оптимумы активности фермента (pH, температура). Показано, что использование различных методов очистки и концентрирования ферментного комплекса позволяет увеличить активность ферментов и сохранить её на протяжении времени хранения ферментного препарата. На основании проведенных исследований нами разработана принципиальная схема получения пектин-инулин-синтетазного ферментного комплекса (рис. 1), которая включает экстрагирование водой измельчённых клубней топинамбура; концентрирование путём осаждения инулин-синтетаз низкоэтерифицированными пектиновыми веществами.

Получение инулин-синтетазного комплекса из клубней топинамбура можно охарактеризовать следующими ключевыми технологическими процессами: клубни топинамбура подвергают двукратной мойке с последующим их измельчением. Затем проводят собственно процесс экстракции, для чего используют воду с температурой (10…12) °С при соотношении дроблёная масса : вода равном 1:10. Процесс экстракции ведут 60 мин при постоянном помешивании 15 об/мин. Далее полученную массу центрифугируют при 3000 об/мин. К полученному центрифугату добавляют раствор модифицированного низкоэтерифицированного пектина с массовой концентрацией 2 %, массовое соотношение пектин: центрифугат при этом составляет 1:10. Для отделения инулин-синтетазного комплекса, выпавшего в осадок, полученный раствор центрифугируют при 5000 об/мин.

Полученный осадок – ферментный препарат пектин-инулин-синтетазный комплекс с массовой долей влаги 95 % помещают на противни, причём толщина осадка должна составлять 10-15 мм, после чего замораживают методом быстрой заморозки до достижения температуры во внутреннем слое (– 18) °С.

После замораживания полученные замороженные блоки дробят и направляют в сублиматор на сушку, причём температура охлаждающей поверхности конденсатора должна быть не выше (– 30) °С. Сублиматор герметически закрывают и подключают к вакууму.

При достижении в сублиматоре остаточного давления 66 кПа при температуре (– 39) °С включают систему теплоотвода. При сублимационной сушке температура в центре продукта составляла (– 17) °С, при таких условиях массовая доля влаги в продукте снижалась на 80 %. Для удаления остаточной влаги температура поверхности продукта не превышала (– 40) °С. Из-за высокой гигроскопичности продукта его измельчение проводили при относительной влажности воздуха 30 % и фасовали в пакеты из газо-, паро- и светонепроницаемых полимерных плёнок. Характеристика полученного ферментного препарата – пектин-инулин-синтетазного комплекса приведена в табл. 4. В приведенной принципиальной схеме получения препарата

присутствует стадия подготовки пектиновых веществ со степенью этерификации (50…55) % в качестве осаждающего агента. Данная стадия приведена с целью возможности получения пектиновых веществ с указанной степенью этерификации, если в наличии отсутствуют пектиновые вещества с такими характеристиками.

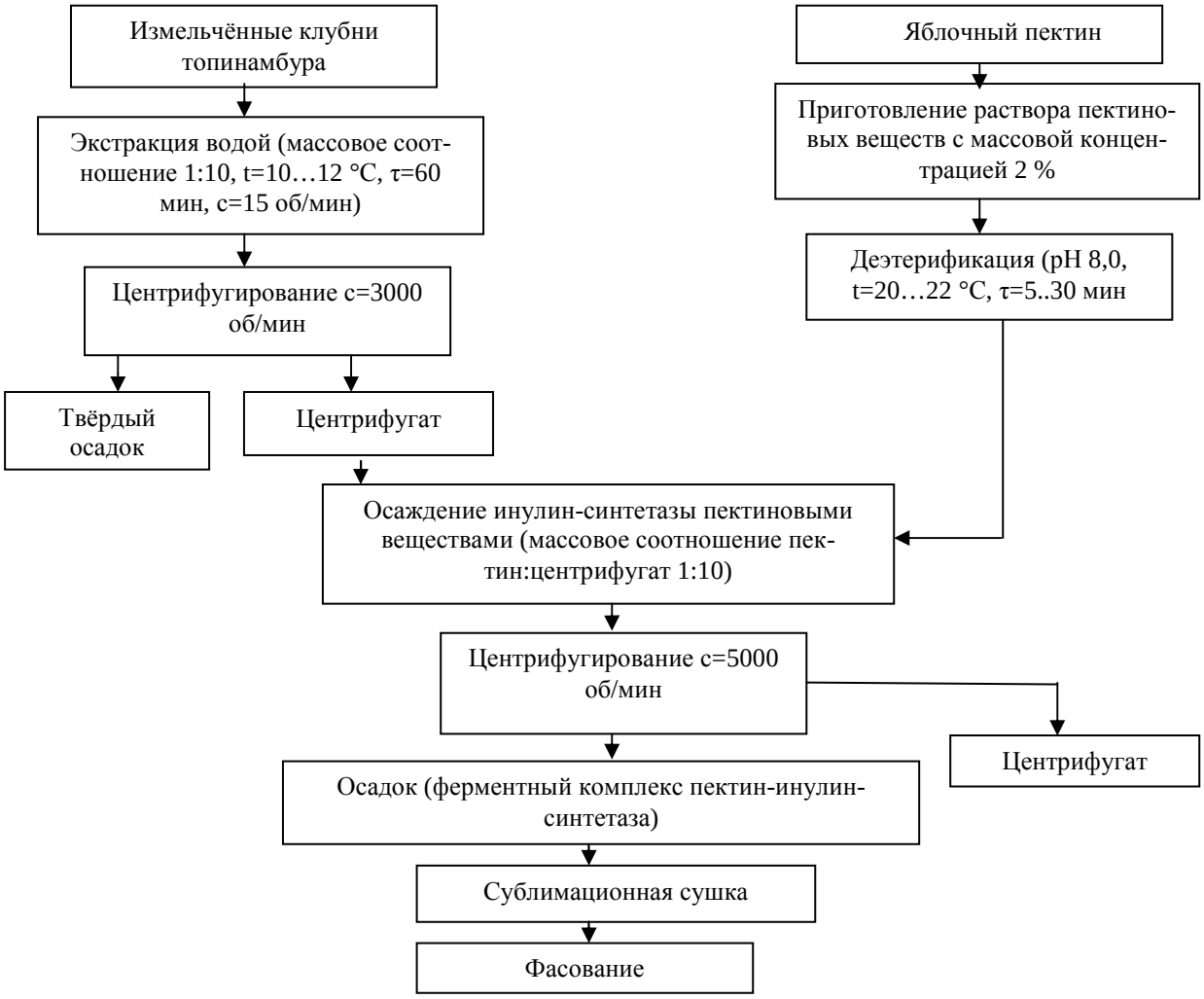


Рис. 1 – Принципиальная схема получения ферментного препарата с инулин-синтетазной активностью

Подготовку модифицированных пектиновых веществ проводили по следующей методике: 2 кг сухого яблочного пектина со степенью этерификации 72…75 % смешивают с равным количеством этанола с массовой концентрацией 96 %. Затем переносят в металлическую ёмкость объёмом 200 дм^3, оборудованную мешалкой. При постоянном помешивании с 90 дм^3 раствора щёлочи с массовой концентрацией 0,5 % при температуре 15 °С на протяжении 1..2 мин до получения однородного раствора. При работающей мешалке щелочной раствор модифицированного пектина со СЭ 52 % нейтрализуют раствором соляной кислоты с массовой концентрацией 10 % до pH 5,5.

Таблица 4 – Характеристика полученного пектин-инулин-синтетазного препарата

Этап выделения	Удельная активность, мкмоль/мин*мг белка	Массовая доля влаги, %
Водный экстракт инулин-синтетазы	0,25	99
Осаждение пектиновыми веществами, СЭ 52 %	1,20	95
Препарат после сублимационной сушки	114	5

Далее полученный раствор с массовой долей низкоэтерифицированных пектиновых веществ переносят в ёмкость объёмом 100 дм^3 и герметизируют. Полученный раствор пектиновых веществ может храниться при температуре (20..22) °С на протяжении 5 суток без изменения свойств. Таким образом, предложенный способ получения ферментного препарата с инулин-синтетазной активностью методом осаждения низкоэтерифицированными пектиновыми веществами позволил увеличить его активность с 1,2 мкмоль/мин*мг белка при массовом содержании влаги 95 % до 114 мкмоль/мин*мг белка с массовым содержанием влаги 95 %.

Далее нами был проведен эксперимент по изучению комплексообразования белков с пектиновыми веществами как способ концентрирования ферментного препарата инулин-синтетазы. В промышленном производстве возможно использование такого технологического приёма, как очистка белков заряженными полимерами. Применение такого способа экономически выгодно, так как осаждение происходит при очень низких концентрациях полимеров. Комплексообразование возможно лишь при определённых условиях, так как полимеры несовместимы по термодинамическим характеристикам. Так, белки и кислые полимеры способны взаимодействовать лишь в растворах, образуя растворимые и нерастворимые комплексные структуры. Для изучения комплексообразования использовали смеси растворов пектиновых веществ с массовой концентрацией 2% со степенью этерификации 75 %, 53 %, 31,6 %, 23 %, 9,2% и водных экстрактов белка с массовой концентрацией 35 % в объёмном соотношении 1:10. Частичную деэтерификацию белка проводили методом регулируемой щелочной обработки. Результаты эксперимента представлены на рис. 2.

В зависимости от pH раствора состояние ионизированного равновесия заряженных функциональных групп белка –COOH, $-NH_2$ и карбоксильных групп пектиновых веществ изменяется. На образование комплексов влияет растворимость белков и пектиновых веществ при различных значениях pH (рис. 3), при этом общий заряд молекулы изменяется. В кислой области pH карбоксильные группы белка находятся в неионизированном состоянии и величина заряда молекулы будет определяться наличием основных групп белка. Водные растворы пектиновых веществ с различной степенью этерификации создают активную кислотность среды pH от 3,5 до 2,8. При этом макромолекулы пектиновых веществ приобретают раз личный заряд, что способствует образованию нерастворимого комплекса с белками, выделенными из клубней топинамбура. На образование нерастворимого комплекса влияет растворимость самих белков и пектиновых веществ при различных значениях pH (рис. 3), причём заряд самих молекул при образовании нерастворимого комплекса изменяется. В кислой области pH карбоксильные группы белка находятся с неионизированном состоянии и величина заряда будет определяться наличием основных групп белка.

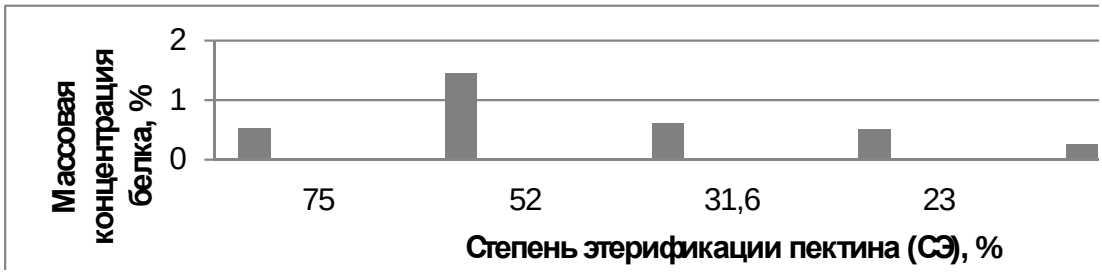


Рис. 2 – Влияние степени этерификации модифицированного яблочного пектина на степень осаждения белка

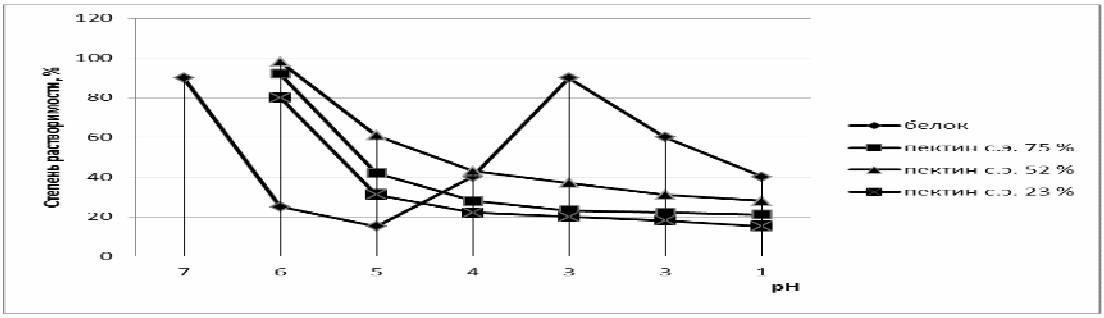


Рис. 3 – Влияние pH среды на растворимость белка и пектиновых веществ

Макромолекулы белка и анионного полисахарида при pH ниже изоэлектрической точки (ИЭТ) белка имеют противоположные знаки и образуют крупные комплексные структуры.

Количество образовавшегося осадка, представленного пектин-белковыми комплексами зависит от величины отрицательного заряда низкометоксилированных пектиновых веществ (табл. 5 – 7). Величина pH, при которой происходит эквивалентное по заряду взаимодействие в системе белок-пектин, зависит от СЭ пектина. На молекулярном уровне процесс образования электростатических комплексов можно рассматривать как последовательное присоединение белка к анионному полисахариду. Белок можно считать лигандом, так как на один макроион полисахарида приходится большое количество меньших по размеру макроионов белка. По мере присоединения каждого последующего лиганда заряд полианионного комплекса снижается и в ИЭТ электронейтральные комплексные структуры выпадают в осадок.

Таблица 5 – Концентрирование инулин-синтетазного комплекса из экстракта клубней топинамбура пектиновыми веществами

Агент	Масса осадка, г	Влажность, %	Сухой осадок, г	Содержание белка в осадке, г	Общая активность, мкмоль/мин	Удельная активность, мкмоль/мин*мг
Пектин СЭ 75%	2,1	94,3	0,12	33	3,33	0,101
Пектин СЭ 52%	2,0	96	0,08	34	5,00	0,147
Пектин СЭ 31,6%	2,3	96	0,14	33	4,17	0,126
Пектин СЭ 23%	2,0	95,5	0,09	31	3,33	0,107
Пектин СЭ 9,2%	2,0	94,6	0,11	30	1,67	0,056

Таблица 6 – Изучение свойств супернатанта после выделения инулин-синтетазного комплекса из клубней топинамбура

Агент	Содержание белка, мг/см^3	Общая активность мкмоль/мин	Удельная активность мкмоль/миг*мг
Пектин СЭ 75%	7,6	0,167	0,022
Пектин СЭ 52%	5,1	0	0
Пектин СЭ 31,6%	4,3	0	0
Пектин СЭ 23%	3,1	0	0
Пектин СЭ 9,2%	2,8	0	0
Пектин СЭ 75%	2,4	0	0

В полученных пектин-инулин-синтетазных комплексах соотношение белок-пектин зависит от степени этерификации пектиновых веществ (табл. 7).

Таблица 7 – Характеристика пектин-инулин-синтетазного комплекса из клубней топинамбура

Агент	Влажность, %	Содержание белка, %	Общая активность, мкмоль/мин	Удельная активность, мкмоль/мин *мг	Массовая доля пектина, мг/г	Соотношение массы пектин/белок
Пектин СЭ 75%	94,3	16	10,00	0,625	2,0	0,125
Пектин СЭ 52%	96	17	23,47	1,381	2,5	0,147
Пектин СЭ 31,6%	97	16	16,67	1,042	2,3	0,143
Пектин СЭ 23%	95	14	13,30	0,950	2,2	0,157
Пектин СЭ 9,2%	96	7	5,00	0,714	4,0	0,570

При СЭ 75 % содержание пектина в комплексе минимально. По мере снижения степени этерификации пектиновых веществ доля пектина в комплексе увеличивается с одновременным увеличением удельной активности инулин-синтетаз комплексов.

Далее наши исследования были направлены на изучение влияния pH и температуры на стабильность свободной и связанной инулин-синтетазы в пектин-инулин-синтетазном комплексе. Образование комплекса инулин-синтетазы с пектиновыми веществами приводит к изменению её активности, что связано, вероятно, с влиянием микроокружения, определяемого природой носителя. Наиболее перспективным иммобилизации является способ включения фермента в полимерную структуру носителя, что позволяет сохранить высокую каталитическую активность фермента. Образование комплекса пектин-инулин-синтетаза ведёт к сдвигу её ИЭТ, изменению значения константы Михаэлиса и других параметров. Как известно, состояние молекул белка в растворе характеризуется формой молекул, которые изменяются в зависимости от температуры и активной кислотности среды. При каждом значении pH белок имеет соответствующее распределение зарядов, создаваемое функциональными (ионогенными) группами биополимера. Нами проведены исследования по влиянию величины pH реакционной среды (рис. 4.3) и температуры (рис. 4) на каталитическую активность свободного инулин-синтетазного комплекса и пектин-инулин-синтетазного комплекса.

Зависимость активности пектин-инулин-синтетазных комплексов от активной кислотности среды определяли в широком диапазоне pH (от 4,5 до 9,0) в 0,05М трис-HCl буфере. Было установлено, что значение pH в данном диапазоне существенно не влияет на активность фермента, небольшое увеличение активности наблюдали при значениях pH, близких к 8,0. Как следует из рис. 4, оптимальное значение pH для свободной инулин-синтетазы и комплекса пектин-инулин-синтетаза одинково и составляет 8,0.

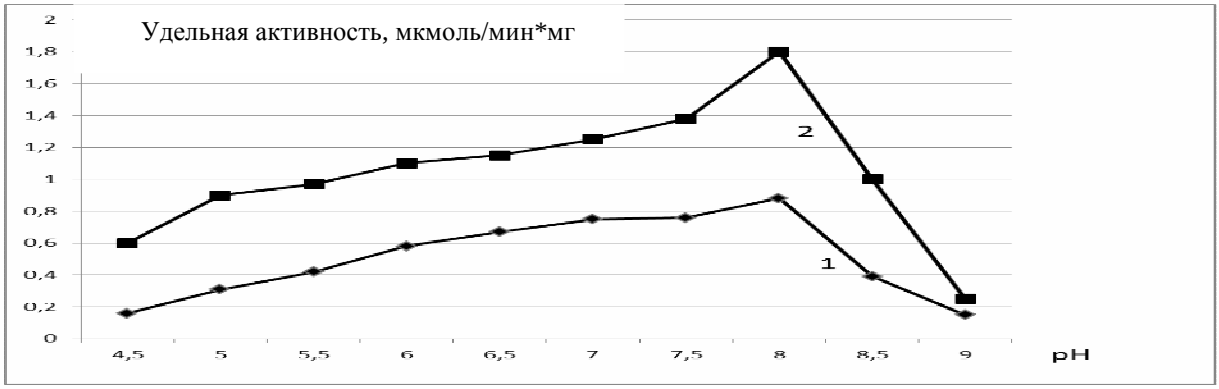


Рис. 4 – Влияние pH на активность свободного инулин-синтетазного комплекса и комплекса пектин-инулин-синтетаза

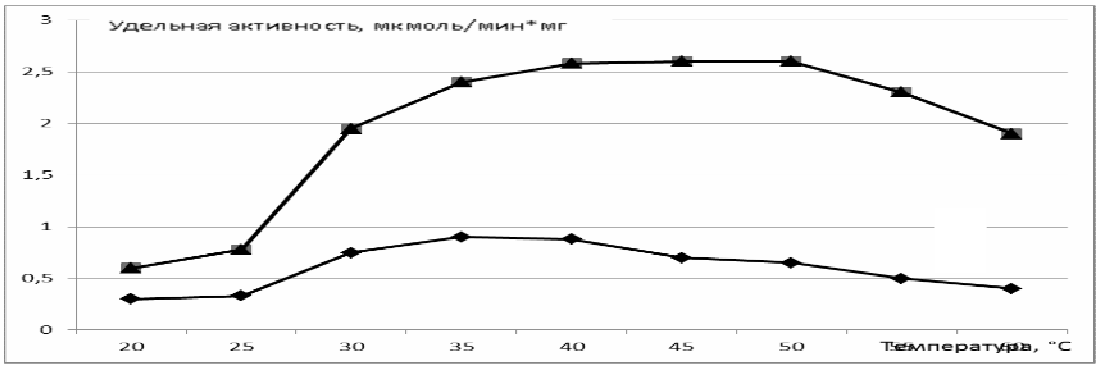


Рис. 5 – Влияние температуры на активность свободной инулин-синтетазы (1) и комплекса пектин-инулин-синтетаза (2)

Температурный оптимум (рис. 5) комплекса пектин-инулин-синтетаза сдвинут в область более высоких температур на 15 °С (35 °С для свободного, до 50 °С – для комплекса). Наблюдается значительно меньшая чувствительность комплексов фермента к изменениям температуры, что указывает на защиту фермента от тепловой денатурации.

Література

1. Плешков Б.А. Биохимия сельскохозяйственных растений. – М.: Агропромиздат, 1987. – 494 с.
2. Брухман Э.Э. Прикладная биохимия. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981. – 296 с.

3. Л.Г. Антонян, А.М. Балаян Использование метанового брожения для переработки и утилизации отходов топинамбура. – Биогаз: Проблемы и решения. Биотехнология.// М., 1998, Т.21 – С. 132-136.
4. Бобровник Л.Г., Лезенко Г.А. Углеводы в пищевой промышленности. К.:Урожай, 1991. – 111 с.
5. Даффус К., Даффус Д. Углеводный обмен растений. – М.: Агропромиздат, 1987, – 175 с.

УДК 57.083.1

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОЖИВНИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ *PLEUROTUS OSTREATUS*

Величко Т.О., канд. тех. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
Зубарева І.М., канд. тех. наук, доцент, Мітіна Н.Б., канд. тех. наук, доцент,
Ткаля О.І., канд. тех. наук, доцент, Шаталін Д.Б., асистент
Український державний хіміко-технологічний університет
«Державний вищий навчальний заклад», м. Дніпропетровськ

Проведено підбір та оптимізацію поживних середовищ на основі ферментованої крохмалевмісної сировини різного походження для культивування Pleurotus ostreatus.

A selection and optimization of growth media on the basis of raw fermented conventional sharch plasing different origin for the cultivation of Pleurotus ostreatus.

Ключові слова: гриби, міцелій, глибинне культивування, біомаса, протеїн, сировина, гідролізат.

Раціональне використання природних ресурсів, пошук нових біологічних об'єктів для отримання повноцінної білкової їжі є одним із суттєвих аспектів народного господарства. Джерелом збільшення ресурсів білка, отриманого шляхом мікробіологічного синтезу, може бути промислове виробництво міцелію вищих грибів, який за поживними та смаковими якостями має безсумнівну перевагу перед багатьма продуктами рослинного походження. Одержання білка з грибів може внести вклад у вирішення світової проблеми ліквідації білкового дефіциту.

Отримати цінні білкові продукти можна за рахунок культивування різних штамів їстівних грибів глибинним способом. Глибинне культивування виникло як новий напрямок у мікологічній та мікробіологічній науках і являє собою штучне вирощування біомаси гриба та цінних їстівних грибів у зануреній культурі на рідких середовищах з метою отримання грибного міцелію. Гриби – це живі організми, і їх хімічний склад змінюється в процесі росту та розвитку, залежить від складу поживного середовища, умов живлення та віку міцелію. В молодому міцелії вміст білка значно вищий ніж у зрілому міцелію. При культивуванні грибів на сировині, що містить целюлозу, вміст білка в міцелії, як правило, становить не більше 20 % від сухої маси. На оптимізованих за хімічним складом субстратах вміст білка у грибній біомасі може сягати до 30 %, що значно вище, ніж у більшості злакових культур та овочів.

Pleurotus ostreatus є одним з найперспективніших продуцентів серед вищих їстівних базидіоміцетів. Гриби роду *Pleurotus ostreatus*, які культивуються у штучних умовах, мають ряд значних переваг перед іншими міцеліальними продуцентами. Перевагами гливи звичайної є висока швидкість росту міцелію, конкурентоздатність по відношенню до сторонньої мікрофлори, простота технології вирощування, що виключає довгий процес підготовки субстрату, можливість використання субстрату після збору грибів в якості добрива або корму для сільськогосподарських тварин, стійкість до багатьох захворювань, здатність без погіршення зовнішнього виду та якості грибів переносити відносно довготривале збереження та транспортування [1].

До лікувальних властивостей гливи належить її здатність знижувати рівень холестерину, перешкоджати виникненню ракових пухлин. Гриби мають високу харчову та біологічну цінність. Так до їх складу входять необхідні для людини поживні речовини (білки, вуглеводи, жири та мінеральні речовини), в біомасі міцелію містяться всі незамінні амінокислоти, жирні кислоти, макро- і мікроелементи та вітаміни, які обов'язково повинні надходити з їжею для нормального обміну речовин в організмі людини. Енергетична цінність 100 г сухих грибів у середньому становить приблизно 330 ккал [2].

Гриб зростає на різних целюлозо- та лігнінвмісних рослинних відходах сільського господарства, харчової та лісопереробної промисловості. Взагалі, за кількістю субстратів, на яких її культивують, глива звичайна не має собі рівних. Із тридцяти дев'яти описаних видів гливи звичайної не виявлено жодного токсичного (отруйного), десять з яких використовують у промисловому грибівництві. Такі властивості та

характеристики є важливими при застосуванні гриба як продуцента харчової біомаси. Біомаса гливи звичайної, яку виростили в глибинній культурі на рідких поживних середовищах, за біологічною, харчовою цінністю, смаковими властивостями й традиційністю використання в їжі має безперечні переваги перед біомасою одноклітинних.

Гриби роду *Pleurotus ostreatus* також активно вирощують поверхневим способом на твердофазному субстраті для отримання плодових тіл. На даний момент проблематичним залишається питання про глибинне культивування грибів роду *Pleurotus ostreatus* на рідких поживних середовищах. Відомо, що в умовах глибинної культури на різноманітних комплексних середовищах міцелій гливи звичайної має відносно високу швидкість росту й відзначається значною біологічною цінністю. У глибинній культурі міцелій росте як агломерат (кульки, клубочки), що дає змогу виділити його з культурального середовища різними методами (центрифугування, фільтрування). Такий міцелій можна використовувати у грибівництві як посівний матеріал при вирощуванні плодових тіл гливи звичайної більш інтенсивним глибинним способом на рідких поживних середовищах.

Методом одержання грибної біомаси передбачено такі стадії: зберігання сировини й допоміжних матеріалів, приготування живильних середовищ, розмноження чистої культури й посівного матеріалу, вирощування грибної біомаси, виділення її, сушіння, фасування й зберігання [3]. Глибинний міцелій може використовуватись як джерело різноманітних біологічно активних, білкововмісних речовин, вітамінів, ферментів, макро- і мікроелементів.

Таким чином, штучне вирощування вищих їстівних базидіоміцетів, у тому числі й *Pleurotus ostreatus*, в глибинних умовах є актуальною проблемою. Вирішення ж ряду важливих питань щодо штучного культивування грибів пов'язане з розробкою та оптимізацією поживних середовищ.

Метою даною роботи є підбір та оптимізація поживних середовищ на основі ферментованої крохмалевмісної сировини різного походження для культивування *Pleurotus ostreatus*.

Об'єктом дослідження є гриб *Pleurotus ostreatus* штам Н – 35. Глибинне культивування проводили в лабораторних умовах. До складу поживного середовища як джерело вуглецю вносили ферментні гідролізати. Для одержання гідролізатів використовували вітчизняні ферментні препарати Альфалад, Глюколад з концентрацією 1:2000, 1:200, відповідно. Температурний режим гідролізу 60 °С протягом 10-15 хв. Поживні середовища, які мають pH 6,8-6,9, автоклавірували під тиском 1,25 атм протягом 40 хв. Після охолодження середовище засівали чистими культурами продуцента. Ферментацію проводили 3-4 доби в конічних колбах на мікробіологічних термостатованих качалках типу УВМТ-12-250. Режим перемішування (220-240) об/хв при температурі 26 °С. По закінченні ферментації в культуральній рідині визначали вихід біомаси гриба та вміст протеїну. В якості джерела азоту використовували глютен – відхід крахмалепатокового виробництва та соєве молоко. Контрольне середовище містить 5 % зеленої патоки (джерело вуглецю), 6 % кукурудзяного екстракту (джерело азоту). Біомасу відокремлювали центрифугуванням при 3000 об/хв протягом 10 хв. В таблиці 1 приведено дані виходу біомаси та масову частку в ній протеїну гриба *Pleurotus ostreatus*, який культивували на поживних середовищах, що містять 30 % глютену (вміст азоту 0,22 %).

Таблиця 1 – Вміст сирого протеїну та вихід біомаси гриба *Pleurotus ostreatus*, штам – НК-35, який культивується на поживному середовищі, що містить 30 % глютену (вміст азоту 0,22 %)

Найменування середовища	Кількість сухої біомаси, г/100 см^3	Вміст сирого протеїну, %
Контрольне середовище	1,890 ± 0,0945	52,29 ± 2,614
Гідролізат кукурудзяний	2,528±0,1264	58,05 ± 2,902
Гідролізат гречаний	2,924 ± 0,1462	59,90 ± 2,995
Гідролізат пшеничний	2,000 ± 0,1000	58,64 ± 2,932
Гідролізат пшеничної мучки	2,428 ± 0,1214	53,65 ± 2,682

У ході проведених дослідів знайдено, що найбільший вихід біомаси гриба *Pleurotus ostreatus* було одержано на середовищі з гречаного гідролізату з додаванням глютену – 2,924 г/100 см^3, що на 1,034 г більше, ніж на контрольному середовищі. Найбільший вміст сирого протеїну спостерігався на середовищі з гречаного гідролізату з глютеном, а саме – 59,9 %, що в порівнянні з контрольним середовищем є більшим на 7,61 %; з кукурудзяним гідролізатом – 1,85 %; з пшеничним гідролізатом – 1,26 %; з гідролізатом мучки – 6,25 %.

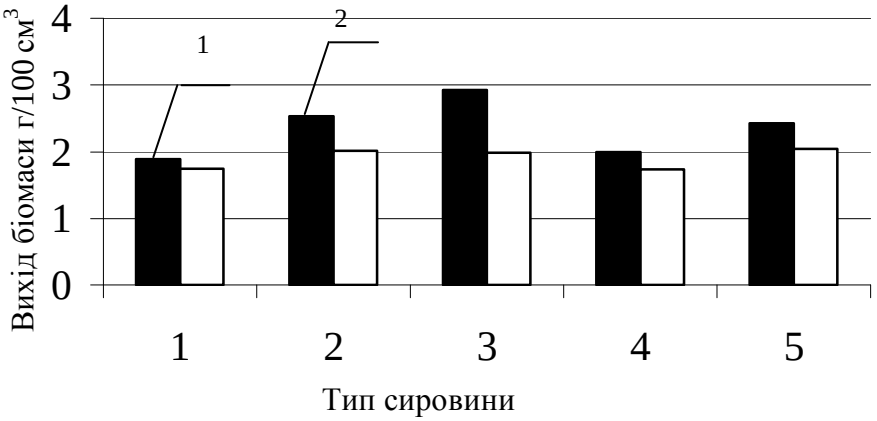
При заміні глютену на соєве молоко (джерело азоту, вміст азоту 0,22 %), визначено, що найбільший вихід біомаси спостерігався на гідролізаті з пшеничної мучки – 2,040 г/100 см^3, що на 0,294 г більше, ніж на кукурудзяному гідролізаті; на 0,054 г більше, ніж на гречаному гідролізаті; на 0,3 г більше, ніж на гідролізаті з пшеничного борошна (табл. 2).

Таблиця 2 – Вміст сирого протеїну та вихід біомаси гриба *Pleurotus ostreatus*, штам – НК-35, який культивується на поживному середовищі, що містить соєве молоко (вміст азоту 0,22 %)

Найменування середовища	Кількість сухої біомаси, г/100 см^3	Вміст сирого протеїну, %
Контрольне середовище	1,746 ± 0,0873	37,75 ± 1,887
Гідролізат кукурудзяний	2,012 ± 0,1006	41,89 ± 2,094
Гідролізат гречаний	1,986 ± 0,0993	41,10 ± 2,055
Гідролізат пшеничний	1,740 ± 0,0870	41,42 ± 2,071
Гідролізат пшеничної мучки	2,040 ± 0.1020	44,33 ± 2,216

Дослідження показали, що найбільший вміст протеїну 44,33 % так само спостерігався на середовищі гідролізату з пшеничної мучки. В порівнянні з контрольним середовищем це значення більше на 6,58 %; з кукурудзяним гідролізатом – на 2,44 %; з гречаним гідролізатом – на 3,23 %; з пшеничним гідролізатом – на 2,91 %.

Таким чином, після проведення порівняльного аналізу результатів визначено, що найбільший вихід біомаси гриба *Pleurotus ostreatus* та вмісту в ній протеїну, спостерігається на середовищі, яке містить в якості джерела азоту глютен, незалежно від природи джерела вуглецю (рис.1).



1 – глютен, 2 – соєве молоко

Рис. 1 – Порівняльна гістограма виходу біомаси гриба *Pleurotus ostreatus* при використанні різних поживних середовищ (1 – контроль, 2 – гідролізат кукурудзяний, 3 – гідролізат гречаний, 4 – гідролізат пшеничний, 5 – гідролізат пшеничної мучки)

Таким чином, ферментні гідролізати крохмалевмісної сировини різного походження можуть використовуватися для накопичення міцелію Pleurotus ostreatus в умовах глибинного культивування, з метою одержання грибної біомаси, яку можна використовувати як кормовий білок.

Нині є актуальною проблема створення нового грибного харчового продукту, який матиме підвищену харчову цінність та стійкий грибний повів і смак протягом усього терміну зберігання [4]. Отже, дана робота містить важливу інформацію, яку можна використовувати в промислових умовах для отримання глибинного міцелію вищих їстівних базидіальних грибів як сільськогосподарського, так і харчового призначення.

Література

1. Бухало А.С. Актуальные проблемы глубинного культивирования съедобных грибов. – ВкН.: Производство высших съедобных грибов в СССР. – К. : Наукова думка, 1978. – С. 24 – 29.
2. Пат. 2350119 Россия. МПК A 23 L 1/28. Грибной пищевой продукт / Видяпин В. И., Жарикова Г. Г., Косарева О. А., Мухутдинова С. В. (Россия). – № 2007128250/13; заявл. 24.07.07; опубл. 27.03.09, Бюл. № 9. – 4 с.
3. Гуржий В. Как создать эффективное предприятие по выращиванию грибов // Овощеводство. – 2007. – № 1. – С. 77 – 79.
4. Національна електронна бібліотека [Електронний ресурс] / Режим доступу: URL:http://ru.wikipedia.org. – Заголовок з екрана.

УДК 577.114.7-035.2:66-027.33

ГЛЮКУРОНОКСИЛАНЫ НЕТРАДИЦИОННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Килименчук Е.А., канд. техн. наук, доцент, Величко Т.А., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье приведены результаты исследования биополимеров нетрадиционных растительных отходов (стеблей хмеля, клещевины, обрезков фруктовых деревьев), которые играют существенную роль при биотехнологической переработке сырья.

The article presents the research results of biopolymers unconventional vegetable waste (stalks of hops, castor-oil plant, cuttings of fruit trees), which play an essential role in the biotechnological processing of raw materials.

Ключевые слова: биополимеры, растительное сырье, глюкуроноксиланы, обрезки фруктовых деревьев, стебли хмеля, клещевины, экстракция, гидролиз, окисление.

В биотехнологических производствах источником питательных веществ для культивирования микроорганизмов после определенной подготовки служит, преимущественно, растительное сырье, а вернее – отходы растительного сырья: подсолнечная лузга, коробочки хлопчатника, кукурузные кочерыжки, гузапая, древесные опилки, солома, ряд других источников и исследованные нами стебли хмеля (СХ), стебли клещевины (СК), обрезки фруктовых деревьев (ОФД).

Анализ существующих научно-практических подходов к исследованию растительного сырья как объекта биотехнологической переработки позволяет сделать вывод об особом месте биополимеров, которые играют ключевую роль при переработке его на кормовые, пищевые, функциональные добавки и различные химические вещества.

Вопросы рациональной, комплексной переработки того или иного вида растительного сырья и определение потенциальной возможности получения целевых продуктов из него можно квалифицированно решать только с учетом особенностей его технологических свойств и химического состава.

Целью данной работы стало – доказать целесообразность использования стеблей хмеля, клещевины и обрези фруктовых деревьев для дальнейшей биотехнологической переработки. Поэтому первоочередной задачей было изучить технологические свойства, химический и биополимерный состав этих отходов.

В данной статье представлены результаты исследования биополимерного состава нетрадиционных растительных отходов сельского хозяйства, поскольку технологические свойства и химический состав были опубликованы ранее [1, 2] и подтвердили, что исследуемые растительные отходы в целом и их отдельные анатомические части характеризуются высоким содержанием полисахаридов, экстрактивных веществ, что позволяет использовать их в качестве сырья для получения питательных субстратов.

Выделение и очистка индивидуальных полисахаридов из растительных тканей – процесс сложный и трудоемкий. Объясняется это тем, что полисахариды прочно связаны друг с другом и другими высокомолекулярными компонентами растительной ткани, кроме того, гемицеллюлозы легко окисляются, подвергаются деполимеризации и ферментации [3]. При выделении полисахаридов методом экстракции обычно получают экстракт, содержащий их смесь или фракции с преобладающим содержанием одного из них. Разделить такую смесь на отдельные полисахариды сложно, и связано с большими трудностями, так как их молекулы обладают сходными химическими свойствами и имеют близкие по значению молекулярные массы.

Методы выделения полисахаридов чрезвычайно разнообразны и варьируют в зависимости от вида исходного сырья. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Выбор того или иного метода является ключевым при установлении строения полисахаридов. Любой из методов сводится к решению трех основных задач: 1) отделение низкомолекулярных веществ; 2) отделение полимеров неуглеводной природы (белки, лигнин и др.); 3) разделение смеси на индивидуальные полисахариды [4].

Рационально выбранная схема выделения уже в процессе экстрагирования даёт возможность расфракционировать те либо иные полисахариды и получить ряд фракций, во многих отношениях отличающихся друг от друга.

Выделение полисахаридов из анатомических частей сырья проводили методом последовательной экстракции различными растворителями. Условия выделения и экстрагент выбирались, исходя из данных химического состава анатомических частей. Экстракцию вели по схеме, приведенной на рис. 1. Чистоту выделенных полисахаридов проверяли по постоянству соотношения компонентов после многократного их

переосаждения. Применение в качестве экстрагентов воды, растворов соляной кислоты, щелочи и спиртового раствора азотной кислоты позволяло последовательно создавать условия для перехода в раствор отдельных полисахаридов. Варьируя концентрацию и природу экстрагента, добивались избирательного извлечения определенного полисахарида. Наличие крахмала в образцах доказали: положительная реакция с йодом, высокая степень атакуемости α-амилазой и специфика УФ-спектра его йодного комплекса.

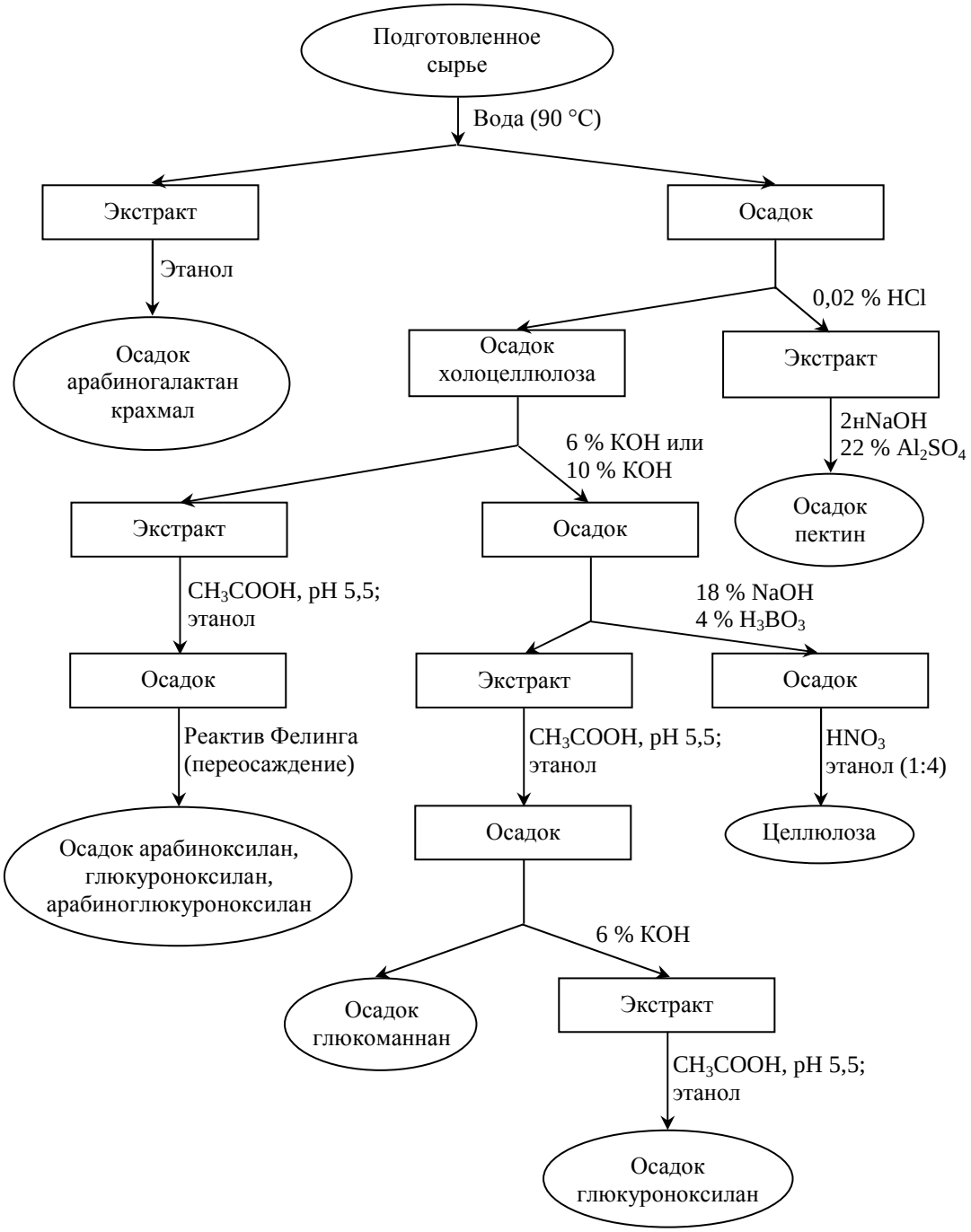


Рис. 1 – Схема выделения полисахаридов анатомических частей сырья

Основывались на том, что растворимость полисахаридов различного химического состава в натриевой и калиевой щелочи неодинакова, например, в гидроокиси калия более легкорастворимы глюкуроноксиланы, а в гидроокиси натрия лучше глюкоманнаны, причем в присутствии борной кислоты растворимость усиливается [5]. Последовательное применение KOH и NaOH позволило нам отделить глюкуроноксилан от глюкоманнана.

Учитывая, что при использовании щелочных растворов в качестве экстрагентов может происходить омыление сложноэфирных группировок полисахаридов, отщепление ацетильных групп и снижение молекулярной массы полимера вследствие его возможной деструкции по редуцирующим сахарам, экстракцию полисахаридов щелочными растворами вели при комнатной температуре в атмосфере азота. В процессе фракционирования сырья учитывали специфику углеводного состава полисахаридов.

Таким образом, используя комплекс методов фракционирования с учетом специфики строения индивидуальных полисахаридов, нам удалось выделить полимеры углеводов с максимально сохранившимися в них межмолекулярными связями, по своему составу и свойствам, приближающимся к нативным свойствам сырья.

Строение, свойства полисахаридов растительного сырья зависят от ботанических, морфологических и анатомических особенностей, формирующих его ткань. В связи с этим целесообразно изучить строение полисахаридов ОФД, СХ и СК в отдельных анатомических частях.

Для установления строения полисахаридов были выбраны фракции, выделенные раствором КОН, массовой долей 10 %. Далее, переосаждая суммарные препараты через медный комплекс, фракционируя цетавлоном, получили полисахариды, гомогенные в условиях: хроматографирования на ДЭАЭ-целлюлозе; гель-фильтрации на сефадексах G-75 и G-100 и электрофореза в боратном буфере (рис. 2).

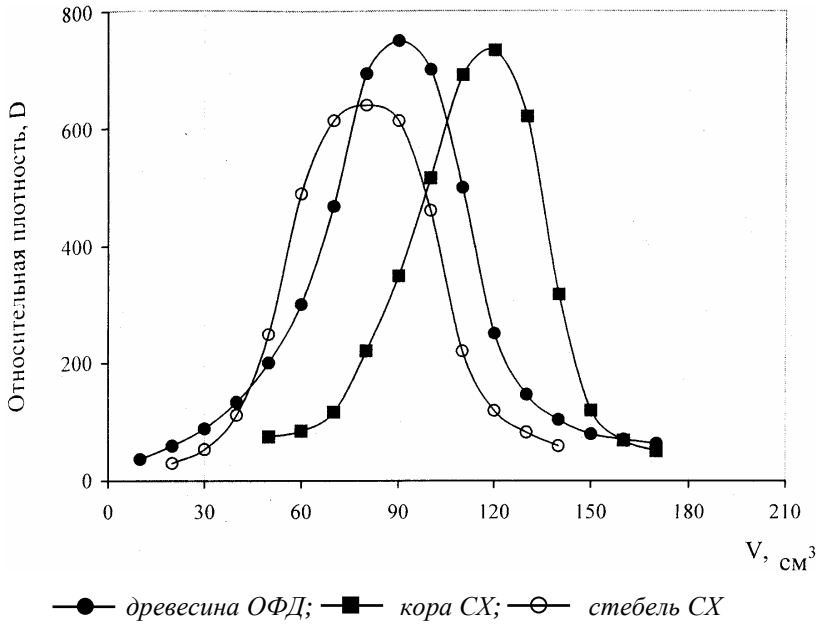


Рис. 2 – Выходные кривые гель-фильтрации на сефадексе G-100

Хроматографический анализ гидролизатов фракций показал, что в них содержатся ксилоза, уроновые кислоты в соотношении: древесина ОФД – 5:1; кора СХ – 7,5:1; стебель СХ – 9:1 соответственно и позволил сделать заключение, что выделенные полисахариды – глюкуроноксиланы (см. табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика глюкуроноксиланов анатомических частей ОФД, СХ

Глюкуроноксилан	Содержание полисахарида, %	Зола, %	$[\alpha]_D^{20}$	Степень полимеризации (СП)	Молярные соотношения	
					ксилоза	уроновые кислоты
Древесины ОФД	99,10	0,19	– 72,80	146	82,75	17,25
Коры СХ	98,75	0,34	– 84,35	112	88,20	11,80
Стебля СХ	99,25	0,15	– 80,10	154	90,12	9,80

Данные таблицы свидетельствуют о высокой массовой доле полисахаридов в выделенных препаратах: 98,75 % – в коре СХ; 99,10 % – в древесине ОФД; 99,25 % – в стебле СХ. Количественной характеристикой гидролизатов полисахаридов методом хроматографии установлено, что основными их структурными компонентами являются D-ксилоза и уроновые кислоты в тех же соотношениях, что и во фракциях гель-громатографии. Гехроматографией уроновых кислот обнаружено присутствие D-глюкуроновой и 4-О-метил-D-глюкуроновой кислот. Следовательно, выделенные полисахариды являются глюкуроноксиланами, которые отличаются между собой как степенью полимеризации, так и соотношением ксилозы и уроновых кислот.

Анализ литературных данных по характеристике ксиланов свидетельствует, что по мономерному составу исследуемые полисахариды аналогичны кислым ксиланам, выделенным из древесины лиственных пород деревьев, например из березы [6], вяза [7], липы [8], по молекулярной массе аналогичны 4-О-метил-глюкуроноксиланам, выделенным из бука [9], стебля джута [10], кукурузной кочерыжки [11], подсолнечной лузги [10], виноградной лозы [11].

Выделенные глюкуроноксиланы анатомических частей ОФД, СХ оптически активны. Отрицательное удельное вращение их растворов указывает на преобладание β-конфигурации большинства гликозидных связей в макромолекулах. Поскольку основным продуктом гидролиза идентифицированных глюкуроноксиланов является D-ксилоза, очевидно она и образовала основную цепь. Дальнейшее исследование было направлено на установление состава основных и боковых цепей, и характера связи между моносахаридными остатками макромолекулы.

Для установления состава основной и боковых цепей был проведен гидролиз ксиланов в мягких условиях, при котором расщепляются только более слабые связи боковых цепей, основная же цепь при этом не затрагивается. В этих условиях от молекул ксиланов отщепится D-ксилоза и уроновые кислоты, что подтверждает построение основной цепи из ксилопиранозных остатков, а в боковых ответвлениях находятся D-ксилоза и уроновые кислоты. Для установления характера связи и наличия точек ветвления в полисахаридах нами было проведено метилирование, периодатное окисление, распад по Смиту.

В результате окисления $NaJO_4$ количество выделившейся HCOOH составило для ксилана древесины ОФД – 27 молей на молекулу полисахарида (при СП = 146), коры – 19 (СП = 112), стебля СХ – 24,6 (СП = 154), что соответствует степени ветвления 25, 17 и 22 соответственно.

Полностью окисленный ксилан восстанавливали боргидридом натрия ($NaBH_4$) и подвергали гидролизу. Среди продуктов распада разделенных ГЖХ идентифицированы глицерин, ксилоза и 2-О-β-D-ксилопиранозил глицерин.

Образование глицерина возможно только при наличии 1→4 связи между углеродными атомами остатков ксилопираноз.

Окончательное заключение о строении глюкуроноксиланов атомических частей сырья было сделано на основании полного метилирования по Хакомори [12]. Полностью метилированные полисахариды (в ИК-спектре отсутствовала полоса поглощения гидроксила (3500 – 3600 $см^{-1}$) подвергали расщеплению до мономеров с последующей их идентификацией.

В гидролизате и метанолизате метилированных продуктов методом газожидкостной хроматографии, хроматографией на бумаге и в тонком незакрепленном слое силикагеля при сопоставлении результатов анализа со свидетелями были обнаружены 2-О-метил-D-ксилопираноза, 3-О-метил-D-ксилопираноза, 2,3-ди-О-метил-D-ксилопираноза, 2,3,4-три-О-метил-D-ксилопираноза и метилированные уроновые кислоты.

Основной компонент 2,3-ди-О-метил-D-ксилопираноза является продуктом преобразования D-ксилопиранозных остатков исходного глюкуроноксилана, связанных (1→4)-гликозидными связями, 2-О-метил-D-ксилопираноза, 3-О-метил-D-ксилопираноза образуются из таких же звеньев, но с ответвлением у С-2, либо С-3 (табл. 2).

Таблица 2 – Мономерный состав гидролизатов метилированных глюкуроноксиланов (в молярных соотношениях)

Мономеры	Анатомические части			Тип связи
	Древесина ОФД	Кора СХ	Стебель СХ	
2-О-метил-D-ксилоза	8,29	5,45	11,50	→4)-Xylp-(1→ 3 ↑
3-О-метил-D-ксилоза	17,40	12,30	10,47	→4)-Xylp-(1→ 2 ↑
2,3-ди-О-метил-D-ксилоза	48,10	65,00	56,48	→4)-Xylp-(1→
2,3,4-три-О-метил-D-ксилоза	8,70	5,05	11,24	Xylp-(1→
Метилированные уроновые кислоты	17,05	12,00	10,12	GlcUAp-(1→

Исследования показали, что в глюкуроноксилане древесины ОФД ~ 25,0 %, коры СХ ~ 18,0 %, стебля СХ ~ 22,0 % метилированных моносахаридов представлены монометильными производными ксилозы, столько же составляют в сумме метилированные 2,3,4-три-О-метил-D-ксилопираноза и уроновые кислоты. Такое распределение метилированных производных указывает на то, что в среднем на 100 мономерных единиц макромолекулы, в основе которой лежит цепь, состоящая из остатков β-D-ксилопираноз,

соединенных (1→4)-гликозидными связями, приходится 25, 18 и 22 ветвления соответственно. В общем виде структурная формула глюкуроноксиланов анатомических частей ОФД и СХ представлена на рис. 3–5.

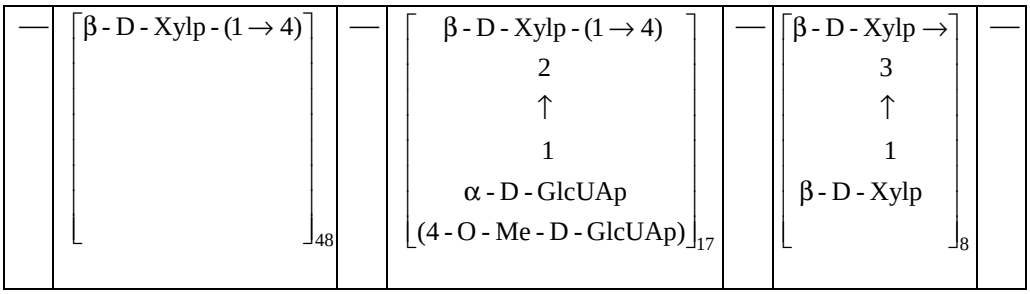


Рис. 3 – Структурная формула глюкуроноксилана древесины ОФД

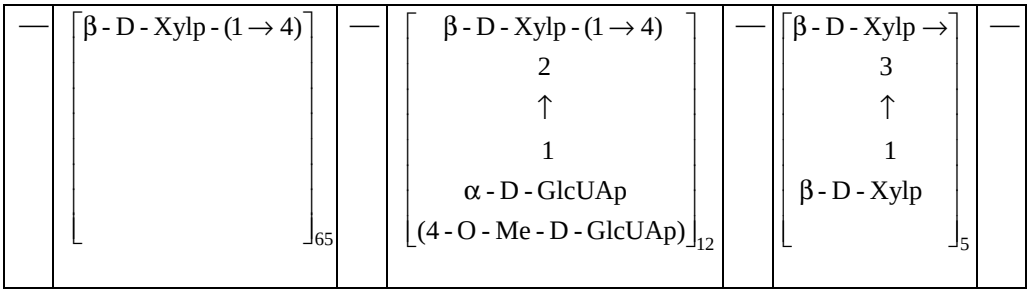


Рис. 4 – Структурная формула глюкуроноксилана коры СХ

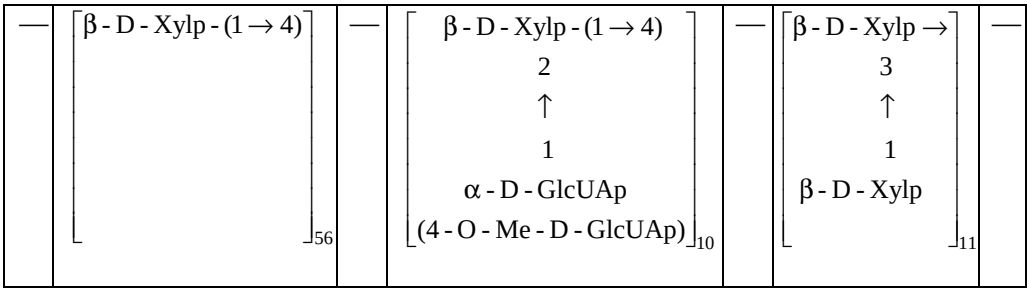


Рис. 5 – Структурная формула глюкуроноксилана стебля СХ

По строению макромолекулы глюкуроноксиланы древесины ОФД, коры СХ и стебля СХ близки между собой и приближаются к таковым, выделенным из растительного сырья [9, 13, 14]. Отличие наблюдается лишь в степени ветвления основной цепи.

В результате проведенных исследований показано, что основная цепь глюкуроксиланов анатомических частей ОФД и СХ построены из остатков D-ксилопираноз, соединенных по месту 1→4-β-гликозидными связями. В молекулах ксиланов имеет место три типа ответвлений, состоящих из остатков D-ксилозы, D-глюкуроновой кислоты, 4-О-метил-D-глюкуроновой кислоты.

На основании проведенных исследований и опубликованных ранее данных по химическому составу сырья, его технологическим свойствам можно сделать заключение о том, что все компоненты сырья будут оказывать существенную роль на условие его ферментативной деструкции, состав гидролизата, подготовку питательной среды и выбор потенциального микроорганизма – продуцента.

Литература

1. Величко Т.А., Килименчук Е.А. Гидролизаты нетрадиционных растительных отходов – питательная среда для роста дрожжевых культур / Мат. межд. наук. конф. «Хранителна наука, техника и технологи 2004», «FOODS SCIENCE, TECHNIQUE AND TECHNOLOGIES 2004». НАУЧНИ ТРУДОВЕ. T.Li, Св.3, – Пловдив, 26 – 29 окт. 2004. – С. 211 – 214.
2. Величко Т.О., Килименчук О.О. Біотехнологія одержання біологічно активних речовин на основі рослинної сировини // Наук. пр. ОДАХТ. – О., 2001. – Вип. 22. – С. 68 – 71.

3. Методы химии углеводов // Под ред. Н.К. Кочеткова. – М.: Мир, 1967. – 565 с.
4. Creenwood C.T. Aspects of the physical chemistry of starch // Adv. Carbohydrate Chem. – 1956. – № 11. – P. 335 – 393.
5. Гемицеллюлозы / М.С. Дудкин, В.С. Громов, Н.А. Ведерников, Р.Г. Каткевич, Н.К. Черно. – Рига: Зинатне, 1991. – 488 с.
6. Кочетков Н.К., Чижов О.С. Избирательные методы расщепления полисахаридных цепей. Ч. 2: Избирательное расщепление ксилана березы // Н.К. Кочетков, О.С. Чижов // Изв. АН СССР. Сер. Хим. – 1968. – № 9. – С. 2089 – 2091.
7. The biochemistry of plants / A. Darwill, M. Macneil, P. Albersheim et al. – N. Y.: Acad. Press. – 1980. – Vol. 1. – P. 92 – 162.
8. Song M.J. Structure of a xylan from basswood (Tilia americana L.) / M.J. Song, T.E. Timell //Cellulose Chem. Technol. – 1971. – Vol. 5, № 1. – P. 67 – 74.
9. Kohn R. Distribution pattern of vronic acid units in 4-0-Methyl-D-glucurono-D-xylan of beech (Fagus sylvatica L.) // Coll Czechosl. Chem. Communications. – 1986. – Vol. 51, № 10. – P. 2243 – 2249.
10. Шарков В.И. Химия гемицеллюлоз // В.И. Шарков, Н.И. Куйбина. – М.: Лес. пром-сть, 1972. – 440 с.
11. Голивец Г.И., Величко Т.А. Характеристика строения ксиланов стебля хмеля // Химия, биохимия и использование гемицеллюлоз. Тез. докл. III Всесоюз. конф. – Рига, 1985. – С. 23 – 24.
12. Hakamori S.A. Rapid petmethylation of glicolipid and polysaccharides catalyzed by methylsulfanyl carbanion in dimethyl sulfoxide // J. Biochem. – 1964. – Vol. 55. – № 2. – P. 205 – 207.
13. Дудкин М.С. Строение глюкоманнана древесины Fraximus excelsion / М.С. Дудкин, Н.Г. Шкантова, М.А. Парфентьева // Химия природных соединений. – 1973. – № 5. – С. 598 – 600.
14. Шарков В.И. Исследование ксилоуронида из древесины осины / В.И. Шарков, Н.И. Куйбина, Ю.П. Соловьева // Журн. приклад. химия. – 1967. – Т. 40. – № 11. – С. 2609 – 2611.

УДК 577.11/.12:66.022.1_035.2

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЛИЗОЦИМСОДЕРЖАЩИХ БИОПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Озолина С.А., канд. хим. наук, доцент; Тирон-Воробьева Н.Б., м.н.с. ПНИЛ
Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса

Предложена схема комплексной переработки регионального растительного сырья с получением биополимерных комплексов с лизоцимной активностью. В качестве лизоцимсодержащего сырья рассмотрены растения семейства капустных (Brassicaceae): хрен обыкновенный (Armoracia rusticana) и капуста белокочанная (Brassica oleracea).

A scheme for complex processing of regional plant materials was proposed. The main products were biopolymer complexes with lysozyme activity. As raw examined cabbage family plants (Brassicaceae): horseradish (Armoracia rusticana) and cabbage (Brassica oleracea).

Ключевые слова: лизоцим, лизоцимная активность, лизоцимсодержащие биополимерные комплексы, растения семейства капустных.

В последние годы в развитых странах мира интенсифицируется производство лизоцима – фермента класса гидролаз. Основная функция лизоцима в организме человека и животных заключается в препятствии проникновению чужеродных бактерий (создание так называемого «барьера»). Этим обусловлено присутствие лизоцима в составе физиологических жидкостей организма: слез, слюны, носовой слизи, а также молока.

Он широко используется для обогащения продуктов детского питания на молочной основе. Такая необходимость определяется полной утратой лизоцимом его активности при термической обработке молока, используемого для их производства [1]. В пищевой индустрии лизоцим получил распространение как консервант, позволяющий удлинить сроки хранения колбасных изделий, молочных продуктов, плодов, овощей [2]. С лечебной и профилактической целью фермент находит применение в медицине и косметологии [3-5].

Для указанных целей, как правило, употребляют лизоцим животного происхождения, производимый в промышленных масштабах из белка куриных яиц методом прямой кристаллизации [6-8]. Однако выделение фермента упомянутым способом из других сырьевых источников не представляется возможным.

Между тем, растительные ферменты имеют ряд преимуществ по сравнению с животными, их использование в медицине и нутрициологии является предпочтительным [9].

Как известно из литературных источников [10], для получения высокоочищенных препаратов лизоцима из растительных объектов (репы *Raphanus*, *Armoracia rusticana*) эффективно использование метода специфической сорбции (фермент-субстратное взаимодействие) на хитине и его олигомерах. Но [11] эти сорбенты достаточно дорогостоящи, применение их для промышленных целей нецелесообразно.

Целью настоящего исследования явилась разработка технологии комплексного использования регионального растительного сырья с получением в качестве основного продукта лизоцимсодержащих комплексов.

В качестве сырья рассматривали растения семейства *Brassicaceae*, в частности *Armoracia rusticana* и *Brassica oleracea*. Ранее было показано, что носителем лизоцимной активности является соковая часть растений. Учитывая, что лизоцим представляет собой амфолит (белок), для его концентрирования могут быть использованы полимеры, как катионной, так и анионной природы [12-13]. Наиболее эффективным оказалось применение хитозана и пектина.

Показано, что при смешивании растворов пектина или хитозана с соковой частью *Brassica oleracea* в состав нерастворимых комплексов переходило соответственно 65,1 % и 95,0 % от общего количества лизоцима, содержавшегося в соке растения. При концентрировании лизоцимной составляющей *Armoracia rusticana* в случае использования пектина осаждалось 46, 6 %, а хитозана – 93,3 % лизоцима.

Принципиальная технологическая схема комплексной переработки *Brassica oleracea* представлена на рис. 1.

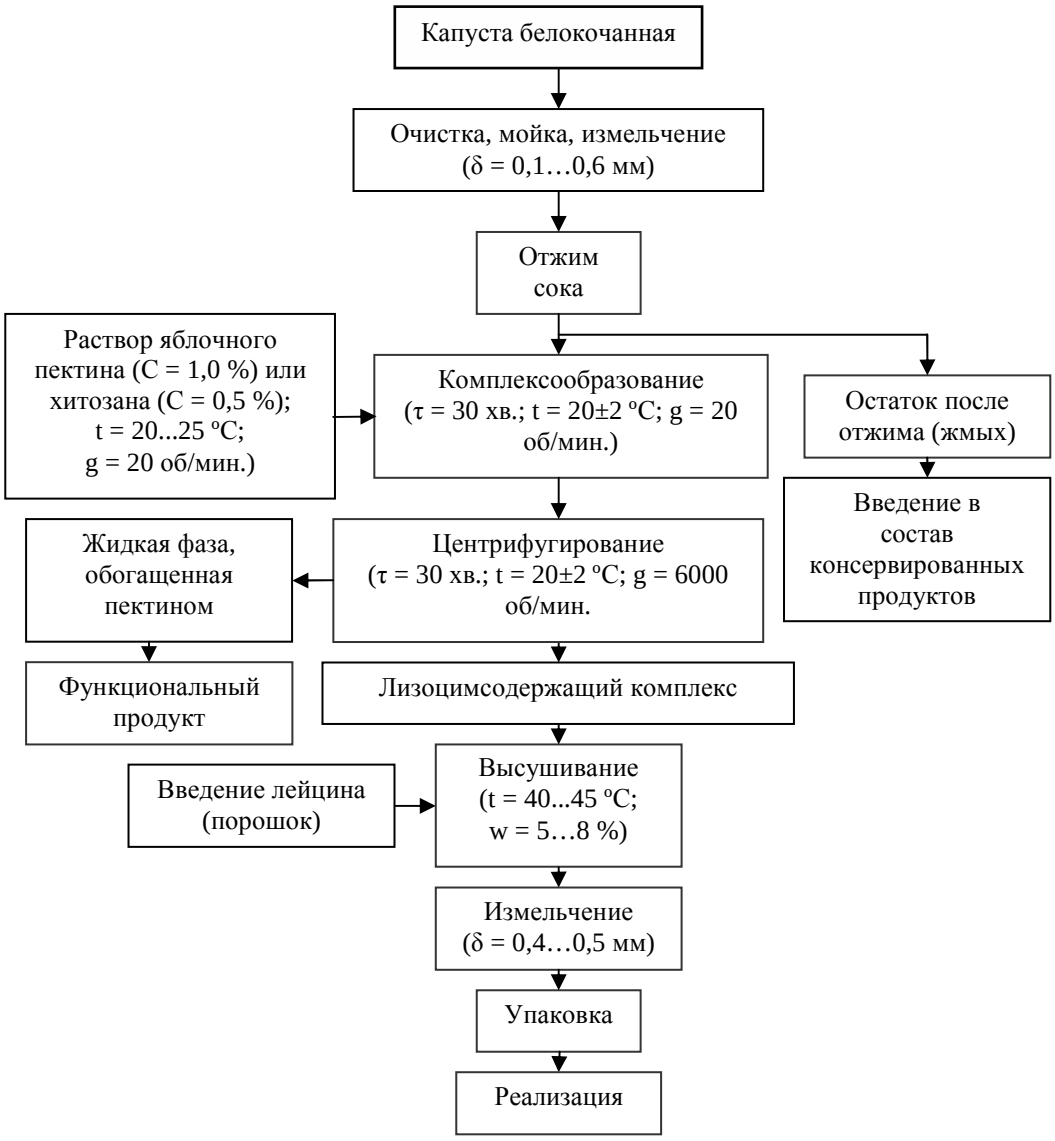


Рис. 1 – Принципиальная технологическая схема комплексной переработки капусты белокочанной

Общие процессы подготовки сырья включают: сортировку по качеству и размерам, инспекцию, калибрование, отбраковывание, очистку кочанов от верхних листьев, мойку, удаление кочерыг, измельчение сырья.

Отжим сока осуществляют на фильтровальных центрифугах. Его выход составляет около 80-90 $см^3$ в расчете на 100 г свежего сырья [14].

На следующем этапе к соку прибавляют раствор яблочного пектина (С = 1,0 %) или хитозана (С = 0,5 % в 3 % растворе уксусной кислоты). Процесс проводят при постоянном перемешивании при t = 20...25 ºС в течение 30 минут.

Осадок отделяют центрифугированием центрифугированием (скорость 6000 об/мин, 30 мин), далее к нему добавляют при перемешивании лейцин, активирующий действие лизоцима [15]**.**

Твердый продукт с влажностью 45...55 % высушивают при температуре (40...45) °С до конечной влажности не более 8,0 %. Далее его измельчают до размера частиц d = 0,4 ... 0,5 мм.

Кроме того, нами показано, что наиболее полное извлечение лизоцимной составляющей из корнеплодов *Armoracia rusticana* достигается при их обработке 1/15 М фосфатным буферным раствором, рН 4,8. Эта операция осуществляется при перемешивании в течение 1 часа и температуре 20±2 ºС. Возможен и другой путь: отжим сока из измельченного сырья с дополнительной обработкой жмыха в указанных выше условиях. Впоследствии сок и экстракт объединяют (рис. 2).

Твердый остаток *Armoracia rusticana* (после отделения экстракта) промывают водой для удаления неорганических соединений, входящих в состав экстрагента. Возможно его дальнейшее использование для пищевых целей в качестве приправы.

На последующих этапах в технологической схеме получения комплексов с лизоцимной активностью предусматривается осуществление тех же операций, что и при переработке *Brassica oleracea* (рис. 1).

Полученные биополимерные комплексы с лизоцимной активностью пакуют в вакуумную тару.

При отделении соковой части *Brassica oleracea* в качестве побочного продукта образуется твердый остаток (жмых), который может быть использован как составляющая овощных консервированных продуктов. Возможно также применение его в кормопроизводстве.

Соковая часть после прибавления пектина и отделения твердого остатка, в составе которого концентрируется лизоцимная составляющая, характеризуется содержанием пектиновых веществ 0,03 % и может быть использована в качестве функционального продукта.

В основу получения лизоцимсодержащих комплексов из *Armoracia rusticana* положены те же основные технологические принципы.

Отличия на стадии подготовки сырья следующие: мойка корнеплодов *Armoracia rusticana* осуществляется последовательно на моечных машинах непосредственно после замачивания их на 1-2 часа в холодной воде с последующим измельчением.

Показано, что выход лизоцимсодержащих комплексов из 100 $см^3$ сока *Brassica oleracea* при использовании пектина и хитозана составляет 290,0 и 380,0 мг, а из *Armoracia rusticana* – 390,0 и 420,0 мг соответственно.

В составе лизоцимсодержащих комплексов преобладающими компонентами являются белковые вещества – 62,2-65,0 % и полисахариды – 35,5-37,0 %.

Сравнительная характеристика их лизоцимной активности проводилась по общепринятой методике – степени лизиса лиофилизированных клеток *Micrococcus lysodeikticus* [16, 17]**.** Активность комплексов с пектином и хитозаном, полученных на основе *Brassica oleracea* и *Armoracia rusticana* составляет: 3,26; 4,26; 4,66; 9,33 ед. акт./мин. соответственно.

Дана характеристика антибактериальной активности лизоцимсодержащих комплексов на основе *Brassica oleracea* в сравнении с лизоцимом белка куриных яиц. Отмечено их бактериостатическое действие в отношении таких штаммов бактерий, как $Гр^-$ - отрицательные (*Escherichia coli* УКМ В-906, *Klebsiella pneumoniae* ОНУ-111, *Pseudomonas aeruginosa* ОНУ-211). Показано, что по отношению к *Salmonella enteritidis* ОНУ-236 и *Planococcus citreus* ОНУ-265 лизоцимсодержащий комплекс на основе хитозана более эффективен, нежели лизоцим белка куриных яиц.

На основании полученных результатов можно предполагать возможность использования комплексов в качестве диетических добавок антимикробной направленности.

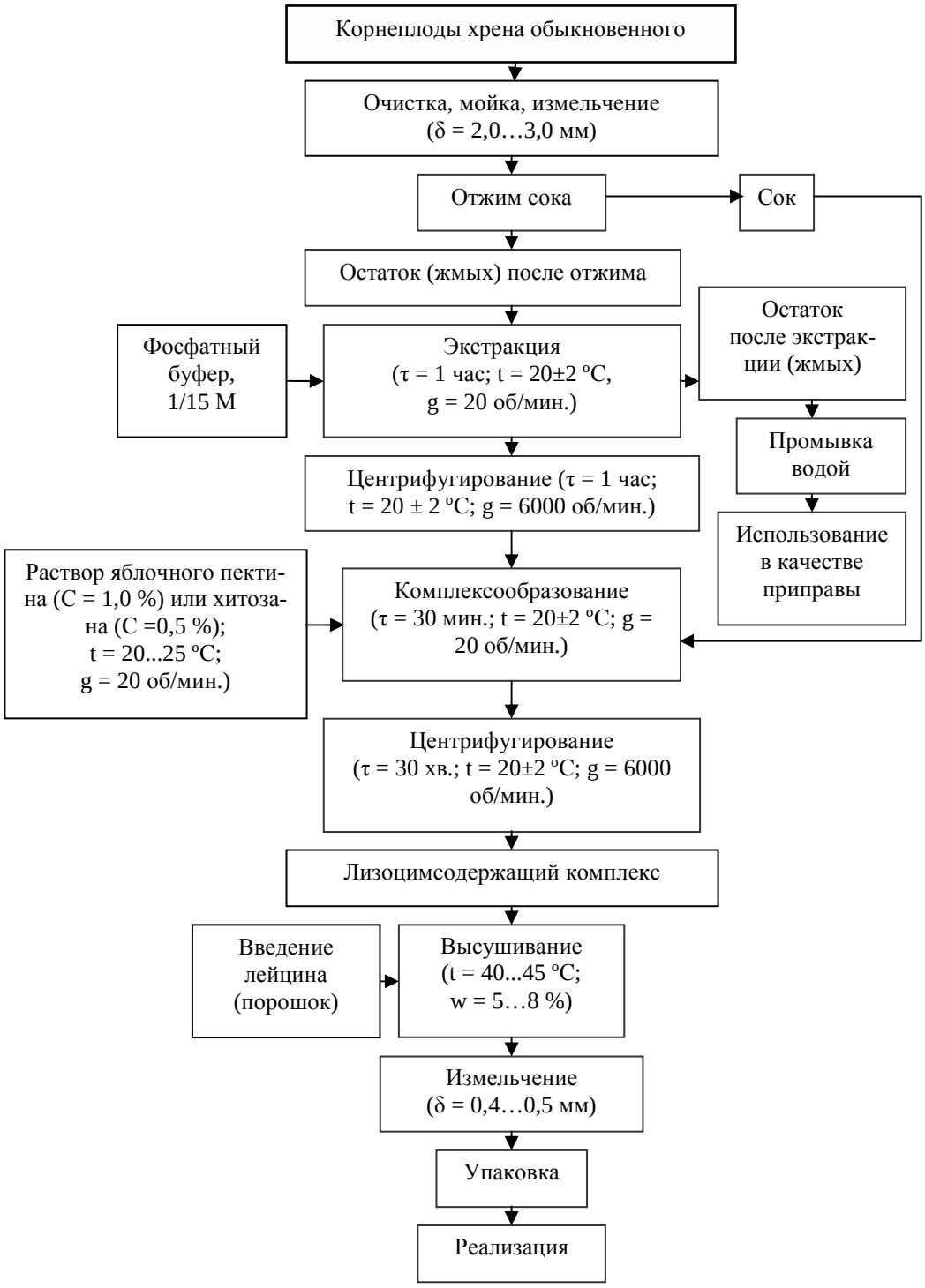


Рис. 2 – Принципиальная технологическая схема комплексной переработки корнеплодов хрена обыкновенного

Выводы

Разработаны принципиальные технологические схемы комплексной переработки регионального растительного сырья *Armoracia rusticana* и *Brassica oleracea*. Получаемые в соответствии с предложенными схемами лизоцимсодержащие комплексы проявляют антимикробную активность, представляется перспективным их использование в качестве диетических добавок соответствующей направленности.

Литература

1. Дорофейчук, В. Г. Механизмы защитной функции лизоцима, фундаментальное и прикладное значение [Текст] / В. Г. Дорофейчук // Нижегор. мед. журнал. – 1996. – № 2. – С. 9-13.
2. Корес, W. Характеристика лизоцима. Часть 2. Выделение и возможные пути использования [Текст] / W. Корес, T. Trziska // Przem. spoz. – 1997. – Vol. 51. – P. 36-38.
3. Дьячкова, С. Я. Бактерицидные свойства в исследованиях общей сывороточной бактерицидности лизоцима, β-лизинов и чувствительности химиопрепаратов к микроорганизмам [Текст] / С. Я. Дьячкова // Вестник ВГУ. Серия химия, биология, фармация. – 2003. – № 1. – С. 96-98.
4. Salton, M. R. The properties of lysozyme and its action on microorganisms [Text] / M. R. Salton // Bacteriol. Rev. – 1957. – № 21. – P. 82–100.
5. Щербакова, Э. Г. Некоторые новые аспекты клинического применения лизоцима [Текст] / Э. Г. Щербакова, Г. А. Растунова // Нов. в трансфузиол. – 1995. - № 10. – С. 51-56.
6. Vekilov, P. G. High resolution in-situ interferometric studies of lysozyme crystal growth morphology and kinetics [Text] / P. G. Vekilov, F. Rosenberger // AIAA Pap. – 1995. –Vol. 3579. –P. 1-8.
7. Nadarajan, A. The averaged face growth rates of lysozyme crystals: the effect of temperature [Text] / A. Nadarajan, E. L. Forsythe, M. L. Pusey // J. Cryst. Growth. – 1995. –Vol. 151. – P. 163-172.
8. Weiss, M. S. Crystallization, structure solution and refinement of hen egg-white lysozyme at pH 8,0 in the presence of MPD [Text] / M. S. Weiss, G. J. Palm, R. Hilgenfeld // Acta crystallogr. D. – 2000. – Vol. 56. – P. 952-958.
9. Тележенко, Л. Н. Научные основы сохранения биологически активных веществ при переработке фруктового и овощного сырья [Текст] : дис. … докт. техн. наук / Тележенко Любовь Николаевна. – Одесса, 2004. – 448с.
10. Minic, Z. Purification and characterization of a novel chitinase–lysozyme, of another chitinase, both hydrolysing Rhizobium meliloti Nod [Text] / Biochem. J. – 1998. – Vol. 332. – P. 329-335.
11. Афанасьева, Т. И. Работы З. В. Ермольевой и ее школы в области выделения и изучения лизоцима [Текст] / Т. И. Афанасьева // Антибиотики и химиотерапия. – 1998. – № 5. – С. 18-23.
12. Ledward, D. A. Protein – polysaccharide interactions. – In: Polysaccharides in Food [Текст] / D. A. Ledward; eds. J. M. V. Blanshard, J. R. Mitchell. – Butter-worth, London, 1979. – P. 205–217.
13. Nakamura, S. Role of positive charge of lysozyme in the excellent emulsifying properties of Maillard-type lysozyme-polysaccharide conjugate [Text] / S. Nakamura, K. Kobayashi At al. // J. Agric. Food Chem. – 1994. – Vol. 42. – P. 2688-2691.
14. Тірон-Воробйова, Н. Б. Вилучення ферментних комплексів з лізоцимною активністю з рослинної сировини [Текст] / Н. Б. Тірон-Воробйова, О. В. Біла // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: тези доп. Всеукр. наук. конф. студ. і молод. вчених, Харків, 20 квітня 2010р., ХДУХТ – Х., 2010. – С. 6.
15. Тірон Н. Б. Можливість створення рослинних комплексів, що володіють лізоцимною активністю [Текст] / Н. Б. Тірон // 73 наук. конф. молодих учених, асп. і студ., Київ, 23 – 24 квіт. 2007 р. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.»: тез. доп. – К., 2007. – Ч. 2. – С. 90.
16. Черно, Н. К. Отримання лізоцимовмісної біологічно активної добавки на основі капусти білокачанної [Текст] / Н. К.Черно, С. О. Озоліна, Н. Б. Тірон-Воробйова // Новітні технології оздоровчих продуктів харчування XXI ст.: Міжнар. наук.-практ. конф., 21 жовтня 2010 р., ХДУХТ. – Х., 2010. – С. 263-264.
17. Jolles, P. What's new in lysozyme research? [Text] / P. Jolles, J. Jolles // Molecular and cellular biochemistry. – 1984 – № 364. – P. 303-304.

УДК 664:061.3-035.2

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕКСТРАКТІВ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

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

Кулінарна обробка рослинних продуктів і деякі інші способи їх переробки приводять до втрат великої кількості біологічно-цінних речовин. Тому дуже важливо розробити таку технологію отримання

екстрактів з рослинної сировини, яка забезпечить максимальне зберігання їхніх природних властивостей.

Kulinarna obrobka Roslyn produktiv i deyaki INSHI way їh pererobki lead to great vtrat bilshoї kilkosti biologichno-tsinnih rechovin. Tom duzhe vazhlivo rozrobiti Taku tehnologiyu otrimannya ekstraktiv is roslinnoї sirovini, yak zabezpechit maximum zberigannya їh natural vlastivostey.

Ключові слова: екстракт, клен, біологічно-цінні речовини, екстрагування.

У наш час рослини посідають значне місце в загальному асортименті харчових продуктів та ліків. У сучасній медицині лікарські рослини відіграють важливу роль, а в деяких випадках, наприклад, при лікуванні недостатності кровообігу, в якості жовчогінних або протиглистових засобів, залишаються основними засобами.

З давніх часів народна медицина використовувала лікарські рослини переважно в сирому вигляді. Кулінарна обробка, консервування і деякі інші способи переробки продуктів приводять до втрат великої кількості біологічно-цінних продуктів, викликаючи при цьому зміну їхніх природних властивостей.

Рослини роду кленових широко використовуються як в харчовій промисловості, так і народною медициною для лікування ряду захворювань. Кленове листя – справжній згусток антиоксидантів, у тому числі поліфенолів, які допомагають здолати такі недуги як рак і серцево-судинні захворювання. У кленовому сиропі менше цукру, ніж в меді, і дуже низький вміст фруктози. Тому його рекомендують всім, хто хоче знизити калорійність свого харчування, його можна вживати навіть діабетикам. Фітогормони, що містяться в кленовому сиропі, корисні для поліпшення роботи підшлункової залози. Серед природних сполук, виділених та ідентифікованих у рослинах роду кленів, найчисельнішу групу являють фенольні сполуки та похідні ізопрену. У листі клену містяться переважно такі макро- та мікроелементи, як азот, кальцій, магній, алюміній, хром, кадмій, плюмбум, нікель та цинк (табл. 1).

Виходячи з загальних положень теорії масообміну [1], для інтенсифікації процесу екстрагування необхідно збільшити рушійну силу процесу та зменшити дифузійний опір його протіканню. Для досягнення першого застосовують протиточний спосіб рушіння фаз, для другого – впливають на дифузійні процеси всередині частинок сировини та на коефіцієнт масовіддачі. Самостійним фактором інтенсифікації є зменшення розмірів частинок. Ефективність кожного виду екстрагування твердої речовини рідиною значно залежить від його розчинності, тому дуже важливо правильно підібрати відповідний розчинник, у який переходить потрібна речовина.

За попередні 10…20 років мікрохвильові технології, що засновані на використанні енергії змінного електромагнітного шару надвисокочастотного діапазону, почали широко використовуватися в різних галузях промисловості. При використанні НВЧ-технологій для екстрагування рослинної сировини необхідно менше часу, який використовується на процес, при цьому підвищується вихід та якість отриманого продукту з меншими затратами енергії. Мікрохвилі – це радіохвилі з дуже малою довжиною хвилі з частотами від 300 МГц до 30 ГГц. Енергія мікрохвиль утворюється з електричної енергії, яка конвертується в мікрохвильову завдяки генератору.

Позитивні характеристики мікрохвильового нагріву в порівнянні з традиційними способами обробки продуктів:

- висока швидкість процесу;
- невеликий час виходу на режим;
- матеріал прогрівається більш однорідно;
- селективність процесу (вологі частинки прогріваються швидше ніж сухі);
- практично відсутня інерційність нагріву;
- високий к. п. д. процесу;
- значне зменшення теплових утрат у навколишнє середовище і зниження його забруднення;
- скорочення потреби у виробничих площах;
- висока бактерицидна дія мікрохвильової енергії;
- висока харчова цінність продукції, збереження вітамінів;
- можливість отримання готової продукції з новими властивостями.

Таблиця 1 – Макро- та мікроелементний склад сировини листя, кори клена та екстрактів з них (мг/100г, в розрахунку на абсолютно суху сировину)

Елемент	Листя клена	Кора клена	Екстракт кори клена	Екстракт листя клена
P	240,00	180,00	370,00	220,00
Mg	450,00	370,00	750,00	400,00
Ca	1250,00	1000,00	2000,00	1000,00
B	4,00	2,00	7,50	8,80
Al	28,00	110,00	75,00	12,00
Mn	28,00	11,00	25,00	19,00
Pb	0,14	0,30	0,25	<0,02
Fe	42,00	56,00	100,00	12
Sn	0,07	0,10	0,25	<0,02
Cr	0,14	0,20	0,75	<0,02
Ni	0,12	0,18	0,80	0,35
Cu	0,35	0,55	1,20	0,30
Ag	<0,01	0,1	0,25	<0,01
Zn	0,30	0,20	2,50	0,5
Mo	0,14	0,05	0,50	0,12
V	0,07	0,10	0,25	0,10
Sr	14,00	12,00	10,00	6,00
K	4300,00	3000,00	7500,00	3700,00
Na	3800,00	3050,00	2900,00	3100,00

Для максимального зберігання початкового складу корисних речовин у сировині нами досліджено процес екстрагування листя клена під дією НВЧ-випромінювання та за допомогою звичайного нагрівання (рис. 1). Експериментальні дослідження масопереносу в НВЧ-екстракторі підводилися в мікрохвильовій камері потужністю 1500 Вт. Ємність з екстрагентом і продуктом поміщалася в камеру, постійна температура підтримувалася. Досліджувані зразки нагрівали на водяній бані і за допомогою НВЧ-нагріву при однакових температурах.

З графіків, наведених на рисунку 1, видно, що оптична густина екстракту листя клена, отриманого під впливом НВЧ-випромінювання, вища, ніж екстракту, отриманого звичайним способом.

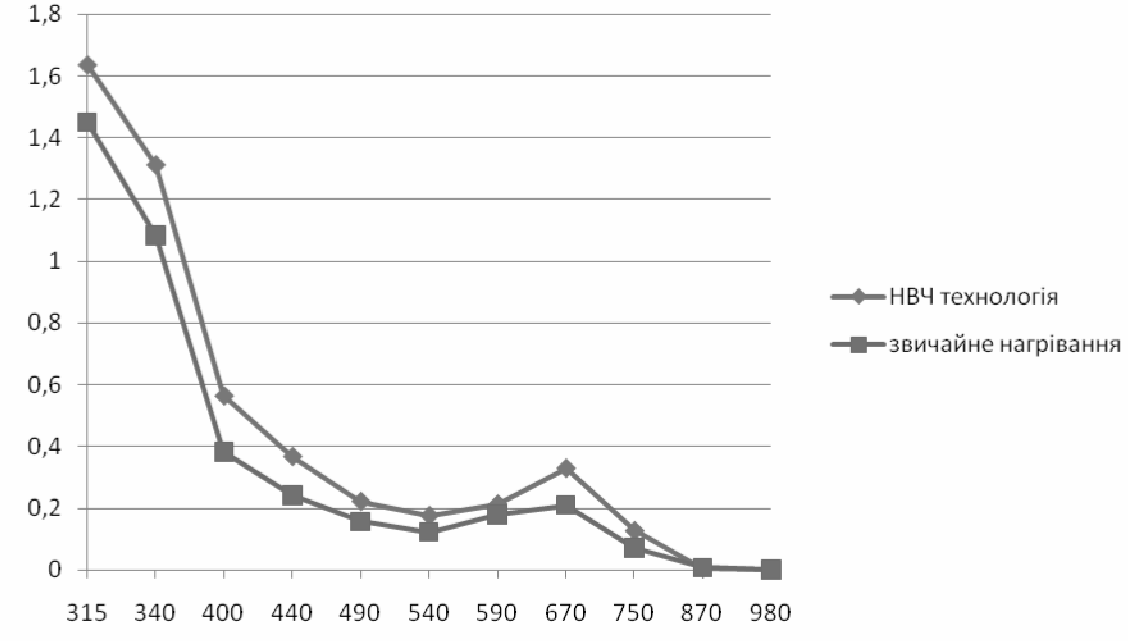


Рис. 1 – Порівняльна характеристика оптичної густини екстрактів отриманих за допомогою НВЧ-технології та звичайним засобом

При екстрагуванні подрібненого листя клена протікають три процеси: замочування, видалення розчинних у воді речовин, гідроліз. На першій стадії подрібнені часточки листя клена абсорбують воду в кількості, яка приблизно вдвічі більша за їхню суху масу. Внаслідок цього концентрація розчинних речовин у часточках підвищується. Кількість абсорбованої вологи залежить від геометричних розмірів часточок: чим менші часточки, тим більше в питомому співвідношенні вологи вони утримують. На стадії вилучення водорозчинні речовини листя клена дифундують з приграничного шару навколо часточки в екстрагент. Їхня концентрація в екстрагенті поступово збільшується. Максимальна інтенсивність екстракції досягається при найбільшій рушійній силі. Ця умова характерна для протиточного ведення процесу, у випадку, коли є постійна різниця між концентрацією речовин у абсорбованій воді та екстрагенті, що оточує часточки листя клена. На третій стадії процесу здійснюється розкладання нерозчинних у воді високомолекулярних вуглеводів і створення розчинних у воді редукуючих цукрів, пентоз та інших вуглеводів.

Ефективність дифузії, в першу чергу коефіцієнт дифузії, залежить від цілого ряду факторів: температури процесу, розміру часточок, площі поверхні контакту фаз, гідромодуля, роду видаленої речовини, тиску в апараті, швидкості руху екстрагента та ін. При екстрагуванні листя клена загальними факторами є температура, pH середовища, і відкрита поверхня клітинної системи, створена внаслідок дії тепла та механічного ушкодження листя при подрібненні. Результати досліджень дозволили встановити, що найбільш ефективно проходить екстракція при температурі 60-80 С.

Висновки

Нами вивчено теорію процесу екстрагування з листя клена та зроблено висновок, що НВЧ-випромінювання дозволило інтенсифікувати процес теплової обробки сировини та екстрагувати стійкі розчинні речовини водним середовищем.

Література

1. Лысянский В.М., Гребенюк С.М. Экстрагирование в пищевой промышленности. – М.: Агропромиздат. 1987. – 188 с.
2. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе-вода». – Одесса, 2007. – 176 с.
3. Домарецький В.А., Прибильський В.Л., Михайлов М.Г. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини. / За редакцією В.А. Домарецького. Підручник. – Винниця: Нова Книга, 2005. – 408с.

УДК 579.864:579.26.264:579.6

ПРОБІОТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ШТАМІВ ЛАКТОБАКТЕРІЙ ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ У ЛІОФІЛІЗОВАНОМУ СТАНІ

Страшнова І. В., канд. техн. наук, доцент
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Досліджено антибіотикорезистентність, антагоністичні, кислотоутворювальні і адгезивні властивості у 8 штамів лактобактерій після тривалого зберігання у ліофілізованому стані. Встановлено, що 10-річне зберігання лактобактерій у ліофільно висушеному стані призвело до незначного зменшення прояву досліджених ознак у окремих штамів. Штами Lactobacillus plantarum ОНУ 13, ОНУ 1005, Lactobacillus curvatus ОНУ 215 і Lactobacillus fermentum ОНУ 25 зберегли початкові рівні стійкості до всіх антибактеріальних препаратів і антагоністичної активності до індикаторних умовно-патогенних бактерій і дріжджоподібних грибів. У процесі тривалого зберігання у штамів L. plantarum ОНУ 130, ОНУ 1005, L. curvatus ОНУ 215, L. fermentum ОНУ 25 і L. acidophilus ОНУ 291 незначно зменшилися показники кислотоутворення. Середні показники адгезії у всіх досліджених штамів зменшилися, але рівень адгезивності (за виняткому L. plantarum ОНУ 898) залишився таким самим, як на початку зберігання.

It was investigated antibiotic resistance, antagonistic, acid-forming and adhesive properties in 8 strains of lactobacilli after prolonged storage in lyophilized form. It was found that 10-year storage lactobacilli in lyophilized condition led to a slight decrease in the manifestation of the studied characteristics in some strains. Strains of Lactobacillus plantarum ONU 13, ONU 1005, Lactobacillus curvatus ONU 215 and Lactobacillus fermentum ONU 25 retained the original levels of resistance to all antibiotics and antagonistic activity to indicator facultative pathogenic bacteria and yeasliked fungi. During long-term storage in the strains L. plantarum ONU 130, ONU 1005, L. curvatus ONU 215, L. ONU fermentum 25 and L. acidophilus ONU 291

slightly decreased acid-forming indexes. The indices of average adherence in all investigated strains decreased, but the adherence level (except for strain L. plantarum ONU 898) remained the same as at the beginning of storage.

Ключові слова: ліофілізовані штами лактобактерій, антибіотикорезистентність, антагоністична, кислотоутворювальна, адгезивна активності.

Розробка і створення функціональних продуктів харчування сьогодні є особливо актуальними [1, 4]. Це пов'язано із загальним високим ритмом сучасного життя і підвищеною потребою в продуктах, здатних підтримати організм людини. Сучасні функціональні біопродукти є одночасно продуктами харчування та лікарськими засобами. Вони містять велику кількість біологічно активних речовин, до числа яких відносять пробіотичні культури, харчові волокна, мінеральні речовини, вітаміни та ін. [2, 5, 10].

Особливу увагу приділяють пошуку і підбору пробіотичних культур мікроорганізмів, якими найчастіше є штами лакто- і біфідобактерії [6, 9]. Промислові пробіотичні культури повинні мати стабільні властивості, незмінні з плином часу. До таких властивостей належать: антагоністична активність, здатність до адгезії, активність кислотоутворення та ін. [3, 7].

У зв'язку із цим метою роботи було дослідження біологічної активності 8 пробіотичних штамів лактобактерій після 10-річного зберігання у ліофільно висушеному стані.

Матеріалом для дослідження були штами *Lactobacillus plantarum* ОНУ 13, ОНУ 130, ОНУ 898, ОНУ 1005, *Lactobacillus curvatus* ОНУ 215, ОНУ 904, *Lactobacillus fermentum* ОНУ 25 і *Lactobacillus acidophilus* ОНУ 291. Перед проведенням досліджень лактобактерії переводили у суспензійний стан із подальшим висівом на щільне поживне середовище MRS-агар.

Стійкість до 13 антибактеріальних препаратів з різним механізмом дії на бактеріальну клітину вивчали *in vitro* диско-дифузійним методом, використовуючи суспензії концентрацією 10^6 КУО/см^3 добових культур відповідних штамів лактобактерій. Облік результатів проводили наступного дня, вимірюючи зони затримки росту. Штам вважали високорезистентним, якщо зона затримки росту була 14 мм і менше, середньорезистентним – від 15 до 25 мм, низькорезистентним – 26 мм і більше [8].

Антагоністичну активність досліджували методом агарових блоків з використанням штамів індикаторних мікроорганізмів: умовно-патогенних бактерій *Escherichia coli* УКМ В-906, *Proteus vulgaris* УКМ В-905, *Pseudomonas aeruginosa* ОНУ-211, *Staphylococcus aureus* ОНУ-223 і дріжджоподібних грибів *Candida albicans* УКМ У-2501^T, *Cryptococcus neoformans* ОНУ Р-26. Для отримання агарових блоків лактобактерії попередньо культивували на середовищі MRS-агарі протягом двох діб. Готові блоки переносили у лунки чашок Петрі, засіяних відповідними індикаторними мікроорганізмами. Облік результатів проводили наступного дня, вимірюючи зони затримки росту індикаторних мікроорганізмів навколо блоків. Якщо зона затримки росту була меншою за 10 мм, ступінь антагоністичної активності вважали низьким, від 10 до 20 мм – середнім, більше 20 мм – високим [8].

Активність кислотоутворення вивчали титрометричним методом і виражали у °Т. Штами лактобактерій попередньо культивували на середовищі MRS-бульйоні впродовж трьох діб [8].

Адгезивні властивості вивчали *in vitro* на моделі "еритроцит – лактобактерія", використовуючи суспензії концентрацією 10^8 КУО/см^3 добових культур відповідних штамів лактобактерій. Здатність до адгезії оцінювали за визначенням середнього показника адгезії (СПА). Адгезивність вважали нульовою при СПА від 0 до 1,0, низькою – від 1,01 до 2,0, середньою – від 2,01 до 4,0, високою – вище за 4,0 клітин, що прикріпилися до одного еритроцита [8].

Антибіотикорезистентність є однією з ознак промислових штамів [3]. Однак стійкість до антибіотиків має бути закріпленою на хромосомному рівні, що забезпечує стабільність цієї ознаки тривалий час.

Визначення відношення досліджених штамів лактобактерій до 13 антибактеріальних препаратів з різним механізмом дії на бактеріальну клітину показало, що тривале зберігання не позначилося на рівні стійкості окремих штамів до певних антибіотиків (табл. 1).

До інгібіторів синтезу клітинної стінки бактерій належать пеніциліни, цефалоспорини, карбапенеми. На початку зберігання всі штами характеризувалися високим рівнем стійкості до оксациліну і цефокситину, майже всі штами (окрім *L. curvatus* ОНУ 904 і *L. acidophilus* ОНУ 291) – до цефпірому; до іміпенему високостійкими були лише *L. plantarum* ОНУ 13 і ОНУ 1005. Після 10-річного зберігання у лабораторних умовах рівень стійкості до інгібіторів синтезу клітинної стінки у більшості досліджених штамів зберігся. Проте були виявлені штами, які проявили більшу чутливість до взятих у дослід препаратів. Так, штам *L. plantarum* ОНУ 898 до початку зберігання був високорезистентним до оксациліну, цефоксітину і цефпірому, після зберігання рівень стійкості до цих антибіотиків визначений як "середній". Два штами (*L. curvatus* ОНУ 904 і *L. acidophilus* ОНУ 291) втратили стійкість до іміпенему.

Таблиця 1 – Рівень антибіотикорезистентності штамів лактобактерій

Механізм дії	Клас препаратів	Препарат	*L. plantarum* ОНУ 13		*L. plantarum* ОНУ 130		*L. plantarum* ОНУ 898		*L. plantarum* ОНУ 1005		*L. curvatus* ОНУ 215		*L. curvatus* ОНУ 904		*L. fermentum* ОНУ 25		*L. acidophilus* ОНУ 291	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Інгібітори синтезу клітинної стінки	Пеніциліни	Оксацилін	В	В	В	В	В	С	В	В	В	В	В	В	В	В	В	С
	Цефалоспорини	Цефокситин	В	В	В	В	В	С	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В
		Цефпіром	В	В	В	В	В	С	В	В	В	С	С	С	В	В	С	Н
	Карбапенеми	Іміпенем	В	В	Н	Н	С	С	В	В	Н	Н	Н	—	Н	Н	Н	—
Інгібітори синтезу білка	Поліміксини	Поліміксин	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В
	Аміноглікозиди	Тобраміцин	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В
	Тетрацикліни	Доксициклін	В	В	В	С	В	С	С	С	В	В	С	С	С	С	С	—
	Левоміцетин	Левоміцетин	В	В	С	Н	В	С	С	С	С	С	Н	Н	В	В	С	С
	Макроліди	Олеандоміцин	В	В	В	С	С	Н	В	В	В	В	В	В	В	В	С	Н
	Лінкозаміди	Кліндаміцин	В	В	Н	Н	С	С	С	С	С	С	Н	Н	Н	Н	Н	Н
Інгібітори синтезу НК	Фторхінолони	Офлоксацин	В	В	В	В	В	С	В	В	В	В	В	С	В	В	В	В
Остаточно не встановлений	Рифаміцини	Рифампіцин	С	С	Н	Н	В	С	С	С	С	С	Н	—	С	С	В	С
	Похідні нітрофуранів	Фурадонін	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	С

Примітка: 1 – на початку зберігання; 2 – через 10 років зберігання; НК – нуклеїнова кислота; В – високий; С – середній; Н – низький; "–" – відсутність ознаки.

До поліміксину, тобраміцину і кліндаміцину, що пригнічують синтез білка, всі лактобактерії проявили таку саму стійкість, як на початку зберігання. При цьому всі штами виявилися високостійкими до поліміксину і тобраміцину, до кліндаміцину високорезистентним був *L. plantarum* ОНУ 13, середньорезистентним – *L. plantarum* ОНУ 898, рівень стійкості інших штамів був низьким. До доксицикліну, левоміцетину і олеандоміцину таку саму стійкість як на початку зберігання проявили штами *L. plantarum* ОНУ 13 і ОНУ 1005, *L. curvatus* ОНУ 215 і ОНУ 904 і *L. fermentum* ОНУ 25. Рівень стійкості інших штамів до вказаних препаратів зменшився.

До інгібітору синтезу нуклеїнової кислоти (офлоксацину) змінили стійкість з високої на середню штами *L. plantarum* ОНУ 898 і *L. curvatus* ОНУ 904, інші штами залишилися високорезистентними. Окрім штаму *L. acidophilus* ОНУ 291, всі інші зберегли високу стійкість до фурадоніну. Жоден із штамів не виявив високої стійкості до ріфампіцину, більше того, штам *L. curvatus* ОНУ 904 взагалі втратив до нього резистентність.

Загалом високою стійкістю практично до всіх антибактеріальних препаратів як на початку, так і після тривалого зберігання характеризувався штам *L. plantarum* ОНУ 13. Штами *L. plantarum* ОНУ 1005, *L. curvatus* ОНУ 215 і *L. fermentum* ОНУ 25 виявили стійкість такого самого рівня як перед зберіганням до всіх антибіотиків. Стійкість до певних антибіотиків інших досліджених лактобактерій зменшилася. Можливо, це пов'язано із втратою плазмід, транспозонів, що несуть гени резистентності [5].

Не менш важливою ознакою, що обумовлює застосування штамів лактобактерій як пробіотиків, є їхня антагоністична активність [7]. Саме ця властивість допомагає пробіотичним штамам конкурувати з

умовно-патогенними і патогенними бактеріями. Втрата чи зменшення антагоністичної активності обмежує використання пробіотичних культур.

На початку зберігання досліджені штами лактобактерій проявили антагоністичну активність до умовно-патогенних бактерій і дріжджоподібних грибів не нижчу від середнього ступеню (табл. 2).

Таблиця 2 – Рівень антагоністичної активності штамів лактобактерій

Індикаторний мікроорганізм	*L. plantarum* ОНУ 13		*L. plantarum* ОНУ 130		*L. plantarum* ОНУ 898		*L. plantarum* ОНУ 1005		*L. curvatus* ОНУ 215		*L. curvatus* ОНУ 904		*L. fermentum* ОНУ 25		*L. acidophilus* ОНУ 291	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
E. coli УКМ В-906	С	С	В	С	С	Н	С	С	С	С	В	С	С	С	В	С
P. vulgaris УКМ В-905	С	С	С	С	С	Н	С	С	С	С	С	Н	С	С	С	С
P. aeruginosa ОНУ-211	С	С	В	С	С	Н	С	С	С	С	С	Н	С	С	В	С
S. aureus ОНУ-223	С	С	С	Н	С	Н	С	С	С	С	С	Н	С	С	С	С
C. albicans УКМ У-2501^{T}	С	С	С	С	С	Н	С	С	С	С	В	С	С	С	С	С
C. neoformans ОНУ Р-26	С	С	В	С	С	С	В	С	С	Н	В	С	В	С	В	В

Примітка: як до табл. 1.

Усі штами лактобактерій були антагоністами середнього ступеня до *P. vulgaris* УКМ В-905 і *S. aureus* ОНУ-223. Високий рівень антагоністичної здатності було встановлено у штамів *L. plantarum* ОНУ 13 і *L. acidophilus* ОНУ 291 до *E. coli* УКМ В-906, *P. aeruginosa* ОНУ-211 і *C. neoformans* ОНУ Р-26, у штаму *L. curvatus* ОНУ 904 до *E. coli* УКМ В-906, *C. albicans* УКМ У-2501^{T} і *C. neoformans* ОНУ Р-26, і у штаму *L. plantarum* ОНУ 1005 до *C. neoformans* ОНУ Р-26.

Тривале зберігання у лабораторних умовах призвело до зменшення антагоністичної активності деяких штамів лактобактерій у відношенні певних штамів індикаторних мікроорганізмів. Так, антагоністичну активність високого рівня зберіг лише штам *L. acidophilus* ОНУ 291 щодо *C. neoformans* ОНУ Р-26. Жоден інший штам лактобактерій не проявив високої антагоністичної здатності у відношенні всіх індикаторних мікроорганізмів. Штами *L. plantarum* ОНУ 13, ОНУ 1005, *L. curvatus* ОНУ 215 і *L. fermentum* ОНУ 25 виявилися антагоністами середнього ступеня щодо всіх індикаторних мікроорганізмів. При цьому *L. plantarum* ОНУ 1005 і *L. fermentum* ОНУ 25 зменшили активність з високої на середню, а *L. curvatus* ОНУ 215 – із середньої на низьку у відношенні *C. neoformans* ОНУ Р-26. Значно зменшилася антагоністична спроможність у штамів *L. plantarum* ОНУ 898 і *L. curvatus* ОНУ 904, що, можливо, пояснюється відсутністю пресингу з боку інших мікроорганізмів за умов тривалого зберігання лактобактерій у лабораторних умовах.

Основним метаболітом лактобактерій, який значною мірою зумовлює прояв антагоністичних властивостей, є молочна кислота.

Показники кислотності, визначені для досліджених штамів через 10 років зберігання, дещо зменшилися в порівнянні з показниками, визначеними перед початком зберігання (рис. 1).

Так, якщо перед зберіганням кількість кислоти, що продукували лактобактерії, коливалася від 329,3 °Т до 360,0 °Т залежно від штаму, то після тривалого зберігання значення кислотності коливалися від 315,2 °Т до 357,1 °Т. Найменше зберігання позначилося на кислотоутворювальній активності штаму *L. plantarum* ОНУ 130, який на початку зберігання продукував кислоту в кількості 334,7 °Т, а після зберігання – 332,3 °Т. У процесі зберігання незначно зменшилися показники кислотоутворення у штамів *L. plantarum* ОНУ 1005, *L. curvatus* ОНУ 215, *L. fermentum* ОНУ 25 і *L. acidophilus* ОНУ 291, на відміну від штамів *L. plantarum* ОНУ 898 і *L. curvatus* ОНУ 904, які зменшили утворення кислоти на 12,8 °Т і 14,1 °Т, відповідно.

Однією із необхідних ознак, що має тривалий час бути притаманною пробіотичним штамам, є адгезивна здатність [2].

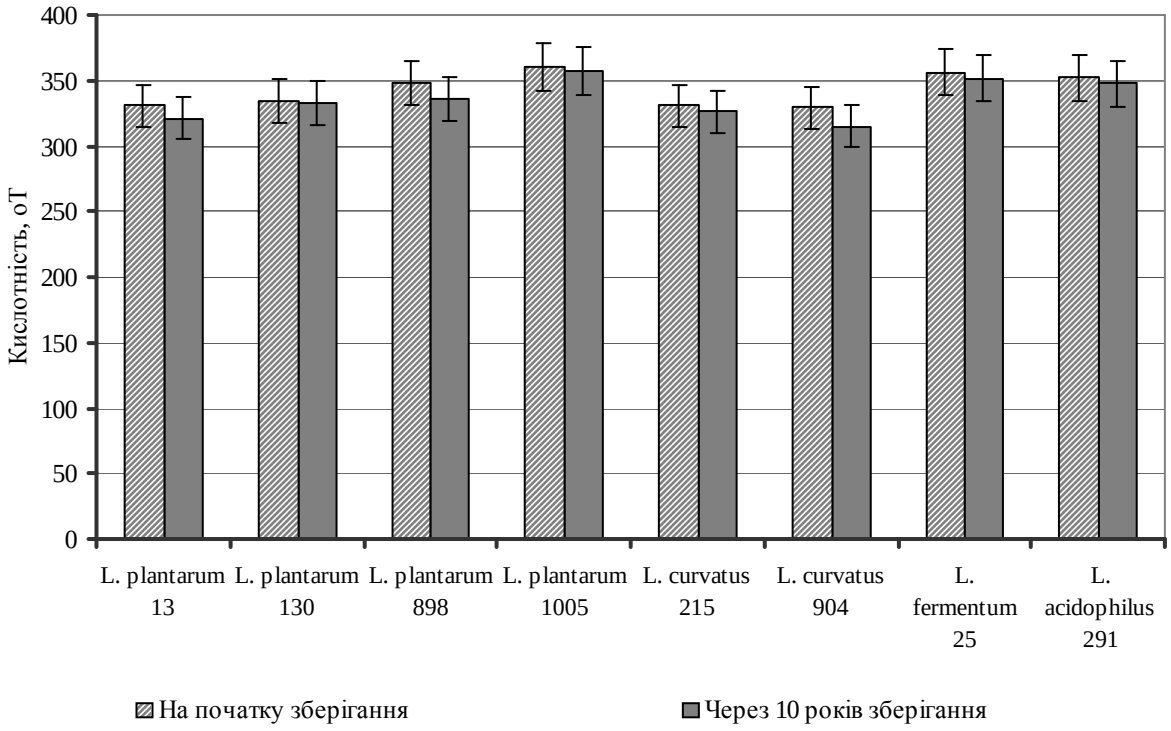


Рис. 1 – Активність кислотоутворення штамів лактобактерій

Визначення адгезивного потенціалу штамів лактобактерій показало, що СПА адгезії у всіх досліджених штамів після тривалого зберігання зменшилися, але рівень адгезивності залишився таким самим, як на початку зберігання (рис. 2).

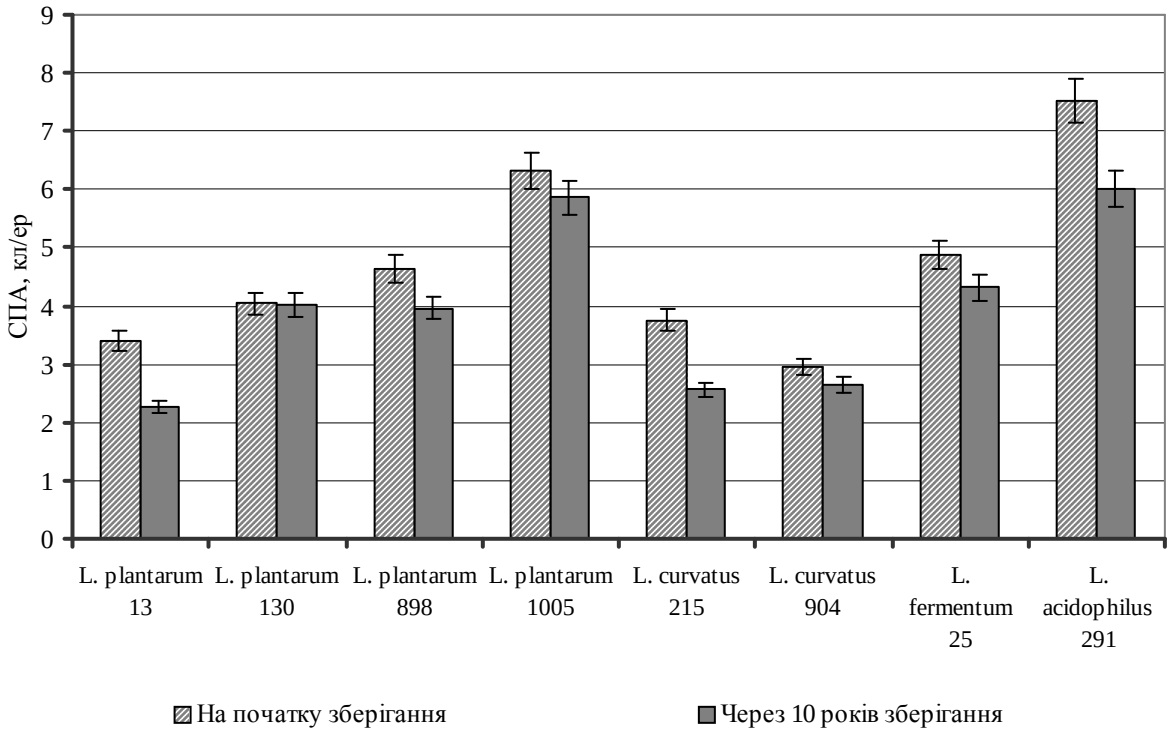


Рис. 2 – Адгезивна активність штамів лактобактерій

Лише штам *L. plantarum* ОНУ 898 значно зменшив свою адгезивну активність: на початку зберігання СПА становив (4,64 ± 0,44) кл/ер (високий ступінь адгезивності), через 10 років зберігання – (3,96 ± 0,33) кл/ер (середній ступінь адгезивності). Більше ніж на 1 кл/ер зменшився СПА у штамів *L. plantarum* ОНУ 13, *L. curvatus* ОНУ 215 і *L. acidophilus* ОНУ 291. При цьому штам *L. acidophilus* ОНУ 291 залишився високоадгезивним. Високими СПА збереглися у штамів *L. plantarum* ОНУ 130 (СПА зменшився найменше) і ОНУ 1005 і *L. fermentum* ОНУ 25. Можливо, зберігання в умовах *in vitro* призводить до втрати деяких адгезинів лактобактерій, що являють собою комплексну структуру із білків і полісахаридів.

Таким чином, проведені дослідження показали, що тривале зберігання у ліофільно висушеному стані несуттєво впливає на найважливіші пробіотичні властивості даних штамів лактобактерій і дозволяє рекомендувати їх для тривалого застосування як основи для пробіотичних продуктів.

Висновки

1. Довготривале зберігання 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 ліофілізованому стані незначно вплинуло на їх основні пробіотичні властивості.

2. Штами *L. plantarum* ОНУ 13, ОНУ 1005, *L. curvatus* ОНУ 215, *L. fermentum* ОНУ 25 зберегли початкові рівні стійкості до антибактеріальних препаратів і антагоністичної активності до індикаторних мікроорганізмів.

3. Після тривалого зберігання у досліджених штамів лактобактерій дещо зменшилися показники кислотоутворення. Найменше зберігання позначилося на кислотоутворювальній активності штаму *L. plantarum* ОНУ 130.

4. У всіх досліджених штамів середні показники адгезії зменшилися, але рівень адгезивності залишився таким самим, як на початку зберігання, окрім штаму *L. plantarum* ОНУ 898, який із високоадгезивного став середньоадгезивним.

Література

1. Бобренева И. В. Научное обоснование и разработка технологий функциональных продуктов питания с применением добавок биологического происхождения : Автореф. дисс... д-ра техн. наук. – М., 2005. – 36 с.
2. Бондаренко В. М. Молекулярно-клеточные механизмы терапевтического действия пробиотиков // Биопрепараты. – 2010. – 1 (37). – С. 46 – 54.
3. Лясковский Т. М. Оценка пробиотиков, согласно рекомендациям Международных организаций (FAO/WHO) / Т. М. Лясковский, В. С. Подгорский // Мікробіол журн. – 2005. – Т. 67, № 6. – С. 104 – 112.
4. Макшеев А. А. Разработка технологии десертного биопродукта для функционального питания: Автореф. дисс… канд. техн. наук. – Ставрополь, 2011. – 18 с.
5. Пробиотики и пребиотики: Практические рекомендации / Всемирная гастроэнтерологическая организация. – 2008. – 24 с.
6. Kalliomäki M, Salminen S, Isolauri E. Positive interactions with the microbiota: probiotics // Adv. Exp. Med. Biol. – 2008. – 635. – P. 57 – 66.
7. Koninkx J. F, Malago J. J. The protective potency of probiotic bacteria and their microbial products against enteric infections-review // Folia Microbiol (Praha). – 2008. – 53(3). – P. 189 – 94.
8. Methods For General and Molecular Bacteriology / Ed. Philipp Gerhardt. – American Society Microbiology; 2 edition, 1994. – 800 p.
9. Pineiro M., Stanton C. Probiotic Bacteria: Legislative Framework – Requirements to Evidence Basis // J. Nutr. – 2007. – 137 (3). – P. 850 – 853.
10. Yan F., Polk D. B. Probiotics as functional food in the treatment of diarrhea // Curr Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care. – 2006. – 9 (6). – P. 717 – 721.

УДК 613.288:613.292

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЖИРОВМІСНОГО ОЗДОБЛЮВАЛЬНОГО НАПІВФАБРИКАТУ, ЩО МІСТИТЬ ГЕМОВЕ ЗАЛІЗО

Гавриш А.В., ст. викладач, Євлаш В.В., д-р техн. наук, професор,
Нєміріч О.В., канд. техн. наук, доцент
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Статтю присвячено теоретичному обґрунтуванню та розробці технології жировмісного оздоблювального напівфабрикату – глазурі, що містить гемове залізо, з використанням жирового напівфабрикату з дієтичною добавкою «Гемовітал», яка реалізується в підприємствах ресторанного господарства.

The article is devoted to the scientific substantiation and development technology of fat-containing ornamentation semi-finished product – glaze, which contains heme iron, is scientifically substantiated and developed with the use of fat semi-finished product with dietary additive "Hemovital", which is realized in restaurant business enterprises.

Ключові слова: дієтична добавка «Гемовітал», седиментаційна стійкість, окиснювальні процеси, жировий напівфабрикат, жировмісний оздоблювальний напівфабрикат, гемове залізо, глазурована продукція.

В Україні, країнах СНД і багатьох розвинених країнах світу проблема залізодефіцитних станів є однією з найактуальніших та обумовлена багатьма чинниками ендогенного й екзогенного походження. Особливого значення набуває аліментарний чинник, а саме – недостатнє надходження заліза з харчовими продуктами, як у кількісному, так і якісному проявах. У нашій країні спостерігається високе споживання цукристих та борошняних кондитерських виробів і десертів, зокрема шоколадної та глазурованої продукції. Численні наукові дослідження останніх років присвячені підвищенню харчової та біологічної цінності кондитерських виробів завдяки внесенню білків, вітамінів, макро-, мікроелементів тощо. Значний внесок у напрямку розробки кондитерських виробів, збагачених залізом, зробили: І.В. Лєріна, В.Ю. Міцик, М.О. Файвішевський, Л.В. Антипова, Л.Ю. Арсеньєва, А.М. Дорохович та інші науковці [1].

Сучасні технології глазурованих кондитерських виробів підвищеної харчової та біологічної цінності представлені одиничними розробками в напрямку застосування різних форм заліза. Значного наукового і практичного інтересу набуває розробка технології даної групи продукції з використанням залізовмісних дієтичних добавок. Серед асортименту останніх високі функціональні властивості та технологічний потенціал має дієтична добавка «Гемовітал», а саме: є дрібнодисперсним порошком, виявляє здатність до набухання, часткового розчинення білкової фракції, містить гемове залізо, повноцінний білок, що суттєво відрізняє її від какао-порошку, який має рослинне походження. [2].

Тому розробка і апробація науково обґрунтованої технології жировмісного оздоблювального напівфабрикату, що містить гемове залізо, з використанням дієтичної добавки «Гемовітал» є актуальною проблемою і потребує вирішення. У зв'язку з цим метою досліджень є обґрунтування та розробка технологій жирового напівфабрикату з дієтичною добавкою «Гемовітал» і жировмісного оздоблювального напівфабрикату – глазурі антианемічного спрямування на його основі.

За традиційною технологією глазурі, як рецептурний інгредієнт використовується какао терте, що являє собою суспензію какао-порошку в какао-маслі. Як наукову гіпотезу було сформульовано наступне: жировий напівфабрикат з дієтичною добавкою «Гемовітал» в якості аналога какао тертого залучатиметься до технології жировмісного оздоблювального напівфабрикату – глазурі антианемічного спрямування в умовах підприємств ресторанного господарства. Для розробки композиції жирового напівфабрикату взято рослинні жири (какао-масло, пальмоядрову або кокосову олію), а також вершкове масло, що використовуються в технології глазурі, та порошок дієтичної добавки «Гемовітал».

Введення дієтичної добавки «Гемовітал» до жирової основи сприяє утворенню термодинамічно нестійкої дисперсної системи, оскільки має надлишок вільної поверхневої енергії. В цій системі самовільно відбувається агрегування твердих часточок, що зменшує її поверхневу взаємодію з дисперсійним середовищем, і система переходить у стан з більш низькою потенційною енергією.

З огляду на це було вивчено стійкість до седиментації жирових систем з дієтичною добавкою «Гемовітал» та досліджено координати руху часточок дієтичної добавки «Гемовітал» у жирах, які проводили мікроскопічним методом (рис. 1). На рисунку показано зміну місця положення часточок (точки 1...4) до-

бавки «Гемовітал» у какао-маслі щодо точки на деякій ділянці, положення якої суміщали з початком відліку (точка 0). Точками А, В, С відповідно позначено початкові, проміжні та кінцеві місця положення часточок, а стрілками – напрям їх руху. Встановлено, що переміщення часточок більше там, де є явно виражена нерівність поверхні часточки відліку. Очевидно, що поверхневі сили створюють поле, яке й обумовлює швидкий (з прискоренням) рух деяких часточок. Дослідження показали, що саме такий характер їх руху сприяє когезії – часточки перегрупуються та утворюють конгломерати, що призводить до появи мармуровості, тобто неоднорідності забарвлення затверділої жирової суспензії (рис. 2).

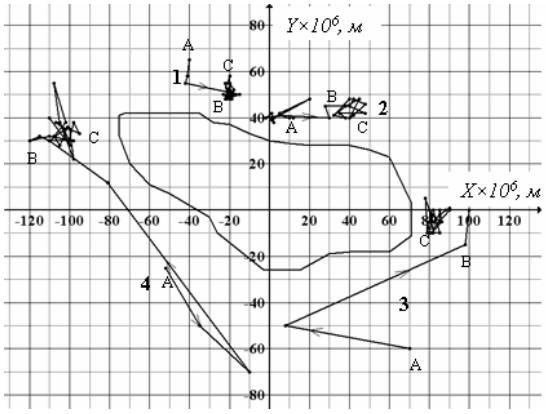


Рис. 1 – Координати руху часточок дієтичної добавки «Гемовітал» в какао-маслі

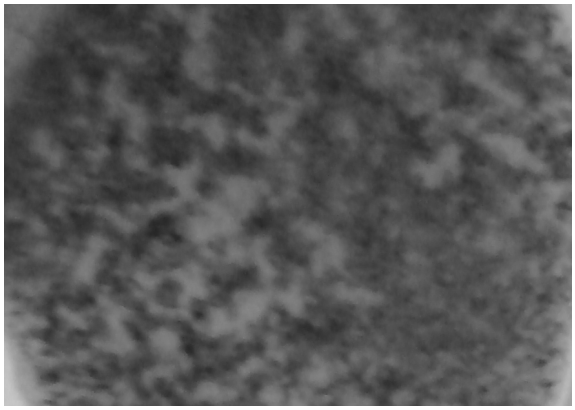


Рис. 2 – Мармуровість поверхні затверділої жирової суспензії рослинного жиру з дієтичною добавкою «Гемовітал»

Однорідність розподілу часточок у суспензії та її седиментаційна стійкість визначається умовою $F_m+F_{mep}+F_в=0$ і відповідає рівновазі сил тяжіння (F_m), сил внутрішнього тертя (F_{mep}) і виштовхувальних сил ($F_в$). У разі когезії часточок всі три сили змінюватимуться, тому рівновага буде порушуватись, що приведе до зчеплення та осідання часточок в розплавлених жирах.

Виходячи з технологічних аспектів виробництва глазурі, досліджено стійкість до седиментації жирової суспензії та агрегування часточок «Гемовітал» за її багатократного плавлення, внаслідок чого встановлено, що зі зростанням кратності плавлення жирові суспензії з добавкою виявляють нижчу стійкість до седиментації. Після 5-6 циклів плавлення-твердіння фактично у всіх зразках рівень седиментації знижується до однієї і тієї самої величини 0,2.

Оскільки «Гемовітал» має здатність до набухання та часткового розчинення, то поверхня її часточок має початкові ділянки, які характеризуються певною мірою спорідненості до полярного розчинника. З іншого боку, на поверхні, apriori, повинні бути і ділянки, які виявляють спорідненість і до неполярного розчинника. Було досліджено розподіл часточок добавки «Гемовітал» за розмірами протягом витримування певний час у воді та жирі й виявлено суттєву різницю в розподілі часточок добавки відносно полярного та неполярного розчинників. У порівнянні з полярним розчинником у неполярному розчиннику виявляється збільшення об'єму переважно дрібних часточок – розміром до 30 мкм. Цей факт є важливим та необхідним для обґрунтування технології жирового напівфабрикату, оскільки збільшення об'єму дисперсної фази в дисперсійному середовищі сприяє седиментаційній, структурно-механічній та хімічній стійкості складних колоїдних систем.

У зв'язку з цим проведено дослідження з обґрунтування диспергування часточок добавки «Гемовітал» у рослинних жирах. Відомо, що самодиспергування часточок за незначних напруг руйнування ініціюється, якщо подальший стан утворених поверхонь характеризується меншою вільною енергією, ніж попередній. Це свідчить про утворення додаткових поверхонь, площа яких в основному утворена неполярними часточками. Диспергування дозволяє знизити когезію часточок у жировій системі за рахунок взаємодії полярних груп і підвищити седиментаційну стійкість жирової суспензії з добавкою «Гемовітал». Крім того, встановлено, що під час багатократного плавлення-твердіння жирової системи стійкість її до седиментації зберігається. Це пояснюється утворенням додаткових неполярних поверхонь часточок добавки під час її диспергування.

Зразки жирового напівфабрикату готували за співвідношення рослинного жиру та «Гемовітал» – як 2:1, що забезпечувало вологість аналогічну у какао тертого. Отже, результати проведених комплексних досліджень седиментаційної стійкості жирових систем з дієтичною добавкою «Гемовітал» дозволяють одержати «Жировий напівфабрикат для кондитерської та шоколадної глазурі», що за своїм колоїдним станом являє стійку суспензію.

Проведено дослідження впливу добавки «Гемовітал» під час зберігання за періодом індукції. Для цього було використано ініціатор окиснення азоізобутиронітрил, який вносили в досліджувані зразки. Встановлено, що жирові напівфабрикати з добавкою «Гемовітал» відрізняються зменшеним періодом індукції порівняно із контрольними зразками з какао-порошком. Для подолання процесу окиснення в них вносили антиоксидант біогенного походження – суміш токоферолу з аскорбілпальмітатом.

Розроблено рецептури та функціональну схему виробництва жирового напівфабрикату з дієтичною добавкою «Гемовітал». Він має коричневий колір, нейтральні смак та запах, містить 25 % білка та 0,33 г/кг гемового заліза.

Згідно з фізіологічними нормами потреб населення України у мінеральних речовинах запропоновано класифікацію глазурованих виробів, як додаткового джерела гемового заліза, залежно від їх фізіологічного призначення. Для створення рецептурних композицій жировмісного оздоблювального напівфабрикату – глазурі, що містить гемове залізо (ЖОНГ), розраховано відповідні масові частки жирового напівфабрикату з дієтичною добавкою «Гемовітал», які забезпечують задану кількість гемового заліза. При цьому для виготовлення ЖОНГ шоколадної використано какао-масло, для кондитерської – пальмоядрову олію. Проведено органолептичну оцінку якості та відзначено, що ЖОНГ характеризуються високими показниками якості. Обґрунтовано масові частки «Гемовітал» 10, 15 та 20 % до маси рецептурної суміші ЖОНГ, що дозволяє одержати глазуровані вироби масового споживання, лікувально-профілактичного і лікувального призначення.

Розроблено функціональну схему виробництва ЖОНГ (рис. 3), яка складається з підготовки сировини до виробництва (підсистема С), приготування рецептурної суміші (підсистема В), товарного оформлення (підсистема А).

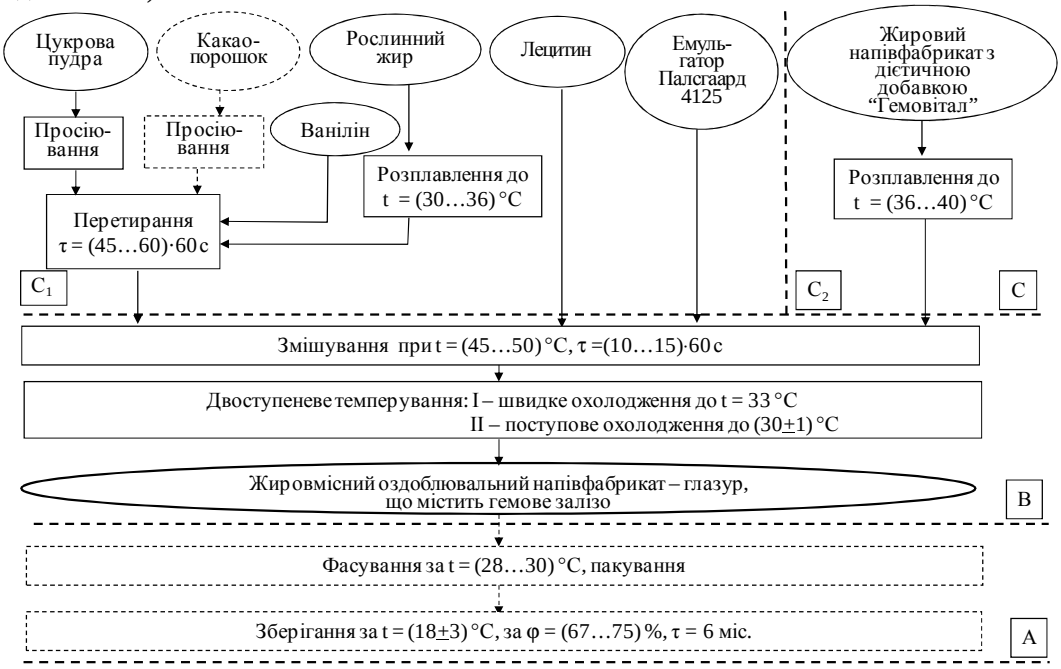


Рис. 3 – Функціональна схема виробництва ЖОНГ

Вивчено інгібування окиснювальної деструкції ЖОНГ антиоксидантом, що входить до складу жирового напівфабрикату з дієтичною добавкою «Гемовітал». З цією метою для дослідження періоду індукції взято зразки ЖОНГ шоколадної та кондитерської з максимальним вмістом добавки 20 % до маси рецептурної суміші. Встановлено, що протягом регламентованого зберігання ЖОНГ не відбувається вільнорадикального окиснення жирів.

Визначено залежність реологічних властивостей ЖОНГ від масової частки дієтичної добавки «Гемовітал». Виявлено, що ЖОНГ шоколадна та кондитерська є ньютонівськими рідинами. Масові частки добавки більше 20 % призводять до суттєвих змін структури, що характеризується вираженою неньютонівською течією. Цей факт обумовлений взаємодією часточок суспензії рослинних жирів та добавки «Гемовітал» шляхом електростатичних та дисперсних сил. Для зразків ЖОНГ спостерігається різна поведінка під час прямого та зворотного ходу (збільшення або зменшення) швидкості зсуву. При цьому величину гістерезису визначали відношенням величин в'язкості прямого до зворотного ходу. Диспергування часточок добавки «Гемовітал» у жирових системах обумовлює рівномірність їх розподілу за об'ємом, тому

руйнування ЖОНГ за повільних швидкостей зсуву не відбувається. Таким чином, за визначення реологічних властивостей ЖОНГ показано доцільність використання дієтичної добавки «Гемовітал» у масових частках згідно із запропонованими рецептурами.

Визначено показники якості, безпеки, ремісійні характеристики, харчову та енергетичну цінності ЖОНГ (табл. 1).

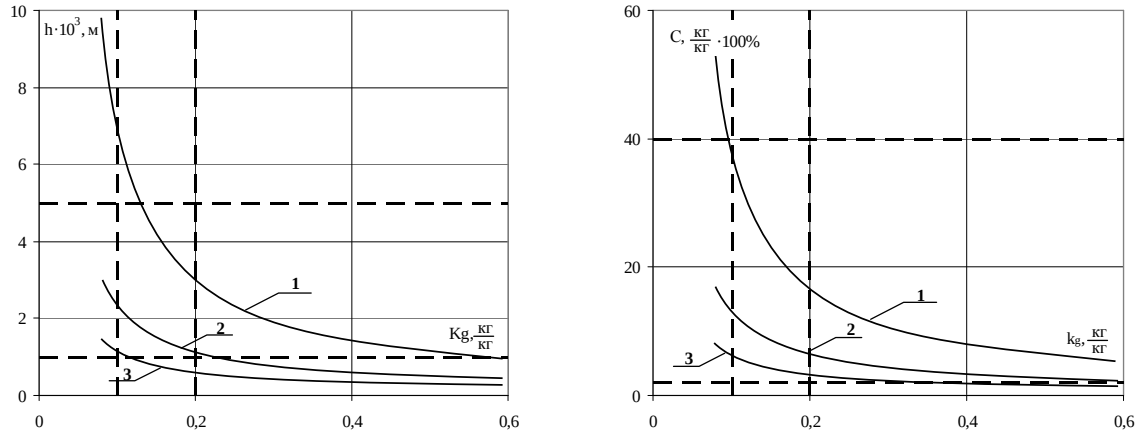
Таблиця 1 – Харчова та енергетична цінності глазурі за традиційною технологією та ЖОНГ

Зразки	Загальний вміст, %			Кількість гемового заліза, г/кг	Енергетична цінність, ккал
	білків	жирів	вуглеводів		
Глазур за традиційною технологією	3,3±0,8	60,2±1,0	35,2±1,5	–	696
ЖОНГ для виробів масового споживання	7,5±1,0	59,6±1,2	31,4±1,6	0,10±0,01	692
ЖОНГ для виробів лікувально-профілактичного призначення	11,4±1,1	59,0±1,3	28,0±1,4	0,15±0,01	689
ЖОНГ для виробів лікувального призначення	15,0±1,2	59,4±1,2	24,0±1,5	0,20±0,01	691

Як видно з табл. 1, ЖОНГ відрізняються вмістом гемового заліза за введення заданої кількості жирового напівфабрикату з добавкою «Гемовітал» до рецептури.

Нові види ЖОНГ характеризуються певним співвідношенням форм гемоглобіну, що обумовлює їх кольороформуючу властивість протягом зберігання, що також доведено вивченням спектрів відбиття.

Оскільки ЖОНГ являє собою жирову суспензію, то взаємодія з поверхнею, на яку вона наноситься, обумовить збереження товарного вигляду під час оздоблення, зберігання і реалізації виробу. Так, для пісочного напівфабрикату з гідрофобною, поруватою поверхнею встановлено, що частина ЖОНГ проникає на певну товщину поверхні виробу. Для затяжного напівфабрикату з гідрофобною, гладкою поверхнею теж спостерігається проникнення ЖОНГ на товщину, в 2…3 рази меншу в порівнянні з першим зразком. Для прісного напівфабрикату з гідрофільною, гладкою поверхнею проникнення ЖОНГ зовсім відсутнє. Ці спостереження можуть бути пояснені як структурою поверхні (порувата, гладка), так і гідрофільністю або гідрофобністю її поверхні. Нанесення ЖОНГ на поверхню виробу певною товщиною шару обумовлюватиме напрямок фізіологічної дії глазурованого виробу (рис. 4).



а) б)

1 – лікувального призначення; 2 – лікувально-профілактичного призначення;3 – масового споживання

Рис. 4 – Товщина шару (а) і масова частка (б) ЖОНГ відносно маси виробів

Для визначення варіантів товщини шару ЖОНГ залежно від вмісту добавки «Гемовітал» виконано розрахунки за формулою:

$$h = \frac{x \cdot m_0}{\left(k_f \cdot k_g - x\right) \cdot \rho_g \cdot S} \quad (1),$$

де h – товщина шару ЖОНГ, м; m_0 – маса виробу, кг; x – норма споживання гемового заліза, кг/добу; k_f – вміст Fe^{2+} в добавці «Гемовітал», кг/кг; k_g – кількість добавки «Гемовітал» в ЖОНГ, кг/кг; ρ_g – густина ЖОНГ, кг/м^3; S – площа поверхні виробу, м^2.

Проведено клінічну апробацію нових глазурованих виробів. Для дослідження були обрані дві групи осіб – дослідна та контрольна зі зміненими показниками периферичної крові. До раціону харчування дослідної групи було введено борошняні кондитерські вироби та сиркові маси, оздоблені глазур'ю, що містить гемове залізо. Аналіз отриманих результатів дозволив рекомендувати жировмісний оздоблювальний напівфабрикат – глазур як новий вид продукції антианемічного спрямування.

Проведено оцінку конкурентоспроможності глазурі антианемічного спрямування (табл. 2).

Таблиця 2 – Порівняльна оцінка якості, цін і конкурентоспроможності глазурованої продукції

Найменування продукції	Показник якості продукції, бали	Ціна продукції, грн/кг	Коефіцієнт співвідношення якості нової та базової продукції	Коефіцієнт співвідношення цін на нову та базову продукцію	Коефіцієнт конкурентоспроможності нової продукції
Печиво за традиційною технологією	2,80	17,57			
Печиво за використання ЖОНГ з різним вмістом дієтичної добавки «Гемовітал»					
10,0 % «Гемовітал»	4,71	17,73	1,682	1,009	1,667
15,0 % «Гемовітал»	4,74	17,80	1,693	1,013	1,671
20,0 % «Гемовітал»	4,50	17,92	1,607	1,020	1,576

За розрахунками, коефіцієнт конкурентоспроможності нової продукції перевищує його граничне значення (1,0), що дозволяє зробити висновок щодо значних перспектив позиціонування нового виду продукту на ринку України.

Висновки

На підставі аналізу літературних джерел показано актуальність використання залізовмісних дієтичних добавок у технології продуктів харчування, зокрема кондитерських виробів.

Досліджено седиментаційну стійкість та окиснювальні процеси в жирових системах з дієтичною добавкою «Гемовітал» на стадії формування рецептурної суміші та розробки технології жирового напівфабрикату.

Науково обґрунтовано та розроблено технологію ЖОНГ, з використанням жирового напівфабрикату з дієтичною добавкою «Гемовітал», яка реалізується в підприємствах ресторанного господарства.

Вперше комплексно досліджено фізико-хімічні, реологічні, функціонально-технологічні, мікробіологічні показники якості та безпеки ЖОНГ.

Отримано математичний вираз для розрахунків раціональної товщини шару нанесення та масової частки ЖОНГ, до маси кондитерського напівфабрикату, який враховує призначення глазурованої продукції за фізіологічною дією, та розроблено рекомендації щодо оздоблення ним.

Проведено клінічну апробацію, впровадження розроблених технологій у підприємствах ресторанного господарства, доведено конкурентоспроможність нової продукції.

Література

1. Міцик В. Ю. Харчова та біологічна цінність нових кондитерських виробів, що мають радіопротекторні властивості / В. Ю. Міцик, В. С. Михайловський, І. Л. Фіргер, В. В. Ващенко // Підвищення якості та вдосконалення асортименту товарів народного споживання: Зб. наук. пр. – К. : КТЕІ, 1994. – С. 49–54.
2. Евлаш В. В. Актуальность применения биологически активных добавок в профилактике железодефицитных состояний и рекомендации по их внесению в функциональные продукты питания / В. В. Евлаш, Н. И. Погожих, В. А. Винникова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2004. – №2 (8). – С. 22–24.

УДК 544.354-128:637.344

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ КАПСУЛЬНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ПРОБІОТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ У СКЛАДІ ЗБИВНОЇ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Кондратюк Н. В., ст. викл. кафедри харчових технологій
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпропетровськ

У статті проаналізовано ринок збивної десертної продукції та науково обґрунтовано новий підхід щодо збагачення наявного асортименту солодких страв пробіотичними мікроорганізмами, уміщеними у кислотостійку оболонку. Також матеріали містять результати визначення харчової та енергетичної цінності розроблених збивних десертів з капсульованими біфідобактеріями.

In the article was analyzes the market churned dessert products and science-based new approach to enriching the existing range of desserts with probiotic microorganisms, witch their were inserted in acid-proof membrane. The materials were include the energy and food valuables results, which were determinate in the designed churned desserts with capsulated bifildobakterias.

Ключові слова: капсульовані пробіотики, біфідобактерії, збивні десерти, солодкі страви, альгінатні оболонки.

У сучасному світі пробіотичні продукти займають особливе місце. Вони відповідають за нормальний розвиток та функціонування усього організму. Особливо актуальним є вивчення біфідобактерій, які потрапляючи до стравоходу, піддаються небажаному впливу кислоти шлункового соку, і як наслідок гинуть, так і не діставшись до місць колонізації. Крім того, під час їх проходження через верхній відділ шлунково-кишкового тракту (ШКТ) відбувається адгезія деякої частини мікроорганізмів на стінках глотки та стравоходу. У результаті до відділів тонкого та товстого кишечнику, потрапляє значно менша кількість біфідобактерій, у зв'язку з чим знижується біодоступність харчового продукту або фармацевтичного препарату, у якому вони містяться.

З'являючись у перші тижні після народження і супроводжуючи людину все її життя, нормальна мікрофлора кишечнику (перш за все біфідобактерії) відіграє визначальну роль у формуванні та нормальному функціонуванні багатьох систем макросвіту індивідуума. Вона забезпечує колонізаційну резистентність ШКТ до патогенних мікроорганізмів, відновлює захисну ефективність імунної системи, бере участь у процесі засвоєння поживних речовин і мікронутрієнтів. Продукти метаболізму біфідобактерій – вітаміни, імуноглобулін А і деякі амінокислоти. Від стану мікрофлори ШКТ залежить алергологічний статус людини, її чутливість до інфекційних захворювань, у тому числі, що передаються повітряно-крапельним шляхом.

Принцип уміщення попередньо активованих біфідобактерій у кислотостійку оболонку, виготовлену на основі природного полісахариду альгінату натрію, був розроблений у Харківському державному університеті харчування та торгівлі під керівництвом вченого, професора П. П. Пивоварова [1]. Також було досліджено життєдіяльність біфідобактерій в умовах альгінатної капсули [2].

Концепція пробіотиків та функціональних продуктів, що виникла наприкінці минулого століття, стала однією з провідних і у XXI столітті. За прогнозами фахівців у галузі харчування і медицини в найближчі (15-20) років частка прибутку від реалізації продуктів функціонального призначення наблизиться до 30 % відповідного сегмента ринку. При цьому вони на (35-50) % витіснять зі сфери реалізації багато традиційних лікарських препаратів з арсеналу профілактичної і відновлювальної медицини. Однак пробіотичні культури, навіть захищені оболонкою, не здатні витримувати дію високих температур. Саме це і вплинуло на вибір кулінарної продукції, яку можна збагачувати капсульованими пробіотичними мікроорганізмами. Так, основою інноваційної стратегії стали холодні солодкі страви з пінно-збивною структурою. До цієї групи належать: креми, муси, самбуки, парфе, морозиво. Однак два останніх види з наведеного переліку підлягають заморожуванню, а це руйнує альгінатну оболонку капсул.

Розширення виробництва солодких страв та десертів стало новим кроком у розвитку харчової індустрії. Перш за все це пов'язано з виходом країни на сучасний рівень ринкових відносин, що, у свою чергу, потребує змін асортиментної політики харчової промисловості. Споживачі дедалі більше вимагають від виробників високих смакових якостей десертної продукції, зокрема збивної желюваної, диктують науковцям напрями створення нових технологій, які дозволять раціоналізувати харчування українців та зробити його повноцінним.

На споживчому ринку чільні місця займають десерти на основі молока та молочної продукції (сметани, незрілого сиру, вершків, йогурту, сироватки, пахти тощо) [3]. Десертна збивна продукція гармонійно доповнює обіди, вечері, може становити основний прийом їжі (сніданків або підвечірків). Такі страви добре засвоюються організмом, мають високу енергетичну та харчову цінність. Завдяки в'язкій або пастоподібній консистенції креми та десерти можна використовувати як заправки для салатів, топінгів для кондитерських виробів, бутербродів тощо.

Основні розробки вчених направлені на вдосконалення консистенції збивних десертів. Так, було проведено стабілізацію пінно-збивних мас за рахунок додавання поліфункціонального колагенового препарату, отриманого шляхом подрібнення колагенумісної сировини з подальшим її лужним гідролізом та висушуванням [4].

Як відомо, використання водоростевих продуктів позитивно впливає на гомеостаз людини, покращуючи при цьому систему травлення та підвищуючи ступінь засвоювання корисних компонентів їжі. Цей аспект зацікавив групу вчених науково-дослідного інституту кондитерської промисловості [5], якими було запропоновано спосіб виробництва збивних цукерок із використанням агароцукропатокового сиропу. Таке технологічне рішення дозволило значно покращити консистенцію кондитерських збивних мас.

Креми та десерти розділяють за типом вхідної сировини на молоковмісні та плодово-ягідні. У свою чергу, молоковмісні можна розділити на молочні та кисломолочні. Вершкові та білкові креми, виготовлені за традиційною технологією, майже не містять біологічно активних речовин, тому мають високу калорійність та низьку харчову цінність. Кількість макро-, мікроелементів та водорозчинних вітамінів у них також обмежена. До їх складу не входять пектинові речовини, органічні кислоти (крім молочної). Крім того, збивна десертна продукція на молочній основі має вузьку кольорову гаму та занадто солодкий смак. Усі ці недоліки науковці намагаються виправити, додаючи до основних компонентів рецептурної суміші вітаміновмісні інгредієнти. Так, наприклад, вченою Єрмош Л. Г. запропоновано ряд технологій десертів на вершковій основі із додаванням дикорослих ягід, що культивують у Сибірі [6]. Група дослідників Воронежської державної технологічної академії [7] розробила технологію виробництва білково-збивного крему із частковою заміною цукру на порошкоподібний овочево-патоковий напівфабрикат. Як наслідок такої заміни науково-дослідним шляхом доведено підвищення піноутворювальної здатності та стійкості до синерезису, зниження енергетичної та підвищення харчової цінності. Українські вчені також збагатили на натуральні соки сметанні десерти [8], отримали сухі концентрати крему молочного «Яблуневий сад» із додаванням ліофілізовано висушеного яблучного соку [9] та фруктово-овочевого десерту швидкого приготування на основі порошків з гарбуза, яблук та ревеню [10], а також вершкового десерту із додаванням пектину [11].

Розробки вчених Кубанського державного технологічного університету [12] дозволили отримати «яблучний десерт» та десерт на основі абрикосово-аличової суміші із додаванням соєвої пасти. Учені Санкт-Петербурзького торгівельно-економічного інституту [13] запропонували використання сої у вигляді рідкого продукту, який було внесено до складу суміші для виготовлення жельованої солодкої страви типу крем. Учені Технологічного інституту молока та м'яса приділили увагу виробництву крему на солодовому екстракті, де як стабілізатор було використано альгінат натрію. Дана розробка також містить соєвий ізолят. На жаль, в Україні соєва сировина здебільшого є генномодифікованою, тому продукти на її основі небажано вживати дітям, вагітним, хворим.

Група російських учених Науково-дослідного інституту дитячого харчування запропоновала спосіб отримання емульгованого алкогольного кисломолочного напою. Технологія включає етап гомогенізації харчової суміші на основі молока та/або кисломолочних продуктів з водою та/або фруктово-ягідними соками і горілкою. Дана розробка дозволить розширити асортимент коктейлів, що виробляються у закладах ресторанного господарства, однак їх використання у дитячому, геродієтичному та лікувально-профілактичному харчуванні цілком виключено.

У наведеному огляді розробок чітко простежується тенденція до вдосконалення збивних десертів, виготовлених на основі молочної сировини, оскільки саме в них наявні усі поживні речовини для пробіотичних культур, які наразі є найкориснішими у фізіологічному розумінні фортифікантами. Так, багато технологів забезпечили споживчий ринок значною кількістю кисломолочних десертів, збагачених на пробіотичні мікроорганізми [14], але жодна з описаних розробок, не стосується жельованих збивних десертів. Нещодавно, працівники дочірнього державного унітарного експериментально-виробничого підприємства «Вектор-Біальгам» [15] зробили спробу одержати симбіотичний кисломолочний жельований продукт, до складу якого була внесена суміш штамів біфідобактерій Bifidobacterium bifidum та Bifidobacterium longum з титром не менше 10^{10} КУО/мл, лактобактерій Lactobacillus acidophilus кількістю 10^{9} КУО/мл та молочнокислих стрептококів. Цей продукт можна визначити як функціональний, але внесення такої великої кількості мікроорганізмів наближає його до статусу лікувального засобу і значно здорожує.

Т. І. Анісімова та А. А. Кустов [16] запропонували заквашувальну композицію для одержання молочного десерту, до складу якої внесені лакто-, біфідобактерії та молочні стрептококи. Як рослинний наповнювач були використані овочеві та/або плодово-ягідні, та/або екстракти, та/або настої, та/або відвари з трав. Але основним недоліком цієї розробки є те, що в якості цукрозамінника був використаний аспартам, негативну дію якого на травну систему організму вже клінічно доведено.

В останні роки спостерігається тенденція до створення технологій, пов'язаних з виробництвом десертів на основі дикорослої сировини. Так, науковою школою Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського запропоновано самбуки та мус на основі білково-рослинної сировини з терну та кизилу. Учені Полтавського університету споживчої кооперації запропонували спосіб виробництва мусу ягідного, до складу якого було введено пюреподібну масу з калини та обліпихи.

З вищенаведеної інформації можна зробити висновок, що в останні роки наукові розробки пінозбивних десертів набули значного поширення. Багато з них є результатами комбінування основної сировини з додатковими компонентами, як – пектинові та вітамінні, агаропатокові модулі, колагенумісна сировина та пробіотичні мікроорганізми. Але зі згаданого розмаїття продуктів жоден не здатен конкурувати з представленою харків'янами технологією збивної десертної продукції з капсульованими пробіотичними мікроорганізмами.

Проведені дослідження споживчого ринку довели крайню потребу населення у запропонованій розробці, чим підкреслили її актуальність і необхідність. Солодкі страви із капсульованими пробіотиками є дуже корисними і не мають вікових обмежень відколи дитина переходить від грудного вигодовування на загальне харчування. Серед дітей раннього віку солодкі страви користуються великим попитом, так як вони мають привабливий зовнішній вигляд та солодкий смак. Для людей похилого віку солодкі страви на плодово-ягідній та кисломолочній основі мають лікувально-профілактичний ефект, оскільки добре засвоюються та мають невелику енергетичну цінність.

У зв'язку з цим за предмет досліджень було обрано технологію солодких холодних десертів, зокрема крему ванільного, самбуку яблучного та мусу яблучного на крупі манній (технологічну схему крему ванільного із капсульованими пробіотичними культурами представлено на рис. 1). Досить цікавим стало визначення харчової цінності таких страв. Для цього в першу чергу необхідним стало визначення вмісту цукрів – глюкози, фруктози, мальтози, сахарози. Як відомо, фруктоза і мальтоза не підвищують рівень холестерину у крові та меншою мірою перетворюються в організмі на жири. Тому особливо корисними є солодкі страви, до складу яких входить молоко поєднане зі свіжими і консервованими фруктами і ягодами, а також виготовленими з них соками. Така гармонійна композиція є джерелом вітамінів, мінеральних солей, органічних кислот, рослинних волокон.

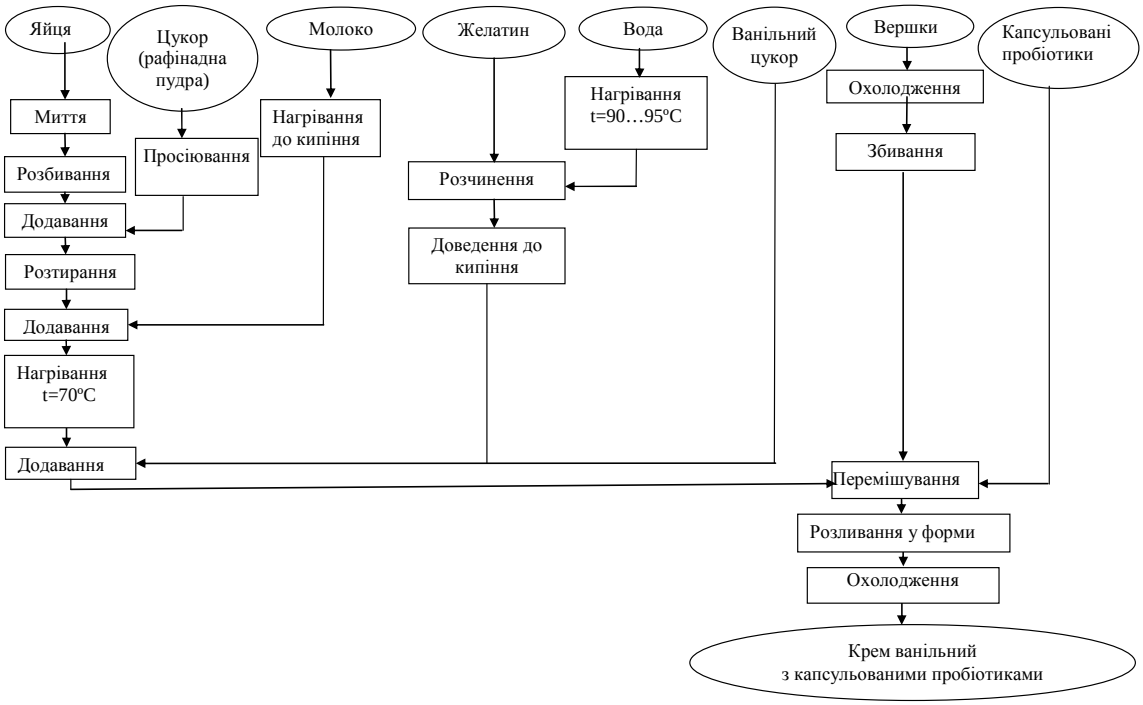


Рис. 1 – Технологічна схема приготування крему ванільного з капсульованими пробіотичними мікроорганізмами

Органічні кислоти, уміщені в плодах, стимулюють секрецію травних соків, покращуючи тим самим апетит і сприяючи перетравлюванню інших продуктів і страв (зокрема, м'ясних і рибних). Кислоти підсилюють рухову активність кишечника, пригнічують розвиток мікробів, не властивих травній системі людини.

Клітинні оболонки фруктів та плодів містять специфічну групу сполук – харчові волокна, до яких належать целюлоза (або клітковина), пектинові речовини, геміцелюлоза тощо. Їм відведена одна з найважливіших функцій в організмі людини: підвищення рухової активності кишечника і сприяння нормалізації відділення жовчі з жовчного міхура в просвіт кишечнику; адсорбування холестерину, недорозщеплених продуктів метаболізму, а також шкідливих і отруйних сполук, які можуть потрапити з їжею. Плоди у великій кількості містять калій, натрій, магній, залізо, цинк та інші солі, що беруть участь у багатьох ферментативних процесах і регуляції обміну речовин в організмі.

Отже, фрукти позитивно впливають на роботу травної системи, стимулюючи секрецію її соків, сприяють перетравлюванню білків і жирів, нормалізуючи рухову активність кишечнику і склад мікробів, що мешкають в ньому, врівноважують кислотно-лужний баланс.

Як желюючі речовини для виготовлення солодких десертів використовують продукти тваринного і рослинного походження – желатин, звичайний і модифікований крохмаль, агароїд, фурцелларан, а також альгінат натрію і пектинові речовини.

Аналіз ринку збивних десертів показав, що даний сегмент представлений досить вузьким асортиментом продукції, яка не задовольняє попит споживачів та диктує необхідність розширення стравами з пінною структурою. Таким чином, на підставі проведених комплексних теоретичних досліджень споживчого ринку України і Росії, визначено інноваційну стратегію нового продукту, змодельовано рецептурний склад та технологічний процес виробництва десертної збивної продукції з капсульованими пробіотичними мікроорганізмами (КПМ) на прикладі крему ванільного з КПМ, мусу яблучного на манній крупі з КПМ, самбуку яблучного з КПМ. У табл. 1 наведено енергетичну цінність розроблених зразків та їх аналогів.

Таблиця 1 – Уміст білків, жирів, вуглеводів (г) й енергетична цінність (ккал) розробок та їх аналогів

Страва	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Енергетична цінність, ккал
Крем ванільний	29,56	22,42	18,23	391,60
Крем ванільний з КПМ	23,20	17,42	10,83	295,41
Мус яблучний на крупі манній	8,36	0,92	74,39	340,35
Мус яблучний на крупі манній з КПМ	6,69	0,74	59,51	298,17
Самбук яблучний	6,92	0,29	26,83	139,33
Самбук яблучний з КПМ	5,56	0,25	22,20	118,36

Аналізуючи наведені дані, можна зробити висновок, що з додаванням капсульних продуктів з пробіотичними мікроорганізмами кількість білків, жирів, вуглеводів зменшується, у зв’язку з чим знижується енергетична цінність, мінеральний та вітамінний склад продукту, проте підвищується харчова та біологічна цінності за рахунок внесених до капсули мікроорганізмів, властивостями яких є синтез імуноглобуліну, вітамінів B_6, B_{12}, К, ферментів, які розщеплюють клітковину, жовчні кислоти, білки, крохмаль та інші речовини; стимуляція утворення і утримання постійної кількості у крові так званих нормальних антитіл; деструкція отрут (токсинів), які потрапляють до кишечнику; зв’язування радіонуклідів та виведення їх з організму.

За рахунок того, що муси, самбуки і деякі види кремів виготовляють на плодово-ягідній основі, вони містять високий рівень харчових кислот, у зв’язку з чим дана продукція принципово не може бути фортифікована пробіотичними культурами, зокрема біфідобактеріями. Проте уміщені у кислотостійку оболонку пробіотичні мікроорганізми, знаходячись в активній формі у стані репродуктивної функції, спроможні долати у функціональній кількості відділ шлунку та досягати відділу кишечнику, у якому, вивільняючись з оболонки, створювати біотопи.

На підставі результатів органолептичної оцінки та визначення економічної ефективності запропонованих технологій, можна зробити висновок, що розроблені продукти мають високі органолептичні показники та вирізняється при цьому середньою ціною. Крім того капсульні об'єкти зовсім не порушують структури пінно-збивних десертів. Додавання капсульованих пробіотичних культур не впливає ані на стійкість драглів, ані на піноутворюючу здатність досліджуваних видів кулінарної продукції. Нейтральний смак функціональних фортифікантів не порушує смако-ароматичної композиції десертів. Єдиним обмеженням для збагачення харчових систем пробіотичними мікроорганізмами, уміщеними в кислотостійку оболонку, досить залишається температурний фактор, оскільки під час теплової обробки масово гинуть живі мікрооб'єкти, а при заморожуванні – руйнуються альгінатні оболонки.

Отже, із врахуванням вище наведеного, збагаченню капсульованими пробіотиками підлягатимуть холодні закуски, страви, напої та десерти, пасти, соуси холодні класичні, а також соуси-діпи та дресінги.

Для забезпечення ефективної реалізації вироблених продуктів підприємство повинно проводити комплекс заходів, що забезпечують фізичний розподіл товарної маси в ринковому просторі. Під час організації каналів товароруху треба приділяти особливу увагу оптимізації процесу просування товарів до конкретного споживача. Оскільки більшість громадян віддають перевагу супермаркетам та продовольчим магазинам, то реалізація нової продукції високого ступеня готовності в супермаркетах та через мережу продовольчих магазинів забезпечить широку доступність розробленої продукції. Слід зазначити, що розроблена кулінарна продукція десертно-збивного типу з капсульованими біфідобактеріями, являє собою пінну систему, отриману з двох основних складників: молочної або плодово-ягідної основи та капсульованих бактерій, має нейтральні органолептичні показники, за рахунок цього можливе значне розширення асортименту засобами варіювання смаковими наповнювачами та їх композиціями.

Література

1. Пивоваров Є. П., Перспективи використання капсульних структурованих продуктів у харчуванні / Є. П. Пивоваров, Н. В. Кондратюк // Зб. наук. праць V Міжнар. наук.-практ. конф. – О.: ОНАХТ, 2009. – 139-145 с.
2. Пивоваров П. П., Дослідження впливу молекулярних розчинів та розчинів електролітів на фізико-технологічні характеристики альгінатних капсул / П. П. Пивоваров, Є. П. Пивоваров, Н. В. Кондратюк, К. І. Калашнікова, К. Є. Бабій // Зб. наук. праць. – Х.: ХДУХТ, 2011 р. (подана до друку).
3. Пат. 38974 А Україна, МКИ А 23 С 19/076. Спосіб виробництва кисломолочного сиркового десерту / Ромоданова В.О., Мінорова А.В., Ющенко Н.М., Кочубей О.В.; опубл. 15.05.01, Бюл. №4. – 4 с.
4. Пат. 2077223 Российская Федерация Способ получения взбитого пищевого продукта, / Вайнерман Е. С., Павлова Л. А., Дамшкалн Л. Г., Курская Е. А., Кулакова В. К.; опубл. 20.04.97. – 7 с.
5. Пат. 2145172 Российская Федерация Способ производства взбивных конфет / Ходак А.П.; Скокан Л.Е.; Сухих Т.Н.; опубл. 10.02.00.
6. Ермош Лариса Георгиевна. Технологические основы производства сливочных и белковых кремов с использованием растительных добавок : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.18.04 / Ермош Лариса Георгиевна. – Кемерово, 1996. – 217 с. – РГБОД, 61:97-5/369-0.
7. Пат. 2125379 Российская Федерация Белково-сбивной крем / Санина Т.В.; Зубченко А.В.; Магомедов Г.О.; Целковнев В.И.; Кузьмина С.И.; опубл. 27.01.99.
8. Пат. 35457 А Україна, МПК А 23С 9/13. Спосіб виробництва кисловершкового десерту / Пененко Н.О., Скорченко ТА., Поліщук Г.Є., Гадайчук А.О. № 99105643; заявл. 15.10.99; опубл. 15.03.01; Бюл. №2. – 5с.
9. Пат. 18030 Україна, МПК А23L 1/187. Крем молочний «Яблуневий сад» / Архіпов В. В., Архіпова А. В. – № 200605140. Бюл. №10. – 2006.
10. Пат. 81076 Україна, МПК А23L 1/06. Фруктово-овочевий десерт швидкого приготування / Снєжкін Ю. Ф., Михайлик Т. О., Михайлик В. А., Петрова Ж. О. – № а200607722.; опубл. 26.11.07.
11. Пат. 58977 Україна А, А23С 9/00. Спосіб виробництва вершкового десерту / Українець А. І., Поліщук Г. Є., Гайдамака О. А., Красінська О. В. – № а2002129604. опубл. 15.08. 2003.
12. Пат. 2125383 Российская Федерация Яблочный десерт / Касьянов Г.И.; Квасенков О.И.; Шапошников В.Г.; Николаев А.И.; Иванова Е.Е.; опубл. 27.01.99.
13. Пат. 2043729 Российская Федерация Смесь для желированного сладкого блюда типа крема и способ его получения / Красильников В.Н.; Киселева Ю.В.; Черезова М.Е.; Казимирчик С.В.; Кузьмина Н.В.; Маслова А.А.; Зайцева М.П.; опубл. 20.09.95.
14. Кондратюк Н. В., Наукові підходи створення капсульних продуктів із пробіотичними властивостями / Н. В. Кондратюк // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини. Матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. Т. 2 – Донецьк: ДонНУЕТ, 2011. – С. 69 – 76.

15. Пат. 2175192 Российская Федерация Способ получения симбиотического кисломолочного желированного продукта / Андреева М.А.; Молокеева Н.В.; Молокеев А.В.; Никулин Л.Г.; Бондаренко Е.П.; опубл. 27.10.01.
16. Пат. 2174320 Российская Федерация Композиция для получения молочного десерта / Анисимова Т.И.; Кустов А.А.; опубл. 10.10.01.

УДК 641.851.86:664.3

ВИВЧЕННЯ ЕМУЛЬГУВАЛЬНИХ І СТАБІЛІЗУЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРОХМАЛЬНИХ ДИСПЕРСІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ДЕСЕРТІВ ЕМУЛЬСІЙНОГО ТИПУ

Пивоваров П.П., д-р техн. наук, професор, Гринченко О.О., д-р техн. наук, професор
Харківський торговельно-економічний інститут КНТЕУ, м. Харків
Мостова Л.М., канд. техн. наук, доцент
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Наведені дослідження щодо емульгувальних та стабілізувальних властивостей крохмальних дисперсій, продуктів їх термокислотного гідролізу та систем «крохмальний клейстер-гідролізат». Показано можливість використання крохмалю й продуктів його модифікації у складі стабілізаційних систем для створення десертів емульсійного типу.

Emulsifying and stabilizing properties of starch dispersions, products of their thermal-acid hydrolysis and "starch flour paste hydrolyzate" systems have been researched. The use of starch and the products of its modification as ingredients of stabilizing systems for making emulsion desserts has been substantiated.

Ключові слова: крохмальні дисперсії, стабільність, емульгувальна здатність, системи «крохмальний клейстер-гідролізат».

Технологічні аспекти одержання десертної продукції з емульсійною структурою базуються на створенні високодисперсних стійких у часі емульсійних систем, які характеризуються підвищеною засвоюваністю в порівнянні з продуктами, в яких жир перебуває в неемульгованому стані.

Варіювання співвідношення водної й жирової фаз, регулювання консистенції шляхом використання різних емульгаторів і стабілізаторів, введення до складу дисперсної фази або дисперсійного середовища різних рецептурних інгредієнтів дозволяє створювати десертну продукцію емульсійного типу із заданими властивостями й складом.

Важливим аспектом у технології продукції емульсійного типу є стабілізація отриманих емульсій. Стабілізація (досягнення певних фізичних, фізико-хімічних та інших характеристик і підтримка їх протягом часу) здійснюється шляхом введення речовин, що підвищують структурну в'язкість адсорбційних міжфазних шарів, – желатину, агару, агароїду, пектинових речовин, або зміною технологічних параметрів обробки рецептурної суміші й/або готової продукції, наслідком чого є зміна структурно-механічних властивостей – в'язкості, міцності, пружності тощо.

Асортимент функціональних речовин, дію яких спрямовано на стабілізацію емульсій, досить різноманітний. Представниками є целюлоза і її похідні, пектини, альгінати, агар, агароїд, карагінан, камеді – ксантанова, трагакантова, аравійська тощо. Одним з найпоширеніших натуральних харчових стабілізаторів є крохмаль.

Природні крохмалі характеризуються широким спектром функціонально-технологічних властивостей і широко використовуються в технології харчових виробництв як загусники й регулятори консистенції, драглеутворювачі, вологозв'язувальні інгредієнти й ін. Однак крохмальні дисперсії, що утворюються в ході гідротермообробки, поряд із перерахованими вище позитивними властивостями мають такі недоліки, як термо- і кислотолабільність, схильність до ретроградації й синерезису, нестабільність технологічних властивостей під час зберігання.

Разом з тим різні способи обробки (фізичні, хімічні, термічні, біологічні й ін.) нативного крохмалю суттєво змінюють його будову та властивості й дозволяють формувати необхідні функціонально-технологічні властивості, до яких насамперед належать розчинність, висока вологозв'язувальна здатність, стійкість до драглеутворення й ретроградації, відсутність синерезису.

Використання крохмалю як функціонально-технологічного інгредієнта в технології десертної продукції з емульсійною структурою визначає необхідність вивчення його емульгувальних і стабілізувальних

властивостей. З урахуванням виявлених закономірностей зміни структурно-механічних властивостей крохмальних дисперсій, предметами дослідження були крохмальні клейстери (1…10) % концентрації, крохмальні гідролізати (концентрація крохмалю – 10 %, тривалість гідролізу – [(10…90)х60 с)], системи «крохмальний клейстер (3 і 10%) – гідролізат (1…5%)».

Вивчено емульгувальну здатність та стійкість емульсій на основі систем «крохмальний клейстер – гідролізат» (рис. 1). Встановлено, що емульгувальна здатність низькоконцентрованих крохмальних клейстерів (3 % концентрації (рис. 1, криві 1,3)) залежно від частки гідролізатованого крохмалю (1...5 %) збільшується в (1,4…1,7) рази для картопляного та в 1,5…2,1 рази для кукурудзяного крохмалів; максимальна емульгувальна здатність припадає на інтервал концентрації гідролізованого крохмалю (2...4) %, жироємність емульсії в цьому випадку становить (81±2) %…(83±2) %. Слід зазначити, що за інших рівних умов системи «крохмальний клейстер – гідролізат», отримані на основі кукурудзяного крохмалю, характеризуються більш високими показниками емульгувальної здатності.

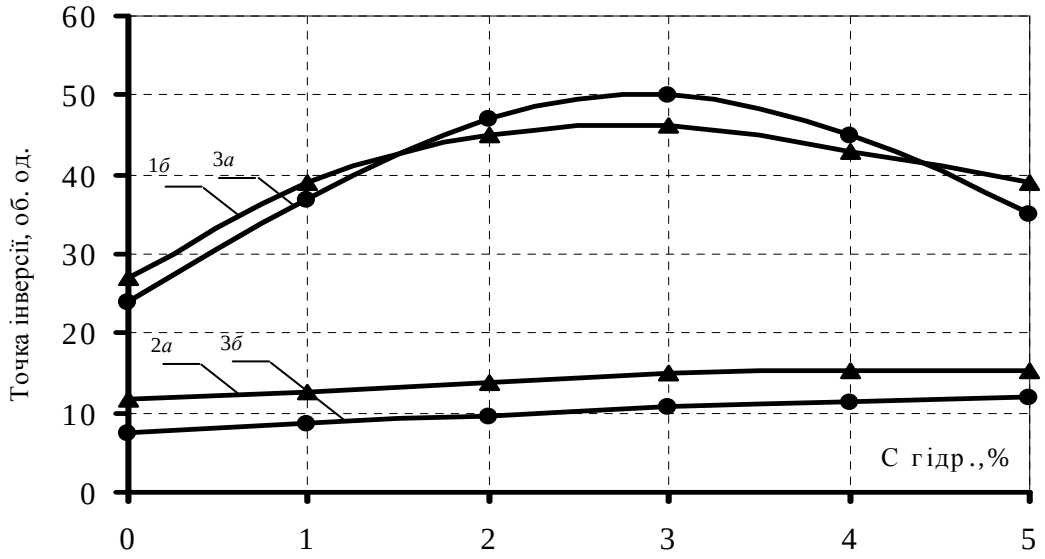


Рис. 1 – Залежність точки інверсії фаз (Т) систем «крохмальний клейстер – гідролізат» від концентрації (С) гідролізованого крохмалю: (1, 3-3) %; (2, 4-10) %. Тут індексом *а* та *б* відмічено картопляний та кукурудзяний крохмалі відповідно

Інша картина характерна для висококонцентрованих крохмальних клейстерів. У ході проведених досліджень встановлено, що емульгувальна здатність систем «крохмальний клейстер (10 %) – гідролізат» залежно від концентрації гідролізованого крохмалю збільшується в 1,3...1,4 рази, однак жироємність емульсій при цьому становить (40...60) %.

Вивчення стабільності емульсій на основі систем «крохмальний клейстер – гідролізат» (рис. 2) дозволило встановити наступні закономірності. Системи «крохмальний клейстер – гідролізат» незалежно від концентрації останнього характеризуються більш високими показниками стабільності. Незалежно від виду крохмалю і його концентрації збільшення концентрації гідролізованого крохмалю супроводжується підвищенням як агрегативної, так і кінетичної стійкості. Так, для систем «крохмальний клейстер (3 %) – гідролізат (5 %)» на основі картопляного крохмалю при жироємності 50 % частка жирової фази, що відшарувалася, становить (11,0±0,5) %, водної – (19±0,6) %, у той час як для крохмального клейстеру 3 % концентрації ці значення становлять (30±1) % і (32±1) % відповідно.

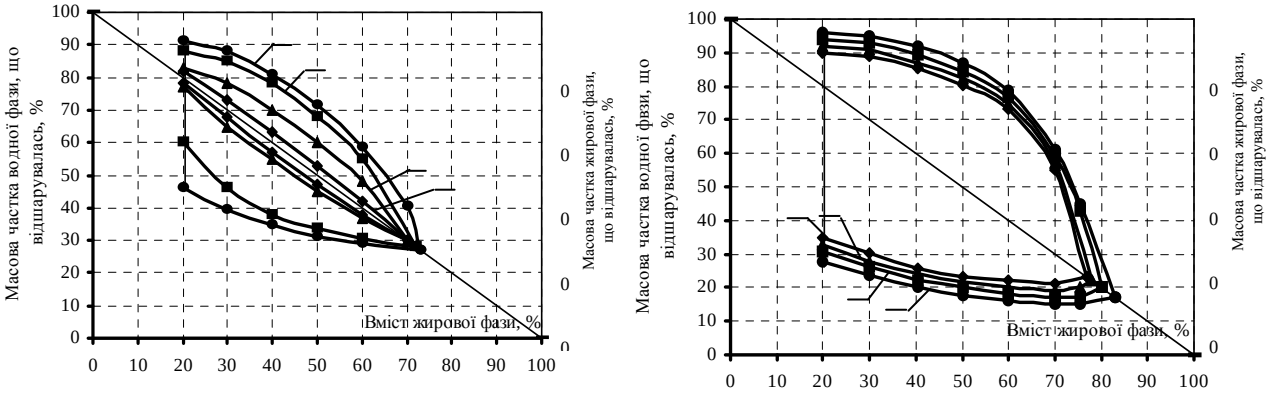
Емульсії, отримані за інших рівних умов (концентрація гідролізованого крохмалю, жироємність) на основі крохмальних клейстерів 10% концентрації, характеризуються більш високою стабільністю. Порівняльний аналіз результатів досліджень показує, що максимальною стабільністю характеризуються емульсії на основі систем «крохмальний клейстер (10 %) – гідролізат (5 %)». При цьому за жироємності (20…30) % частка незруйнованої емульсії для систем на основі картопляного крохмалю становить (75±1) %, кукурудзяного – (92±1) %.

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що системи «крохмальний клейстер – гідролізат» у порівнянні із крохмальним клейстером і гідролізатом характеризуються новими властивостями, а

саме: високим показником емульгувальної здатності, що дозволяє одержувати емульсії зі вмістом жиру від 20 % до 83 %; високими показниками стабільності, за яких частка незруйнованої емульсії становить (75…92) % [205, 206].

Вивчено стабільність емульсій на основі систем «крохмальний клейстер – гідролізат» у процесі зберігання (рис. 2 б). Встановлено, що в процесі зберігання спостерігається дестабілізація емульсій, що супроводжується зменшенням агрегативної та кінетичної стійкості. Зменшення стабільності емульсій у процесі зберігання, імовірно, визначаються двома фізико-хімічним процесами, що паралельно протікають: зменшенням кінетичної й агрегативної стійкості емульсій за рахунок мимовільного укрупнення краплі масла в обсязі дисперсійного середовища, яке в цьому випадку представлено системою «крохмальний клейстер – гідролізат», а також ретроградацією крохмальних полісахаридів.

Звертає на себе увагу той факт, що темпи зменшення стабільності емульсій, отриманих на основі крохмального клейстеру й систем «крохмальний клейстер – гідролізат», різні; у всіх досліджуваних зразках частка незруйнованої емульсії за умов використання гідролізату вища. Так, для емульсій, отриманих на основі 3 % картопляного крохмалю за жироємності 50 % частка незруйнованої емульсії у свіжоприготовлених зразках склала (38,0±1) %, через 10, 20 і 30 діб зберігання – (34,0±1) %, (15,0±1) % і (6,0±1) % відповідно, тобто відзначається зменшення стабільності в 1,1, 2,5, 6,3 рази відповідно. Трохи інша карти-



а) крохмальний клейстер 3 % концентрації

б) система «крохмальний клейстер (3 %) – гідролізат (5 %)»

1 – 0 діб, 2 – 10 діб, 3 – 20 діб, 4 – 30 діб

Рис. 2 – Діаграми стабільності емульсій на основі клейстерів картопляного крохмалю (3%) й систем «крохмальний клейстер (3 %) – гідролізат (5 %) під час зберігання

на характерна для емульсій на основі системи «крохмальний клейстер – гідролізат». Стабільність емульсій у процесі зберігання змінюється незначно. Зменшення склало залежно від тривалості зберігання в 1,03 рази через 10 діб, в 1,1 рази через 20 діб, в 1,2 рази через 30 діб зберігання.

Порівняльний аналіз отриманих результатів дозволяє констатувати, що зміна стабільності емульсій у часі залежить від виду використаного крохмалю і його концентрації. Так, емульсії на основі еквіконцентрованих клейстерів картопляного й кукурудзяного крохмалів і систем «крохмальний клейстер – гідролізат» характеризуються різною стабільністю в процесі зберігання.

Згідно з отриманими експериментальними даними доцільним є використання стабілізаційних систем на основі кукурудзяного крохмалю, у присутності якого дестабілізація емульсій у процесі зберігання менш виражена. Встановлено, що емульсії, стабілізовані низькоконцентрованими крохмальними клейстерами (3 %) і системою «крохмальний клейстер (3 %) – гідролізат (5%)», за інших рівних умов менш стабільні в процесі зберігання в порівнянні із системами, що містять крохмаль у кількості 10 %.

Проведені дослідження показують, що незалежно від виду крохмалю і його концентрації, жироємності емульсії на основі систем «крохмальний клейстер – гідролізат» більш стабільні в процесі зберігання. Отримані результати експерименту дозволяють зробити висновок, що системи на основі крохмалю й продуктів його модифікації можуть бути використані для стабілізації емульсій. Стабільність емульсій зі вмістом жиру (10...30) % досить висока і становить (92±2) %.

Комплекс проведених досліджень дозволив обґрунтувати рецептурний склад і принципово-технологічну схему виробництва стабілізаційних систем на основі крохмалю й продуктів модифікації, з метою подальшого використання у технології десертної продукції емульсійного типу.

Література

1. Старичков, А.И. Структурообразование дисперсных систем [Текст] / А.И. Старичков // Пищевая промышленность. – 2000. – № 11. – С. 38–39.
2. Голубев, В.Н. Функциональные свойства пектинов и крахмала [Текст] / В.Н. Голубев, С.Ю. Беглов,А.В. Поджуев // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки, 2000. – № 1. – С. 14–18.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТА ОСВОЄННЯ М'ЯСНИХ І МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ НОВИХ ВИДІВ

УДК 637.523−021.4:637.523

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМПЛЕКСНОЇ ДОБАВКИ «ПОЛІМІКС» НА СИРОВИНУ З ВАДАМИ PSE ТА DFD

Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, професор, Асауляк А.В., канд. техн. наук, асистент,
Стинга Л.М., аспірант, Зюзько А.В., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Стаття присвячена дослідженню впливу комплексної багатофункціональної добавки «Полімікс» на властивості м'ясної сировини PSE і DFD. Представлено результати дослідження основних показників варених ковбас із добавкою.

The article is devoted to research of influence of the complex multifunctional additive «Polimix» on properties of PSE and DFD meat raw materials. The results of research of the basic parameters of boiled sausages with additive are submitted.

Ключові слова: м'ясна сировина, PSE, DFD, комплексна добавка «Полімікс», варені ковбаси.

Українські м'ясопереробні підприємства здебільшого працюють на імпортній сировині, яка поставляється в замороженому вигляді, з великою кількістю жирової та сполучної тканини та часто з ознаками PSE і DFD [1, 2].

Слід зазначити, що виробництво м'ясних продуктів із сировини з PSE або з DFD властивостями, без урахування її якісних особливостей, призводить до збільшення виробничого браку, в тому числі і при виробленні ковбас, що на даний час складають основну частину асортименту м'ясної продукції на ринку України. Очевидно, що вдосконалення технології ковбасних виробів із урахуванням характеру автолізу м'ясної сировини дозволить більш раціонально використовувати сировинні ресурси [3, 4].

У зв'язку з цим, науковий і практичний інтерес представляють дослідження динаміки змін сировини з нетрадиційним характером автолізу та основних технологічних характеристик м'язової тканини, таких як активна кислотність, вологозв'язуюча здатність, втрати маси при тепловій обробці.

Мета даної роботи – дослідження можливості регулювання властивостей м'ясної сировини з вадами PSE та DFD, яку використовували при виробництві варених ковбас, за допомогою впливу комплексної багатофункціональної добавки «Полімікс».

Раніше на кафедрі технології м'яса та м'ясних продуктів ОНАХТ було науково обґрунтовано та розроблено дану багатофункціональну добавку [5]. Комплексна харчова добавка «Полімікс» — це комбінований продукт, основним компонентом якого є тваринний білок на основі свинячої шкури, а для підвищення функціональних властивостей до складу добавки включені гідроколоїди: каррагенан, альгінат натрію, гуарова камедь та ксантанова камедь.

Для проведення досліджень використовували сировину NOR, PSE, DFD, характеристики за органолептичними показниками наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристика м'ясної сировини

Вид сировини	Характеристика
NOR	За органолептичними показниками поверхня м'яса була однорідна, суха, вкрита кірочкою підсихання; консистенція м'яса пружна, на розрізі м'язи помірно зволожені, колір м'яса рожево-червоний, бульйон ароматний, прозорий.
PSE	За органолептичними показниками поверхня м'яса була більш зволоженою, водянистою та м'якою; кірочка підсихання відсутня; на розрізі м'язи значно зволожені; колір м'яса блідо-рожевий; консистенція менш пружна та менш еластична, бульйон м'яса менш ароматний, але прозорий. Ексудативне м'ясо PSE характеризується виділенням м'ясного соку внаслідок зниженої вологозв'язуючої здатності, кислим присмаком.
DFD	Має темне забарвлення, грубу структуру волокон, має високу вологозв'язуючу здатність, підвищену липкість, володіє менш вираженим ароматом. Внаслідок прижиттєвого розпаду глікогену, кількість утвореної після забою молочної кислоти в м'ясі таких тварин невелике і міофібрилярні білки в м'ясі мають хорошу розчинність.

Були виготовлені модельні зразки вареної ковбаси з свинини NOR і з вадами PSE і DFD, до фаршу яких додатково вносили комплексну багатофункціональну добавку «Полімікс» у кількості 1 % до маси несоленої сировини. Зразки порівнювали з контрольними зразками вареної ковбаси «Столова 1 сорту».

Спочатку були досліджені функціонально-технологічні властивості модельних фаршевих систем з PSE і DFD свинини в залежності від введення комплексної добавки «Полімікс». Як показали попередні дослідження, добавка має високий показник активної кислотності (pH = 7,05) та високу буферну ємність, що дозволяє стабілізувати рівень pH в необхідному діапазоні.

Експериментальні дослідження технологічних і фізико-хімічних властивостей свинини з вадами PSE і DFD показали, що ці види сировини мають суттєві відмінності від NOR-свинини за низкою показників (рис. 1, 2, 3).

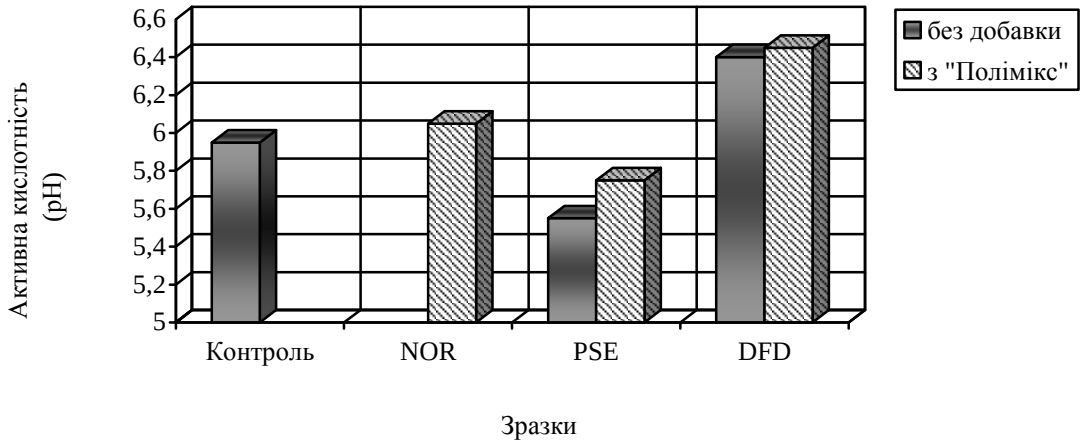


Рис. 1 – Значення активної кислотності в зразках фаршевих систем зі свинини NOR, PSE, DFD

Згідно з отриманими даними (рис. 1), для зразків із свинини з ознаками PSE характерні більш низькі значення рівня pH, порівняно зі зразками NOR і DFD.

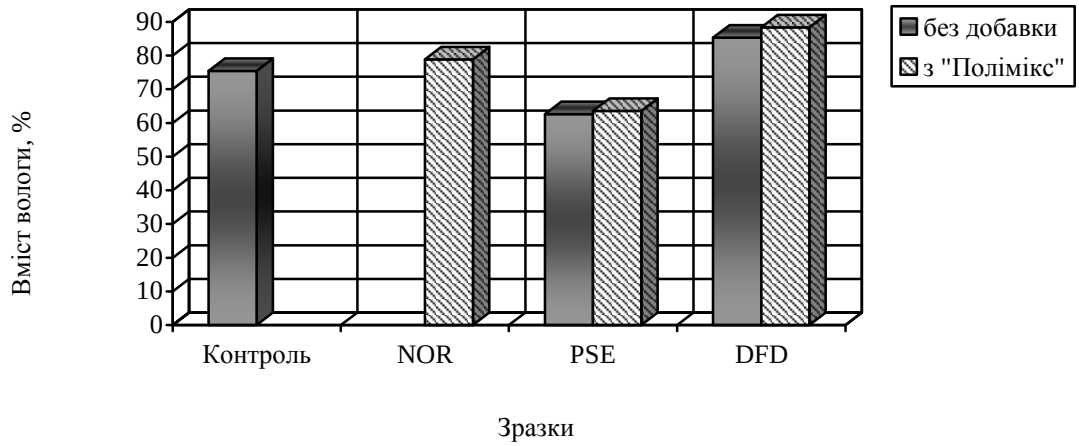


Рис. 2 – Значення вмісту вологи в зразках фаршевих систем зі свинини NOR, PSE, DFD

З аналізу даних рисунка 2 встановили, що найвищі значення вмісту вологи спостерігалися в фарші з DFD-свинини. Слід також зазначити, що найкращі значення за даними показниками мали зразки, до фаршу яких вносили багатофункціональну добавку.

На наступному етапі роботи були проведені експериментальні дослідження готових ковбасних виробів, вироблених з фаршів, що містили свинину NOR, PSE і DFD без добавки та аналогічні зразки з добавкою «Полімікс». У зразках варених ковбас визначали такі показники:

— органолептична оцінка;

— водоутримуюча здатність (ВУЗ);
— втрати маси при тепловій обробці (ВТО).

Органолептичну оцінку варених ковбас проводили за 9-бальною шкалою. Отримані результати наведено на рисунку 3.

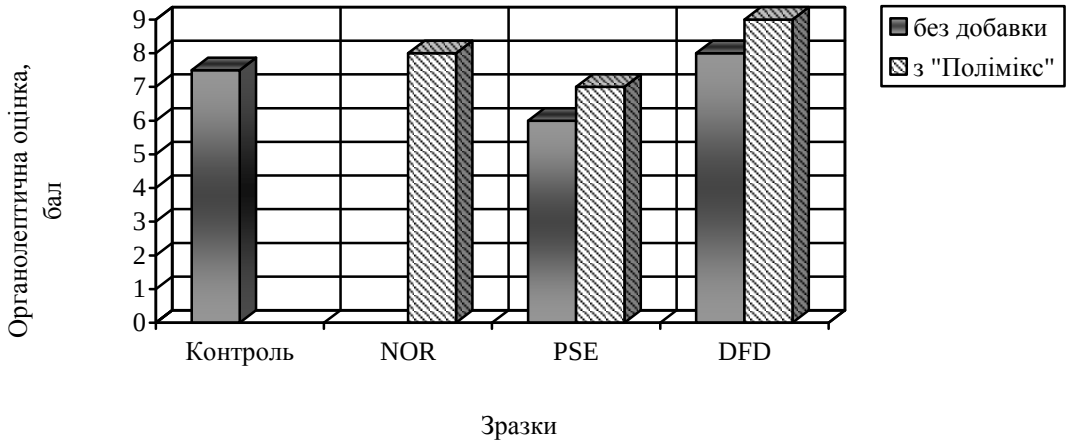


Рис. 3 – Вплив добавки на органолептичну оцінку варених ковбас залежно від автолітичного стану сировини

На основі отриманих результатів можна стверджувати, що введення комплексної добавки «Полімікс» до фаршу варених ковбас значно покращує органолептичні характеристики, зокрема готові вироби відзначалися:

— високою соковитістю та ніжністю як до, так і після термообробки;
— мали малий ступінь вжарювання;
— покращеною текстурою і консистенцією;
— високою однорідністю структури продукту на розрізі і при розжовуванні;
— мали ідентичність за запахом і смаком у порівнянні з традиційною продукцією.

На діаграмі (рис. 4) представлено експериментальні дані щодо значення водоутримуючої здатності в дослідних варених ковбасах після термообробки.

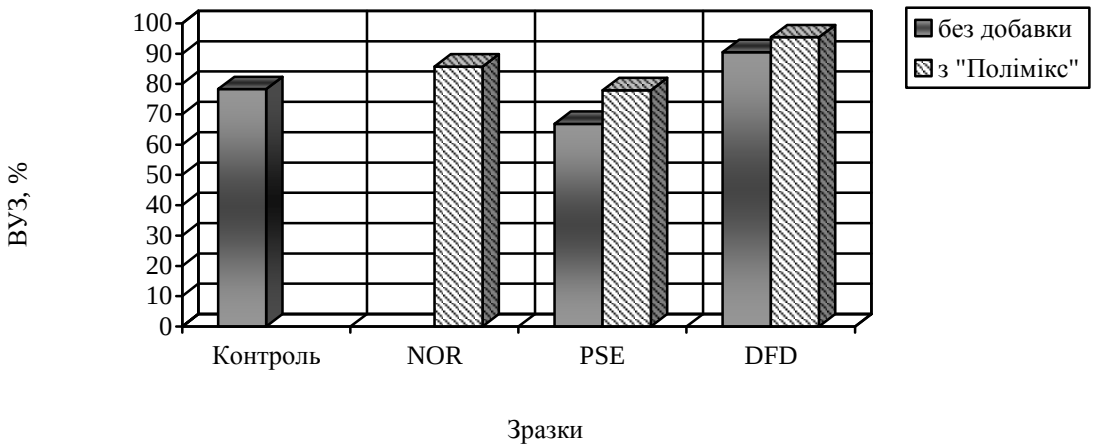


Рис. 4 – Вплив добавки на водоутримуючу здатність варених ковбас залежно від автолітичного стану сировини

Як видно з діаграми, показник ВУЗ у зразках з добавкою вищий за значення в контролі та в зразках без добавки. Найвищі значення показника ВУЗ відмічено для зразків вироблених із м'ясної сировини з ознаками DFD. Показник ВУЗ для зразків з сировини DFD і з добавкою на 5 % вище за аналогічний зразок без добавки, тоді як в зразках з сировини PSE і з добавкою цей показник майже на 10 % збільшився у

порівняні з зразками з PSE, до фаршу яких не вносили добавка. Таким чином, використання комплексної добавки «Полімікс» позитивно впливає на показник ВУЗ варених ковбас, вироблених із сировини, що має відхилення автолізу, а особливо – зі свинини з вадами PSE.

Враховуючи активний вплив добавки на водоутримуючу здатність варених ковбас, було доцільно дослідити її вплив на втрати маси при тепловій обробці зразків (рис. 5). Проаналізувавши отримані дані, визначили, що внесення комплексної багатофункціональної добавки «Полімікс» значно знижує втрати при термічній обробці:

— для зразків зі свинини NOR на 11 %;
— для зразків зі свинини PSE на 12,6 %;
— для зразків зі свинини DFD на 9,9 %.

Отже, за отриманими даними видно, що найкращий вплив за показником ВТО добавка проявляє в зразках, вироблених зі свинини PSE.

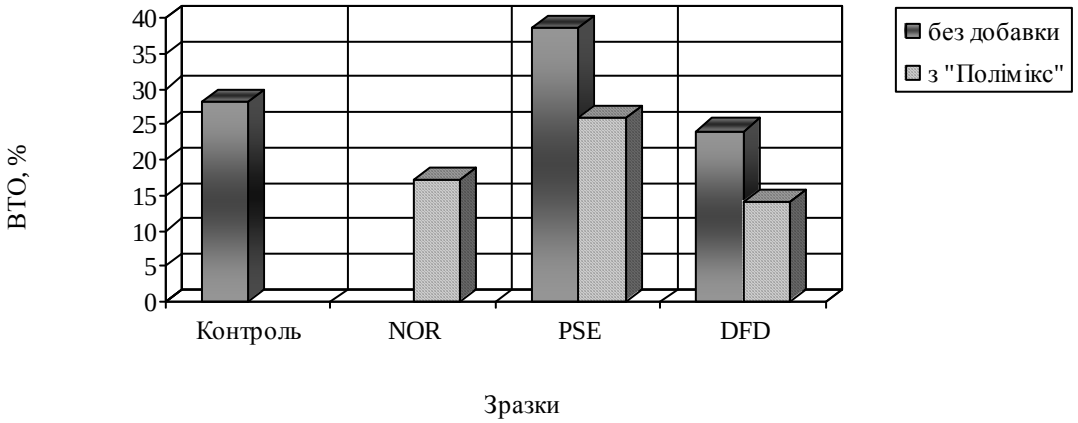


Рис. 5 – Вплив добавки на втрати маси варених ковбас залежно від автолітичного стану сировини

Таким чином, можна стверджувати, що, завдяки вірно підібраному складу та цілеспрямованому використанню комплексної добавки «Полімікс», доцільно вносити її в кількості 1% до фаршу варених ковбас, який виготовлено з свинини PSE та DFD.

Висновок. Експериментально встановлено, що використання комплексної багатофункціональної добавки «Полімікс» значно покращує органолептичні показники, підвищує водоутримуючу здатність та зменшує втрати маси під час термообробки для варених ковбас, які виготовлені з м'ясної сировини з ознаками PSE і DFD.

Література

1. Радионов, О.Л. Автолитические изменения мяса. Созревания мяса [Текст] / О.Л. Радионов // Мясное дело. – 2009. – № 10. – С. 16–19.
2. Рыбалко, В.П. Управление качеством мяса в условиях интенсивного выращивания свиней [Текст] / В.П. Рыбалко, И.Б. Баньковская, А.А. Гетя // Промышленное и племенное свиноводство. – 2005. – № 4. – С. 26–28.
3. Заяс, Ю.Ф. Качество мяса и мясопродуктов [Текст] / Ю.Ф. Заяс. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 480 с.
4. Якубчак, О.М. Функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини [Текст] / О.М. Якубчак // Мясной бизнес. – 2006. – № 6. – С. 100–102.
5. Пат. 54353 Україна, МПК A 22 C 11/00. Спосіб виробництва варених ковбас [Текст] / Віннікова Л.Г., Стинга Л.М., Асауляк А.В.; заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій. – № u 2010 04205; заявл. 12.04.2010; опубл. 10.11.2010, Бюл. № 21.

УДК 664:934.004.12

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ М'ЯСНИХ ПАШТЕТІВ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Солецька А.Д., канд. техн. наук, доцент, Асауляк А.В., канд. техн. наук, асистент,
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті розглянуто питання розробки нових рецептур м'ясних паштетів функціонального призначення для людей, які страждають на анемію та ожиріння. Досліджено функціонально-технологічні властивості отриманих нових продуктів з метою вибору оптимальних варіантів.

The question of development of the new compounding of meat pates of the functional setting for people which suffer on by anemia and obesity is considered in the article. The functionally technological properties of the got new products with the purpose of choice of optimum variants were analyzed.

Ключові слова: м'ясні паштети, функціональні добавки, анемія, ожиріння.

Роль функціональних продуктів росте у цілому світі. Харчова промисловість України також повинна запропонувати нові продукти, які більш корисні для людини. Споживачі вже морально готові купувати подібні продукти і за більш високою ціною (особливо в великих містах і зонах техногенного лиха) [1].

Метою роботи є розробка рецептури м'ясних паштетів лікувально-профілактичного призначення для людей, які страждають на анемію та ожиріння, і дослідження їхніх функціонально-технологічних властивостей.

За основу вибрано рецептуру паштету „Дитячий", в якому яловичину жиловану 1 сорту та свинину жиловану напівжирну замінили курячим м'ясом, яке наділене відомими дієтичними властивостями. Практично в 1,5 рази було збільшено кількість яловичої печінки – джерела залізовмісних білків, вітаміну А та білків з повним набором незамінних амінокислот. Для зниження калорійності з рецептури виключили масло коров'яче несолене вищого ґатунку. Для підвищення гомогенності та стабільності структури м'ясного паштету додали низькоетерифікований цитрусовий пектин у кількості 3 % до маси продукту (кількість обґрунтовано результатами аналогічних досліджень за літературними даними [2]). Окрім того, цитрусовий пектин наділений властивостями харчових волокон, що відомі як речовини, які покращують роботу шлунково-кишкового тракту та мають радіопротекторні властивості.

Для посилення лікувально-профілактичного ефекту та збільшення терміну зберігання готового продукту в рецептуру розроблюваних паштетів додали такі рослинні добавки:

— Селеру як джерело магнію та заліза, які вкрай необхідні для живлення кліток крові. Відомо, що речовини, які містяться в селері зменшують відкладення солей та сприяють очищенню організму від шлаків. Ця рослина нормалізує обмін речовин при ожирінні та цукровому діабеті. В дослідні зразки селеру вводили у вигляді подрібненої кореневої частини у кількості 10 % до маси фаршу.

— Імбир як сильний природний антиоксидант [3]. Він надає тонкий присмак виробам із м'яса птиці, допомагає стимулювати утворення шлункового соку та покращує апетит. У рецептуру паштетів додавали імбир у вигляді порошку в кількості 1 % до маси фаршу з метою збільшення терміну зберігання готового продукту.

— Гірчичний порошок, який давно використовують при різних захворюваннях: гіпертонії, розладах печінки, жовчного міхура, шлунково-кишкового тракту. Він також відомий як сильний антиоксидант [3]. У рецептуру паштетів вносили гірчичний порошок у кількості 1 % до маси фаршу з метою збільшення терміну зберігання готового продукту.

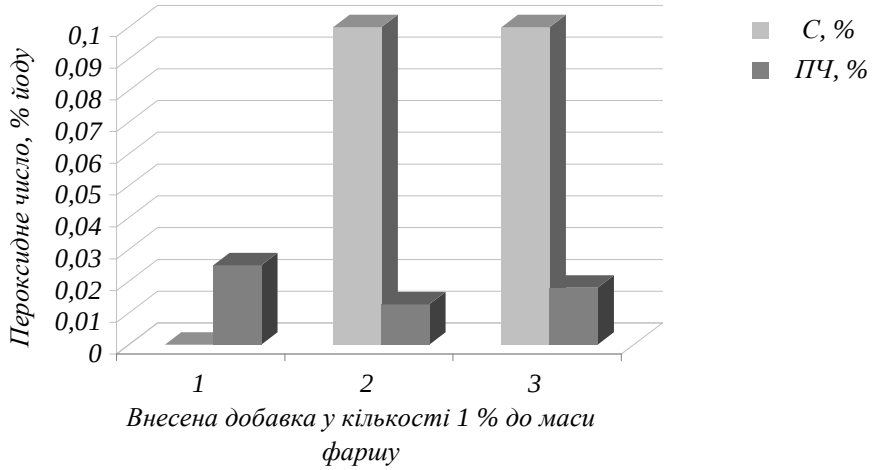
Виготовлені зразки паштетів були досліджені за органолептичними показниками та за виходом готового продукту. Зразки, які містили цитрусовий пектин, відрізнялись більш монолітною та гомогенною структурою та ніжним смаком у порівнянні з контрольним зразком. Селера, яка має відносно нейтральний смак, у кількості 10 % до маси фаршу практично не вплинула на зміну смаку дослідних зразків. Найкращу оцінку отримав дослідний зразок з гірчичним порошком, який надав паштетові новий приємний та привабливий смак. Введення гірчичного порошку підвищило вихід готового продукту в порівнянні з контрольним зразком на 5 %, що може бути пояснено структурними властивостями цитрусового пектину та стабілізуючими властивостями гірчичного порошку. Якщо порівняти стабілізуючі властивості імбирного та гірчичного порошків, то перевагу отримав гірчичний порошок, так як вихід готового продукту з імбирним порошком збільшився у порівнянні до контрольного зразка всього на 1 %.

М'ясні вироби на основі субпродуктів, зокрема паштети, легко піддаються мікробному псуванню, є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, тому що не обробляються коптильним димом, мають більш пухку консистенцію і більш високе значення pH. Крім того, технологія не передбачає введення в фарш нітриту натрію, тому паштети піддаються псуванню також внаслідок інтенсивного автоокислення ліпідів.

Автоокислення ліпідів відбувається в результаті їхньої взаємодії з киснем, який міститься в повітрі і продукті. Розвиток окислювальних процесів призводить до появи в жировмістких продуктах сполук: альдегідів, кетонів, низькомолекулярних кислот, оксикислот і т.д. Для різкого погіршення органолептичних властивостей м`ясних продуктів достатньо утворення і накопичення в них незначної кількості карбонільних сполук.

Одним із найбільш розповсюджених наслідків окислення ліпідів є зниження харчової цінності продукту внаслідок деструкції високо ненасичених жирних кислот і жиророзчинних вітамінів. Таким чином, виникає зміна зовнішнього виду, запаху, смаку продукту, знижується його харчова цінність. Щоб досягнути вповільнення процесів окислення, необхідно ввести в систему антиоксиданти. У наш час актуальними є розробки із впровадження в виробництво жировмістких продуктів антиоксидантів природного походження. Такі добавки діють на організм більш м'яко, аніж антиоксиданти синтетичного походження [4]. Дослідним шляхом встановлено, що найбільш сильними антиокислювальними властивостями наділені гірчичний порошок, імбир, курага, перець червоний, перець духм'яний, хрін, соєва мука, меланоїдини. Вказана дія цих добавок обумовлена наявністю цілого комплексу антиоксидантів, таких як фенольних та сірковмістких сполук, каротиноїдів, ферментів [3].

З огляду на вищесказане, в дослідних зразках м'ясних паштетів було досліджено характер зміни пероксидного числа ліпідів у процесі зберігання. Дослідні зразки (контрольний; з гірчичним порошком у кількості 1 %; з імбирним порошком у кількості 1 %) були закладені на зберігання при температурі 5 ^{o}C і відносній вологості 80 % протягом 7 діб. Результати дослідження впливу добавок під час зберігання на пероксидне число (ПЧ, %) жирів, що виділено з паштетів показано на рисунку 1.

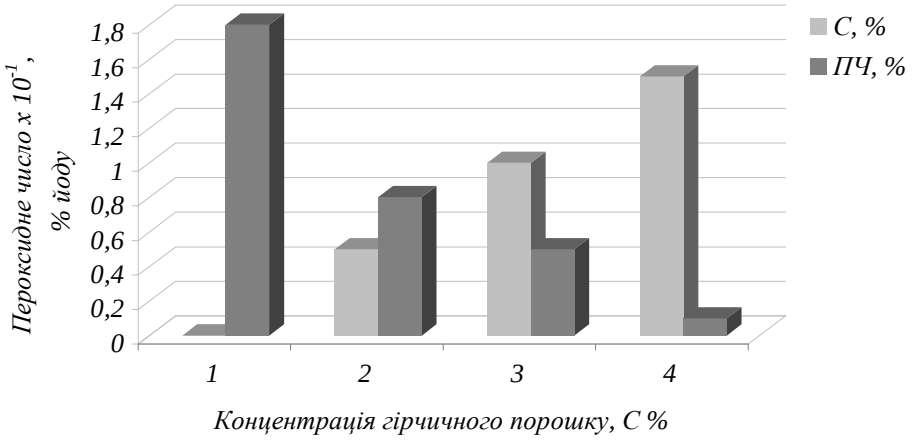


1 – контрольні зразки; 2 – з гірчичним порошком у кількості 1% ;
3 – з імбирним порошком у кількості 1%

Рис. 1 – Діаграма залежності пероксидного числа отриманих з паштету жирів від кількості внесеної добавки

Як видно з діаграми, пероксидне число жирів у зразку з гірчичним порошком практично вдвічі менше в порівнянні з контрольним, та майже в півтора рази менше в порівнянні зі зразком, який містить імбир. Отже, гірчичний порошок у кількості 1 % до маси фаршу збільшує термін зберігання паштету, виготовленого за новою рецептурою вдвічі.

Була також досліджена динаміка впливу зміни концентрації гірчичного порошку (0 %; 0,5 %; 1 %; 1,5 %) на пероксидне число ліпідів паштету, виготовленого за новою рецептурою. Експериментальні зразки було закладено на зберігання упродовж 14 діб при температурі 5 ^{o}C і відносній вологості 80 %. Після зберігання зі зразків добули жир та визначили пероксидне число. Результати досліджень зображено на рисунку 2.



1 – концентрація гірчичного порошку 0%, відповідно: 2 – 0,5%, 3 - 1 %, 4 – 1,5%

Рис. 2 – Діаграма залежності пероксидного числа отриманих з паштету жирів від концентрації гірчичного порошку

Як бачимо з діаграми, маємо зворотньо-пропорційну залежність зміни пероксидного числа ліпідів паштету від концентрації гірчичного порошку у ньому. Тобто, чим більша кількість гірчичного порошку, тим менше пероксидне число. Так збільшення його концентрації на 0,5 % практично в 5 раз зменшує пероксидне число жирів паштету та відповідно збільшує термін зберігання готового продукту.

Збільшення концентрації гірчичного порошку в паштеті вплинуло на підвищення виходу готового продукту. Так, вихід готового продукту з концентрацією гірчичного порошку 1,5 % на 7 % збільшився в порівнянні з контрольним зразком.

Цікавість також викликав вплив збільшення концентрації гірчичного порошку на органолептичні показники готового продукту. Дегустація зразків паштету, виготовлених за розробленою рецептурою з різною концентрацією гірчичного порошку показала, що найкращу оцінку отримав зразок паштету з концентрацією 1 %. Збільшення концентрації до 1,5 % несуттєво впливає на смак готового продукту, що проявляється в післясмаковій гіркоті.

Висновок. Раціональною можна вважати рецептуру паштету з гірчичним порошком в кількості 1 % до маси фаршу, оскільки наглядно видно збільшення виходу продукту на 5 % та збільшення терміну зберігання вдвічі в порівнянні з контрольним зразком.

Проведені дослідження дають підстави говорити про перспективність даного напрямку в розробці нових продуктів функціонального призначення та доцільність промислового впровадження.

Література

1. Дьяченко, Д.В. Функциональные пищевые продукты [Текст] / Д.В. Дьяченко // Мясное дело. – 2003. − № 1. − С. 13-15.
2. Хвыля, С.И. Использование полисахаридов в мясных изделиях для детского и лечебно-профилактического питания [Текст] / С.И. Хвыля, Т.М. Гиро, Н.М. Птичкина // Мясная индустрия. − 2002. - № 7. – С. 9-12.
3. Исследование природных антиоксидантов – стабилизаторов жира пищевых концентратов [Текст] / Т.С. Захаренко, Д.И. Кузнецов, С.Я. Лазарева, Т.Ф. Роенко, М.Е. Кончаловская, Л.М. Радченко // Синтез и применение пищевых добавок. Тезисы докладов Всесоюзного совещания, Могилев, 30-31 мая 1985 г. − Могилев, 1985. – С. 53-54.
4. Толкунова, Н.Н. Влияние растительных экстрактов на окислительные процессы в паштете [Текст] / Н.Н. Толкунова, А.Я. Бидюк // Мясная индустрия. − 2002. − № 7. − С. 7-9.

УДК 577.112 : 637,5.037-021.4

ЗМІНИ БІЛКІВ М'ЯСА ПРИ ЗАМОРОЖУВАННІ

Віннікова Л.Г., д-р техн. наук професор, Шарпе Г.О., аспірант,
Янкова К.Д. науковий співробітник ПНДЛ
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Для обґрунтування можливості використання замороженого блочного м'яса при виробництві заморожених напівфабрикатів, досліджено стан білків м'яса, яке піддавали різним видам термічної обробки. Встановлена найменша пошкоджувальна дія заморожування на білки замороженого блочного м'яса, яке переробляли без розморожування.

State of meat proteins in semiprepared meat products after different kinds of thermal treatment was investigated for determining the possibility to use the frozen meat. It was shown that the damage caused by freezing is minimal in the case of use of frozen meat used for production without thawing.

Ключові слова: заморожування, м'ясо, білки м'яса, розчинність білків, напівфабрикати.

Постановка проблеми. За оцінкою можливостей використання замороженого м'яса без розморожування в технології рубаних напівфабрикатів тривалого зберігання особлива увага приділяється стану білків м'яса. При заморожуванні відбувається процес агрегатування білків у складні комплекси зі зниженням їхньої розчинності, випаданням в осад і вивільненням молекул води, з якими до цього утворювали гідрофільні зв'язки. Внутрішньоклітинна вода переміщається в міжклітинний простір, збільшуючи розміри кристалів. Великі кристали розширюють міжклітинний простір і викликають деформацію або руйнування м'язових волокон.

Аналіз досліджень. У технології швидкозаморожених напівфабрикатів не використовується заморожена м'ясна сировина, тому що передбачається її розморожування й повторне заморожування готових виробів. Однак, з появою обладнання, що дозволяє подрібнювати блоки обваленого м'яса без розморожування, стало можливим використання даної сировини. Разом з тим, ніяких досліджень змін основних компонентів м'яса в цьому напрямку не проводилося.

Мета роботи – дослідження стану білків м'яса в зразках, що відповідають можливому в технологічному плані термічному впливу й порівняти із традиційним охолодженим м'ясом.

Результати. Досліджували такі м'ясні системи:

1 — охолоджені до t = + 2 °С і заморожені до t = – 18 °С (контроль);

2 — заморожені до t = – 18 °С – отеплені до t = – 5 °С та доморожені до t = – 18 °С.

Даний варіант відповідає змінам температури при переробці замороженого м'яса без розморожування.

3 — заморожені до t = – 18 °С та розморожені до t = + 2 °С, повторно заморожені до t = – 18 °С.

Цей варіант відповідає змінам температури при переробці блочного м'яса з його розморожуванням.

Про стан білків м'яса при різних температурних впливах судили за фракційним складом білків (за Осборном), конформаційним станом білків (метод диференціальної скануючої калориметрії) і розчинності білків [1].

Дані про зміст білка і фракційний склад білків представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Фракційний склад білків модельних зразків м'яса

Зразки № п/п	Водно-сольова фракція		Спиртова фракція		Лужна фракція		Нерозчинний осад		Протеїн
	%	% от протеїна	%	% от протеїна	%	% от протеїна	%	% от протеїна	%
1	32,49	39,20	0,305	0,379	16,01	19,33	31,77	39,55	80,32
2	32,54	40,37	0,316	0,392	16,5	20,04	31,58	39,19	80,59
3	30,62	38,93	0,219	0,278	18,59	23,63	29,23	37,15	78,66

Отримані результати свідчать про те, що масова частка білка і фракційний склад білків у зразках № 1 і № 2 практично однакові. Зразок № 3 відрізняється більш низьким вмістом білка й зменшенням частки водо-сольової фракції.

Оскільки саркоплазматичні білки при заморожуванні практично не змінюються, зазначені зміни стосуються міофібрилярних білків, що мають найбільше технологічне значення.

Електрофорез білків на поліакриламідному гелі, виявив відсутність будь-яких змін у білковому спектрі. У всіх варіантах зразків 1-3 кількість білкових смуг однакова – 21 з молекулярною масою від 14 до 97 кД. Однак, аналізуючи дані електрофоретичної рухливості, необхідно відзначити, що інтенсивність, а отже, і кількісний вміст білкових компонентів з молекулярною масою від 21 до 31 кД збільшувалися в зразку № 3, тобто після повторного заморожування. Це, як видно, вказує на деяке руйнування високомолекулярних і середньомолекулярних білкових структур, насамперед ліпопротеїдів. Цей процес за звичаєм пов'язують зі збільшенням концентрації тканинного соку. Найбільшу кількість вимороженої вологи встановлено саме для зразка № 3.

Фотографії пластин не приведені із-за незадовільної їх якості.

Доповненням картини стану білкової фракції заморожених зразків є дослідження розчинності білків (табл. 2).

Таблиця 2 – Розчинність білків модельних зразків м'яса

Показник	Зразки			
	1		2	3
	до	після		
	заморожування			
Розчинність білків, %	43,2	38,3	39,4	31,2

Розчинність білків після заморожування знижується у всіх досліджуваних об'єктах. Однак, якщо падіння цього показника в охолодженому м'ясі (зразок № 1) становить 11,3 %, то в домороженому м'ясі (зразок № 2) – 8,7 %. Найбільше зниження розчинності білків установлено для двічі замороженого м'яса (зразок № 3) – 27 %. Зниження розчинності білків при заморожуванні обумовлено дегідратацією білкових молекул з наступним їхнім агрегатуванням. У найменшому ступені цим небажаним змінам піддається зразок № 2.

Звертає на себе увагу той факт, що показник розчинності білків м'язової тканини більш високий у зразка, підданого доморожуванню (№ 2), ніж у зразках охолодженого (№ 1) і замороженого м'яса (№ 3). Найімовірніше, це обумовлено ослабленням структури сарколеми й сполучної тканини прошарків під впливом автолізу охолодженого м'яса, що викликає більший ступінь руйнування тканин кристалами, які утворюються.

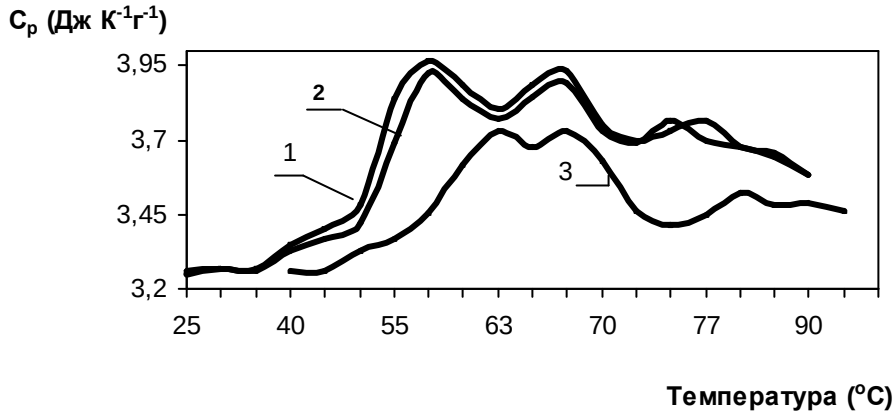
Оскільки заморожування в тому або іншому ступені впливає на конформаційний стан білків, було проведено дослідження зразків за допомогою диференціальної скануючої калориметрії. Результати представлені на рис. 1.

Отримані термограми вказують на яскраво виражені конформаційні переходи, які супроводжуються значними змінами теплоємності, що характерно для термоденатурації, тобто розгортання білків. Множинність піків на термограмі свідчить про складний склад білкових екстрактів.

Найбільш виражена модифікація встановлена для двічі замороженого м'яса (зразок № 3), про що свідчить зменшення теплових ефектів при денатурації білків, яке виражається в зменшенні загальної площі під кривими. Це говорить про значну втрату нативної конформації білків у зразку № 3.

Зіставлення зразків № 1 і № 2 показує, що дане явище в найменшому ступені характерно для зразка № 2, тобто домороженого м'яса. Третинна структура білка в цьому випадку змінюється менш істотно.

Втрати маси при заморожуванні відзначені у всіх зразків, однак у домороженого м'яса вони майже в чотири рази менші, ніж у охолодженого і розмороженого. Це передбачуваний результат, тому що основні втрати маси відбулися при заморожуванні блочного м'яса, тобто за рахунок постачальників сировини. При переробці такого м'яса незначні втрати в процесі заморожування маси є позитивним моментом.



1 – зразок № 1; 2 – зразок № 2; 3 – зразок № 3

Рис. 1 – Термограми м'ясних білків

Стан білків безпосередньо впливає на їхню гідрофільність та функціонально-технологічні властивості м'яса. Результати досліджень наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Функціонально-технологічні показники заморожених м'ясних систем (n = 3, P ≥ 96)

Показники	Зразки			
	1		2	3
	до заморожування	після заморожування		
Втрати маси при заморожуванні, %	–	3,8	1,1	4,0
Втрати м'ясного соку при центрифугувані, мл	1,7	4,8	3,9	5,1
Водозв'язуюча здатність, % до загальної вологи	84,2	79,4	80,1	77,2

Найменші втрати м'ясного соку встановлені для зразка № 2, що пов'язано з меншим ушкоджувальним впливом кристалів на тканини м'яса.

Ступінь утримування вологи в м'ясі характеризують такі показники, як водозв'язуюча здатність і втрати м'ясного соку при центрифугуванні. Найбільш високі значення встановлені для дозамороженого м'яса (зразок № 2), трохи поступається охолодженому м'ясу (зразок № 1). Найменший ступінь утримування вологи має двічі заморожене м'ясо (зразок № 3).

Отримані дані корелюють із дослідженнями кристалоутворення і стану білків м'ясних систем, наведеними вище. На водозв'язуючу здатність впливає зміна колоїдної структури тканин, що у свою чергу залежить від перерозподілу води і збільшення концентрації рідкої фази при заморожуванні. Зазначені процеси менш інтенсивно протікають у м'ясних системах при доморожуванні, що й обумовлює їхні хороші функціонально-технологічні властивості.

Висновки. Оцінка отриманих результатів змін стану білків при різних термічних впливах дозволяє зробити висновок про можливість використання замороженого блочного м'яса без розморожування при виробництві заморожених напівфабрикатів.

Література

1. Гурова К. В. Методы определения функциональных свойств соевых белковых препаратов [Текст]. / К. В. Гурова, И. А. Попело, В. В. Сучков // Мясная индустрия. – 2001. – № 9. – С. 30–32.

УДК 637.5.037

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВОЛОГИ У М'ЯСНИХ ЗАМОРОЖЕНИХ ПОСІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТАХ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМПОЗИЦІЇ «КРІОЛАКТ»

Янчева М.О. канд. техн. наук, доцент, Яковлева Ю.В. аспірант
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

У роботі наведені результати досліджень впливу композиції кріопротекторної дії «КріоЛакт» на зміни стану вологи у заморожених посічених напівфабрикатах. Установлено зміни кількості вимороженої вологи, температури кристалізації та плавлення водного компонента, рухомості вологи в м'ясних посічених напівфабрикатах із використанням композиції «КріоЛакт».

The paper presents results of studies of the effect of composition krioprotektornoyi «KrioLakt» on mediament of moisture frozen semi split ends. Some changes were frozen out of vo-logs, crystallization temperature and melting water component, moisture in the mobility of meat split ends use of meat semi-finished products with «KrioLakt».

Ключові слова: м'ясні посічені напівфабрикати, кріопротектор, композиція, стан вологи, заморожування.

Збереження основних показників якості при заморожуванні і холодильному зберіганні є основним завданням при виробництві м'ясних продуктів.

Проблема вдосконалення технології м'ясних заморожених напівфабрикатів багатогранна. Визначення оптимальних умов заморожування, безумовно, є одним з основних чинників, який гарантує високу якість. У процесі заморожування і холодильного зберігання м'яса та м'ясопродуктів відбувається таке небажане явище, як кристалоутворення, що супроводжується руйнуванням цілісності м'язових волокон, окислюванням і розпадом жирів та білків, знебарвленням м'яса і втратами м'ясного соку.

Особливість заморожування біологічних об'єктів, основним компонентом яких є вода, полягає у тому, що виморожування клітинної води приводить до зближення та взаємодії клітинних структур та молекул. Після відтавання вони не спроможні відокремитися одна від іншої із-за денатурації та утворення хімічних зв'язків. Окрім цього, гіперконцентрований розчин клітковинних речовин під час процесу кристалізації води також сприяє денатурації білків [6]. Деструктивні зміни тягнуть за собою падіння розчинності білків м'ясної системи, призводять до зниження вологозв'язувальної здатності. Унаслідок цього збільшуються втрати продукту після розморожування та термічної обробки, погіршуються його органолептичні показники.

Останнім часом у світовій практиці все частіше обговорюється можливість використання фізико-хімічного способу нівелювання негативних наслідків заморожування органічних тканин – застосування кріопротекторів – речовин, які здатні запобігати розвитку ушкоджень біологічних об'єктів під час їх заморожування і наступного відігрівання.

Кріопротектори використовують у складі кріозахисних середовищ – водних розчинів кріопротекторів, в яких можуть бути наявні різні органічні і неорганічні речовини. Під час їхнього використовування фізико-хімічні властивості поза-і внутрішньоклітинних розчинів змінюються так, що наступні зміни під час заморожування – відігрівання виявляються менш згубними для клітинних структур, ніж зміни, що відбуваються під час заморожування – відігрівання в незахищених об'єктах.

Гіпертонічні концентрації кріопротекторів, що виникають під час виморожування води з кріозахисного середовища (але які не досягають межі пошкодження) викликають зневоднення клітин, що, у свою чергу, підвищує концентрацію внутрішньоклітинних колоїдів. Останні у високих концентраціях проявляють кріозахисні властивості: сприяють переохолодженню внутрішньоклітинного середовища та її часткового переходу до склоподібного стану, що виключає утворення досить великих для пошкодження клітин кристалів льоду [2].

Хоча створення і застосування кріопротекторів у харчовій промисловості тільки починає розвиватися, важливість і перспективи цього напряму не викликають сумнівів.

Метою роботи є дослідження стану вологи м'ясних заморожених посічених напівфабрикатів з додаванням композиції кріопротекторної дії.

Механізм дії харчових добавок, що володіють властивостями кріопротекторів, пов'язаний зі зниженням активності води, утворенням аморфної структури вологи і зменшенням кількості центрів кристалізації, що особливо важливо для заморожених м'ясопродуктів тривалого холодильного зберігання [5].

У зв'язку з цим, розроблена композиція «КріоЛакт», яка являє собою суміш речовин кріопротекторної дії для виробництва м'ясних заморожених напівфабрикатів. В якості речовин, які володіють властивостями кріопротекторів, містить лактулозу, лактозу та сіль поварену харчову.

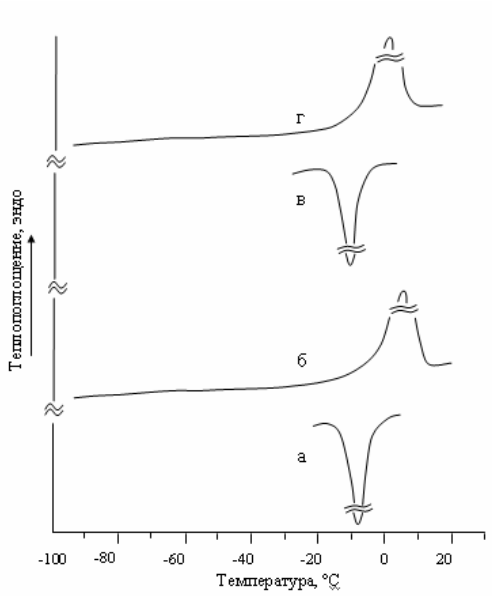
При вивченні впливу використання композиції кріопротекторної дії на властивості м'ясних посічених напівфабрикатів, як контрольний зразок обрано рецептуру напівфабрикату біфштексу посіченого яловичого (№1). Як дослідний, використовували зразок напівфабрикату зі вмістом композиції «КріоЛакт» у кількості 7 % до маси основної сировини (№ 2).

Стан вологи вивчали за допомогою таких методів:

— диференціальної сканувальної калориметрії;
— ядерного магнітного резонансу;
— низькотемпературного калориметричного методу.

Метод диференціальної сканувальної калориметрії (ДСК) застосовується для дослідження фазових переходів та склування вологи під час заморожування та нагрівання зразків на диференціювальному сканувальному калориметрі, який було розроблено та виготовлено у ІПКіК НАН України [4]. Принцип роботи такого колориметра засновано на реєстрації теплових потоків, які надходять до зразка під час процесу його безперервного нагрівання [1]. Зразки масою близько 1000 мг розміщували у тонкостінний стакан з нержавіючої сталі з товщиною стінок 0,1 мм та закривали кришкою. Охолодження зразків проводили шляхом занурення до рідкого азоту з середньою швидкістю охолодження 3,3 К/с. Температури фазових переходів визначали на основі термограм, отриманих під час нагрівання у діапазоні температур 123...283 К.

На рисунку 1 представлені термограми охолодження і нагрівання контрольного і дослідного зразків. Повне плавлення льоду в зразках зареєстровано у вигляді інтенсивного піку теплопоглинання $T_{плав}$. В обох випадках на термограмах при нагріванні зареєстровано тільки ендотермічний пік плавлення водного компонента м'ясного фаршу.



а – контроль; в – дослідний зразок з «КріоЛакт»;
нагрівання: б – контроль; г – дослідний зразок з «КріоЛакт»

Рис 1 – ДСК термограми: охолодження

Таким чином, у роботі експериментально показано, що додавання до м'ясного фаршу з яловичини композиційного складу призводить до значного зниження температури кристалізації і плавлення. Отримані результати підтверджують залежність температури кристалізації водних розчинів гідрофільних рідин від концентрації неводного компонента [3]. Концентрація водорозчинних речовин зразків з композицією «КріоЛакт» більш висока, ніж у м'ясних напівфабрикатах без композиції кріопротекторної дії, що служить причиною зниження температури плавлення в дослідному зразку. Це відбувається внаслідок надзвичайно великого зростання в'язкості в системі та гальмування молекулярної рухливості [2]. Отже, складові інгредієнти композиції входять до складу незамерзлих фаз і додатково зв'язують вологу. Це

сприяє зниженню швидкостей хімічних і біохімічних реакцій у переохолоджених рідких системах м'ясних посічених напівфабрикатів.

Сучасний рівень фізичної науки дозволяє отримати досить надійні результати у структури вологи при різних термічних впливах на м'ясні системи. Метод імпульсного ЯМР широко застосовується для вивчення стану води в біологічних системах [7]. Він дозволяє судити про рухливість і структурні характеристики різних фракцій молекул води, рух яких частково обмежено. Вплив композиції „КріоЛакт" на рухливість води в м'ясних посічених напівфабрикатах після заморожування оцінювали методом ЯМР шляхом вимірювання часу спін-спінової релаксації. Результати вимірювання наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники величини спін-спінової релаксації м'ясних посічених напівфабрикатів

Зразок	Спін-спінова релаксація, с
Контроль	1,815
Дослідний з «КріоЛакт»	1,526

Дані, представлені в таблиці 1, свідчать, що додавання розробленої композиції «КріоЛакт» до рецептурного складу м'ясних посічених напівфабрикатів сприяє зниженню рухомості вологи у порівнянні з контролем. Різниця між показниками спін-спінової релаксації контрольного та дослідного зразків після процесів заморожування-розморожування становить 6,5 %.

Кріозахисну дію вуглеводів пов'язують з тим, що гідроксильні групи цукру не можуть ефективно вбудувати Н-зв'язок у кристалічну решітку льоду і перешкоджають зростанню великих кристалів [6]. Застосування кріопротектора призводить до зниження зростання концентрацій поза-і внутрішньоклітинних солей. У присутності кріопротекторів солі або взагалі не концентруються до меж пошкодження, або ці межі досягаються в зоні температур, коли розвиток ушкоджень протікає повільно.

Структура водних компонентів тканини м'ясопродуктів має істотний вплив на їхні властивості. Співвідношення між вільною і зв'язаною вологою, а також ступінь їхнього структурування є вирішальними чинниками у формуванні показників якості харчових продуктів. При цьому визначальний вплив на органолептичні, функціонально-технологічні та фізико-хімічні властивості продуктів харчування надає не стільки їхня сумарна вологість, скільки структура вологи.

При фазовому переході води в лід кожна молекула води з'єднується з 4 сусідніми диполями, утворюючи регулярну кристалічну решітку. На сьогодні є досить чіткі уявлення про особливості взаєморозташування молекул води в структурі льоду, які обумовлені наявністю водневих зв'язків. Кристалізація вологи призводить до зміни теплофізичних, структурно-механічних характеристик продукту та інших негативних змін.

Відносною кількістю вимороженої вологи називають відношення маси льоду, що утворився в продукті при даній температурі, до загальної маси води, що міститься в продукті, включаючи тверду і рідку фази. За допомогою низькотемпературного калориметричного методу, який було розроблено на кафедрі фізики і енергетики ХДУХТ, була виміряна кількість вимороженої вологи в м'ясних посічених напівфабрикатах. Результати досліджень наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Масова частка вимороженої та невимороженої вологи у м'ясних посічених напівфабрикатах

Зразок	Виморожена волога, %	Не виморожена волога, %
Контроль	0,890	0,110
Дослідний з «КріоЛакт»	0,775	0,225

Аналіз отриманих результатів свідчить, що введення розробленої композиції „КріоЛакт" збільшує кількість води, яка не переходить у лід при заморожуванні на 11,5 %, у порівнянні з контролем. Збільшення кількості невимороженої вологи в дослідному зразку свідчить про те, що більша частина вільної вологи переходить у зв'язаний стан, що, в свою чергу, зменшує кількість негативних реакцій, які можуть впливати на якість продукції.

Структурний стан вологи здійснює неопосередкований вплив на процеси кристалоутворення, які, у свою чергу визначають найбільш важливі якісні характеристики м'ясних заморожених напівфабрикатів. Таким чином, при виробництві заморожених посічених напівфабрикатів доцільно використовувати композицію «КріоЛакт», введення якої забезпечує утворення зворотних комплексів з іонами, білками та іншими компонентами м'язової тканини. Процес кристалізації при цьому змінюється, інгибується утворення кристалів великого розміру, внутріклітинного льоду, денатурація білків. Встановлено, що кількість невимороженої вологи та рухомість вологи в м'ясній сировині зменшується, знижується кріоскопічна температура, що сприяє підвищенню якості готової продукції.

Література

1. Zinchenko A.V. On phase transitions in the water–ethylene glycol system at subzero temperatures under non-isothermal conditions [Text] /A.V. Zinchenko, V.D. Zinchenko // Cryoletters. – 2001. – Vol. 22. – P. 191-198.
2. Биохимия мембран [Текст] : Учеб. Пособие для биол. и мед. спец. вузов / Под ред. А. А. Болдырева. Кн. 3. А. М. Белоус, Е. М. Гордиенко, Л. Ф. Розанов. Замораживание и криопротекция. – М. : Высш. Шк., 1987. – 80 с : ил.
3. Зинченко А.В. Исследование низкотемпературных фазовых переходов в водных растворах ПЭГ-400 калориметрическим методом [Текст] / А.В. Зинченко, В.А. Моисеев // Криобиология и криомедицина. – 1979. – вып. 5. – С. 27-30.
4. Зинченко А.В. Исследование фазовых переходов и физических состояний водных растворов многоатомных спиртов в диапазоне температур –150°С – 0°С [Текст] : автореф. дис. на соискание учен. степени. канд. физ.-мат. наук: спец. 01.04.15 «Молекулярная физика» / А.В. Зинченко. –К., 1983. – 20 с.
5. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы) [Текст] : ученики и учеб. пособия для высших учеб. заведений / И. А. Рогов [и др.]. – 2-е изд, перераб. и доп. – М. : Колос, 1999. – 176 с.
6. Пушкарь, Н. С. Введение в криобиологию [Текст] /Н. С. Пушкарь, А. М. Белоус. – К. : Наукова думка, 1975. – 343 с.
7. Уэндладт У. Термические методы анализа [Текст] / У. Уэндладт. – М.: Мир, 1978. – 526 с.

УДК 634.8:631.53.01:664.022.3.097.8

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АНТИОКСИДАНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУТИЛГІДРОКСИТОЛУОЛУ ТА ПОЛІФЕНОЛЬНОЇ ДОБАВКИ З ВИНОГРАДНОГО НАСІННЯ «ЕНОАНТ»

Савінок О.М., канд. техн. наук, доцент, Літвінова І.О., аспірант, Жовтан С.А., магістр
Одеська національна академія харчових виробництв, м. Одеса
Огай Ю.О. канд. техн. наук
Національний інститут винограда і вина «Магарач», м. Ялта

У статті було розглянуто вплив можливих факторів ініціювання і прискорення процесу окиснення на якісні показники жирів. Наведено результати досліджень процесів окиснення топлених жирів при різних умовах зберігання із застосуванням антиоксиданту природного походження і класичного.

The reasons of initiation and accelerating of the oxidation process in fats were considered in the article. Results of investigation of oxidation process in fats under various conditions of storage using the antioxidants of natural origin and classical.

Ключові слова: пероксидне число, гідроліз жиру, окиснювальне псування жиру, антиоксидант.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. Сьогодні харчова промисловість випускає великий асортимент продуктів, які містять значну масову частку жиру, білків, мають добрі харчові якості і високу біологічну цінність. Але ці продукти нестійкі при зберіганні, тому основною задачею для виробників є збереження початкових показників призначення та забезпечення тривалого строку зберігання.

У зв'язку з диференціацією продуктів за хімічним складом, умови зберігання їх різні. Внаслідок недотримання технологічних параметрів під час виробництва, невідповідного зберігання продуктів чи проміжних напівфабрикатів (дія світла, води, кисню повітря, різних каталізаторів) можливі різні види псування, в тому числі гідроліз та окиснення жирів. Якщо ж говорити про м'ясні вироби, у складі яких масова частка ліпідів достатньо висока і може становити до 50 %, то вони потребують пильної уваги, починаючи зі стану сировини при прийманні, закінчуючи зберіганням. Разом з цим, навіть, коли зовнішні чинники зведені до мінімуму, наприклад, при упакуванні в бар'єрні плівки, псування ліпідів може відбуватись раптово в режимі автоокиснення. Цей процес протікає за типом вільно-радикальних реакцій і супроводжується зміною смаку та запаху виробу, руйнуванням жиророзчинних вітамінів і зниженням харчової цінності, утворенням продуктів окиснення, в тому числі шкідливих для здоров'я людини [1].

Відповідно до Сан ПіН 2.3.2.1293-03 у м'ясній промисловості дозволено використовувати синтетичні антиокиснювачі при виробництві тваринних топлених жирів. Для м'ясних продуктів гальмівну дію на процес окиснення мають фенольні компоненти коптильного диму, нітрит натрію, аскорбінова кислота. Але не для всіх продуктів застосовують перераховані добавки, і не всі проходять процес копчення. Тому пошук ефективних антиокиснювачів для виробництва різних груп м'ясних продуктів є актуальною проблемою, яка потребує вирішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У харчовій технології перевага надається природним антиоксидантам, тому що вони нетоксичні і, крім основної сполуки, містять чимало біологічно активних інгредієнтів, чим підвищують цінність продуктів в цілому. Особливу популярність останнім часом набули екстракти лікарських рослин за рахунок значного вмісту поліфенольних сполук. Об'єктом наших досліджень був вибраний екстракт поліфенольних сполук із виноградного насіння – «Еноант». Харчовий концентрат поліфенолів «Еноант» виробляється за технічними умовами, які регламентують їх вміст у продукті на рівні (18-20) г/дм^3 [4]. У зв'язку з високою антиоксидантною активністю «Еноанту», показник якого перевищує показник антиоксидантної активності аскорбінової кислоти в 15 разів, а плазми крові більше ніж на 3 порядки [2,3], він може застосовуватись саме як антиокиснювач у м'ясних продуктах. Висока антиоксидантна активність «Еноанту» пов'язана з наявністю в ньому сумарних поліфенолів винограду, а прояв його захисної дії на якісні показники жиру при зберіганні в різних несприятливих умовах становить науковий та практичний інтерес.

Формулювання цілей статті. Окиснення жирів атмосферним киснем здійснюється при їх отриманні і переробці, а також при зберіганні в несприятливих умовах, транспортуванні та реалізації. Тому метою наших досліджень був порівняльний аналіз процесу окиснення свинячого топленого жиру при різних умовах обробки із використанням антиоксиданту природного походження «Еноанту» і класичного – бутилгідрокситолуолу (БГТ). У зразки жиру вносили вибрані антиоксиданти із розрахунку 20, 40, 60, 80 г на тонну жиру.

Вибір бутилгідрокситолуолу як об'єкту порівняння пояснюється його властивостями. Свої антиоксидантні характеристики (як синтетичний аналог вітаміну Е) він проявляє за рахунок гальмування процесів самоокиснення ненасичених органічних сполук киснем повітря та іншими пероксидними радикалами. Оцінку змін, які відбувалися в жировій тканині, і, відповідно, дію добавок визначали за кінетичними змінами пероксидного числа, оскільки перекисні сполуки є первинними продуктами окислення.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Жири, в яких почалися окиснювальні процеси, нестійкі при подальшому зберіганні, в них погіршуються органолептичні та реологічні властивості. Швидкість окислення залежить від інтенсивності контакту жиру з повітрям і від температури. Згідно з перекисною теорією, початковими продуктами окиснення жирів є перекисні сполуки різних типів, які здатні під час розпаду утворювати ряд більш стабільних продуктів окиснення.

Технологія переробки м'ясопродуктів включає ряд процесів, які передбачають охолодження, заморожування, обсмажування, запікання, варіння, копчення та ін. Під час їх проведення відбуваються зміни в ліпідній фракції. В роботі наведені дослідження прояву антиоксидантних властивостей вибраних добавок під впливом таких факторів: при температурі плавлення жиру, температурі (150-160) °С, інтенсивного насичення зразків киснем повітря, ультрафіолетовим випромінюванням. Відбір наважок для досліджень здійснювали з певною періодичністю, відмінною для різних умов експерименту. Визначення пероксидного числа здійснювали за стандартною методикою [5].

Високотемпературна обробка полягала у витримці дослідних зразків у шафі при (150-160) °С з нагнітанням кисню повітря, проби для аналізу відбирали через кожні 20 хвилин. На рисунку 1 наведена порівняльна характеристика пероксидних чисел зразків: контролю, з БГТ та «Еноантом» окиснених під дією високих температур. Аналіз залежностей (рис. 1а) показує, що при досягненні значення пероксидного числа у контрольного зразка жиру 0,1 % J_2 пероксидне число жиру з БГТ – (0,063-0,076) % J_2, жиру з «Еноантом» – (0,076-0,09) % J_2, в залежності від концентрації добавки.

На рисунку 1б наведено дані щодо окиснення зразків упродовж 120 хвилин. З діаграми видно, що концентрація «Еноанту» 0,008 % проявляє антиоксидантну дію рівну дії БГТ, менший відсоток внесення незначно поступається класичній добавці. Незважаючи на ті обставини, що «Еноант» – продукт природного походження, його антиокиснювальні властивості не пригнітилися під впливом високої температури та дії кисню.

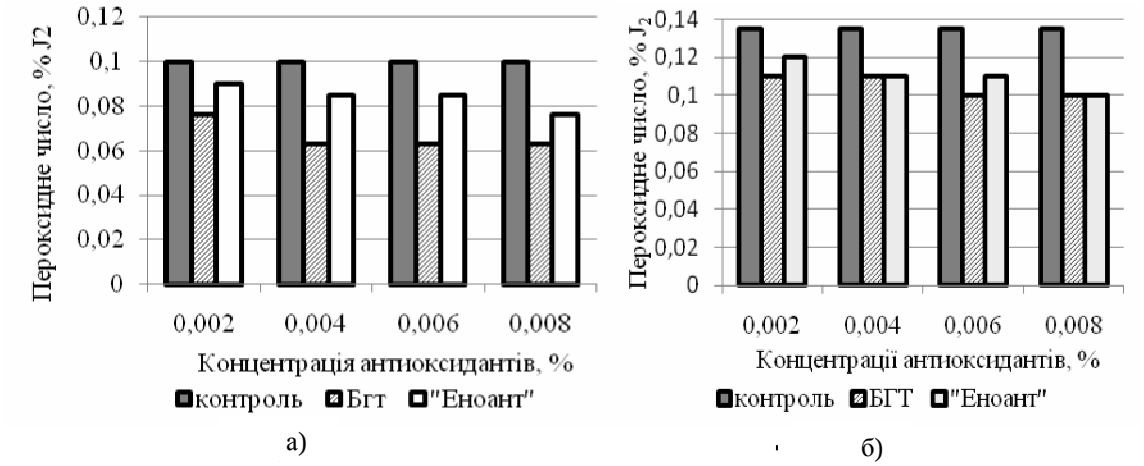


Рис. 1 – Порівняльна характеристика пероксидних чисел жиру при високотемпературній обробці до досягнення пероксидного числа в контрольному зразку жиру 0,1 % J_2 (а) та через 120 хвилин (б)

Другий спосіб обробки жиру полягав витримці при 40 °С з постійним насиченням повітрям у термостаті, відбір зразків здійснювали з періодичністю 40 хвилин. Загальна тривалість обробки – 160 хвилин. Як видно із діаграм, упродовж перших 120 хвилин (рис. 2 а) значення пероксидного числа контролю досягає 0,135 % J_2, у зразках з добавками в цей час активно накопичуються пероксидні сполуки. Через 160 хвилин (рис. 2б) зразки з добавками досягають контрольної межі – 0,1 % J_2. Слід відзначити, що БГТ і «Еноант» при концентраціях внесення 0, 006 та 0,008 % проявляють однаковий антиокиснювальний ефект.

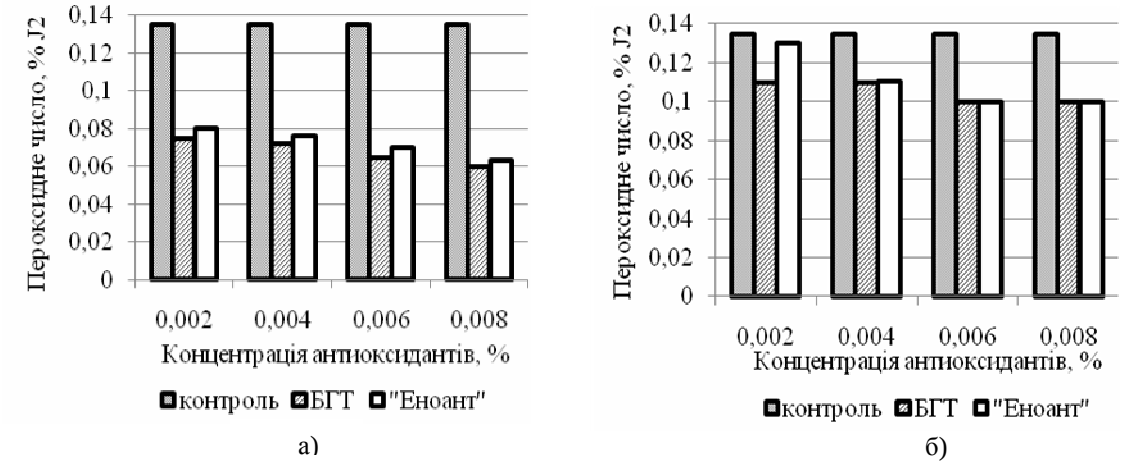
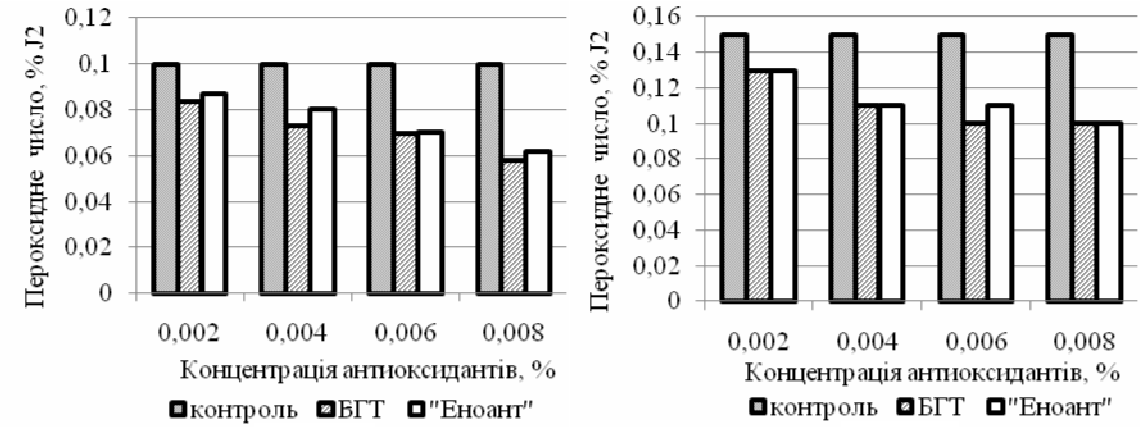


Рис. 2 – Порівняльна характеристика пероксидних чисел жиру при температурі плавлення через 120 (а) та через 160 хв (б)

Відомо, що механізм дії іонізуючого випромінювання – ланцюговий вільнорадикальний. Субстратами окислення є ліпіди та білки, які належать до складу мембран клітин, а також нуклеїнові кислоти. Однак при постійній субфоновій (малій) радіації ефективність захисних систем знижується, і для підвищення стійкості організму необхідно використовувати в їжу продукти зі збільшеним вмістом антиоксидантів. Оскільки фенольні сполуки є природними антиокиснювачами, мають властивість зв'язувати вільні радикали, ми досліджували дію ультрафіолетового випромінювання (УФВ) на зразки жиру упродовж 12 годин з добавками. На рисунку 3 наведені результати досліджень зміни пероксидних чисел зразків під дією УФВ. Аналіз залежностей (рис. 3а) показує, що антиоксиданти проявляють стабілізуючий ефект по мірі збільшення концентрації внесення, при цьому контроль окиснюється значно швидше, вже через 9 годин обробки його можна віднести до зіпсованого. Через 12 годин обробки дослідні зразки з добавками, незалежно від концентрації, відносяться до зіпсованих. Слід відзначити, що концентраційна точка – 0.008 % для БГТ та «Еноанту» (рис. 3б) показує однаковий антиоксидантний ефект.



а) б)

Рис. 3 – Порівняльна характеристика пероксидних чисел жиру при окисленні ультрафіолетовим випромінюванням до досягнення пероксидного числа в контрольному зразку жиру 0,1 % J_2 (а) та через 12 годин (б)

Аналіз всіх рисунків показує, що найкращий антиоксидантний ефект проявляє «Еноант» при концентрації внесення 0,008 %. Але різниця у значеннях пероксидних чисел при концентраціях 0,006 та 0,008 % незначна. При сорокаградусній обробці жирів обидві добавки дають однаковий ефект і при 0,006 % і при 0,008 %. Отже, «Еноант» перевершує БГТ, оскільки за своїм спектром дій проявляє не тільки антиокиснювальні властивості, але й має фармакологічну активність (рослинні феноли подібно до адреналіну покращують живлення серцевого м'яза, знижують кров'яний тиск, розширюють судини, а також зміцнюють їх стінки, впливають на виділення печінкою жовчі [5]).

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямку. Присутність продуктів окиснення в жирах значно погіршує їх фізіологічну дію і органолептичні показники, а також ускладнює їх переробку. Отже, запобігання окиснювальним процесам при отриманні, переробці та зберіганні жирів і контроль за цими процесами має суттєве значення.

Аналізуючи динаміку змін пероксидного числа в зразках, які піддавалися різним умовам псування, можна говорити про те, що концентрація 0,006 % «Еноанту» до маси жиру є ефективною і може бути запропонована для використання в м'ясопродуктах тривалого строку зберігання. Запропонована добавка є стійкою до тривалої дії високих температур, ультрафіолетового випромінювання, тому її можна додавати в продукти перед термообробкою, або в напівфабрикати, для яких передбачене нагрівання в домашніх умовах.

Література

1. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание / [под ред. Р. Стем; пер. с англ. В. Широкова, под общ. ред. Ю.Г. Базарновой]. – СПБ.: Профессия, 2006. – 480 с.
2. Огай Ю.А. Антиоксидантная активность суммарных полифенолов винограда концентрата «Эноант» // Магарач. Виноградарство и виноделие. – Ялта. – 2000. – № 1. – С. 37-38.
3. Семёнов В.М., Ярош А.М.. Метод определения антиокислительной активности биологического материала / Украинский биохимический журнал. – 1985. – т. 57. – С. 50-52.
4. ТУ У 00334830.018-99 Пищевой концентрат полифенолов винограда «Эноант», ИВиВ «Магарач».
5. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: КолосС, 2004. – 571 с.
6. Барабой В.А. Растительные фенолы и здоровье человека. – М.: Наука, 1984. –160 с.

CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF MUSCULUS LONGISSIMUS DORSI OF PIGS KEPT AT DIFFERENT TEMPERATURES

A. Kuzelov
Faculty of Agriculture, University Goce Delcev Stip strit Goce Delcev nomer 89 2200 Stip R. Macedonia
Oksana Savinok
National Akademy Odesa Food Technology of Ukraine
Tanja Angelkova
University Goce Delchev Stip Faculty of Tourism and Business Logistics strit 7 November bb 1480 Gevgelija R. Macedonia

The paper includes changes that occur in vacuum packed pieces of meat obtained by removing the haunch, vacuum packed and kept in a chamber at different temperature conditions of 4 °C. and 6 °C. The changes that occur during storage were examined at 2, 3 and 5 days after production. It was found that during the storage of meat cuts, there are significant changes to reduce water content, while protein, fat and mineral substances are increasing. The total number of bacteria in meat cuts during storage is increased in those who are kept at a temperature of 6 °C. During storage of meat cuts from production to 3 days best sensory characteristics of meat cuts have that meat cut that has been stored at 4 °C.

Keywords: booth, M. Semitendinosus, water, protein, fat

Introduction

Packaging of meat and meat has a social and health importance. It protects the organoleptic, physicochemical and microbiological properties of these products from internal and external influences over the manipulation of the producer to the consumer Dzhinleski (1985).

Nowadays, meat and meat products must be healthy and attractively packaged, because consumer demands are constantly growing (Phillips, 1996; Philips, 2001) as an outcome the requirements that meet producers must accomplish and packing material also constantly grow (MC Milin et al, 1999; Dragoev 2004; Antoniewski et al., 2007). Parallel with the attention that the modern consumer has paid to the quality of meat also grows the importance of packaging. Packaging is the most dynamic area of industry for meat.

Sometimes whole bodies were preparing in warehouses of retail facilities where they were cut and removed in primary cuts of meat, stored in a cool, and cutting and packaging for presentation is conducted as needed. Today this practice is very rare. The present trend in packaging technology will allow these operations to be removed from trade and returned to manufacturing plants. But it will not happen at once but in stages depending on local conditions.

Packaging of fresh meat into wholesale cuts and its distribution at the point of sale are developed together with the centralization of cutting and removing of the corpses in the halls of removing. This tradition has evolved especially with the appearance of the packaging of fresh meat in vacuum. It first started in the United States. In Europe vacuum packaging has a significant progress only in Britain, Ireland and France than in Germany, Italy and Spain.

In R. Macedonia packaging of fresh meat (vacuum packaging) began to apply from 1990 so that today many assortments of products of fresh meat are packaged in a vacuum.

Packaging in vacuum slows down the oxidation processes, the growth of aerobic bacteria, weight loss, and color changing, and is used for magnification and achieving maturation of fresh meat.

The objective of this research is to investigate the chemical and microbiological changes that occur during storage at temperatures between 4 and 6 °C and how they affect the sensory characteristics of vacuum-packed pieces of fresh pork.

Material and methods

Working material.Meat source and ingredients.

Anatomic topographic features and Musculus Longisimus dorsi are taken from the pigs breed Durok. Musculus longissimus dorsi is the longest muscle in the body of the pig begins on the wings of intenstinal and bone lies between spinal and lateral growths or ribs. Cranial is divided in to two parts Musculus longissimus cervicis and Musculus longissimus capitis that reaches the head. The first part is the strongest and cranial is reduced lateral covers Musculus seratus dorsalis and fascia Musculus lumbo dorsalis.Beside him lay with muscle less weight mass Musculus ilio costalis, Musculus spinalis et semispinalis dorsi and Musculus multifidus.

The mass of the pigs before scattering and after previous was around 100 pounds. From the cooled halfbacks the thigh with knee is separated by a cut which goes between the last flank and the first vertebra and then

separates the abdominal wall close to the thigh. The knee-joint diverges from the thigh with a cut which passes through the joint wrist. Then it's done removing the adipose tissue of the thigh with a knife and removing the thigh. After removing the thigh, polyhamstring muscle is separated from other muscles of the thigh after a natural connection.

Knee separates the thigh with a cut which passes through the knee joint. Great green muscle covers the area of lumbar column is separated from below shoulder between the last lumbar vertebrae and the first pelvis from the thigh muscle vhich belongs. Ribs and pelvis are separated by a cut back that goes along lummbal column starting from edge under the lateral flanks of the body in the direction of the 5 th back vertebra so that the length of the ribs is 3 cm. ат of square . then at so shad hams are removed vertebrae, and bacon and clean Musculus longisimus dorsi and programming lowest layers of bacon.

By cooling the pieces of meat, concerning an achieving medium temperatures of 4 °C are vacuum packed in foil vacuum type Vebomatic. After vacuuming from the same meat randomly are taken 12 packages that are divided into two groups, the first group was kept in a refrigerator at a temperature 4 ºC and the second group of sausage is stored at a temperature of 6 °C.

Working method. Meat cuts that are subject to examination are marked and all are measured at 2, 3 and 5 days of electronic scales Bizerba mark at the nearest point of 0.1 gram. The measurement was carried out in order to send the change of the mass of meat slices or shrinkage during storage, although they are packed in vacuum foil. On the 2 and 5 day test was conducted on the chemical composition, sensor analysis and microbiological analysis on the change and development in microorganism in meat cuts during storage. A 5 day is carried out only chemical analysis of meat cuts.

Chemical tests are performed on the standard recognized methods used for scientific purposes.

Water content in the pieces of meat was investigated by drying in a temperature of 105 °C during 24 hours, or until reaching the same table in two consecutive measurements. The content of fat in meat cuts is investigated by the standard method of extraction with organic solvent Wochs et al. (1961), proteins were examined by the method of Kjeldahl. The content of mineral substances is melt by combustion in muffle oven temperature of 550 °C Pozarskaja et al. (1964). pH value of meat is measured by pH-meter German manufacturing type Lu-co.

Sensory analysis was performed using the 9 – level scale developed by the Higher Institute for local prudence in Moscow (VNIIMP) with 10 trained analyzers. Sensory analysis was conducted in the appearance, colour, consistency, smell and taste. Each sensor feature analyzers have the opportunity to assess a rating from 1 to 9 where 1 and 9 indicates undesirable desirable.

Microbiological tests were performed according to usual practice that apply in the local industry by seeding the aqueous solution from the taken test of the nutritious ground and of the incubation temperature of 30 °C during 72 hours.

The results obtained on the examinations are processed according to standard methods used for scientific purposes by using a standard computer program ANOVA MS Exel program 1997-2003 in accordance to established statistical methods (Statistica vol. 6 Stat Soft 2003).

Results and discussion. The results of changes in chemical composition of meat cuts that are kept at a temperature of 4 °C are given in (Table 1).

Table 1 – Dynamics in changing the chemical composition of Musculus longissiimus dorsi during storage at a temperature of 4 °C

	Indicator	Chemical composition 2,3,and 5 day		
		2	3	5
1.	Weight%	100	97,52	93,28
2.	Water,%	75,00±0,012	74,88±0,010	73,80±0,014
3.	Fat %	1,5±0,028	1,52±0,014	1,54±0,012
4.	Protein	22,0±0,010	22,02±0,014	22,20±0,011
5.	Min.sub. ,%	1,5±0,022	1,51±0,011	1,52±0,018
6.	pH	6,14		

As seen from the presented data are given in average water content at the beginning of the trial, regarding the 2 days after production is 75,0 %, protein 22,0 %, 1,5 % fat and mineral substances 1,5 %.

On the 3rd day of storage at a temperature of 4 °C a change in weight of meat and chemical composition, although water content is reduced and the meat was 74,88%, while the fat and protein has increased which is 1,52 % and 22,02 % and mineral substances are increased from 1 to 1,51 %.

The 5th day after manufacture chemical composition of meat cuts is changing because the water content had dropped to 73,80 %, the masses increase to 1,54 %, 22,20 % of protein and mineral substances of 1,52 %. Such changes in chemical composition resulting from the evaporation of free water from the pieces of meat.

The 5th day of keeping the water content is reduced in relation to the second day to 1,2 %, while fat increased and its increase in relation to the beginning of 0,04 % and protein are increased in relation to the beginning for 0,2 %, the content of mineral substances in relation to initially increase by 0,02 %.

The results of changes in chemical composition of meat cuts that are kept at a temperature of 6 °C are given in (Table 2).

Table 2 – Dynamics in changing the chemical composition of sirloin during storage at a temperature of 6 °C.

	Indicator	Chemical composition 2,3 and 5 day		
		2	3	5
1	Weight%	100	98,80	97,78
2	Water ,%	75,00±0,018	74,85±0,010	73,70±0,040
3	Fat, %	1,5±0,032	1,54±0,040	1,56±0,021
4	Protein %	22,0±0,021	22,59±0,022	22,61±0,011
5	Min.sub.,%	1,5±0,021	1,52±0,012	1,54±0,014
6	pH	6,18		

As seen from the presented data from (Table 3) pieces of meat on the 3 rd day of storage temperature of 6 °C was changed on less and it is or reduced, and it is 98,80 % water content is 74,85 % fat content is slightly increased and amounted to 1,54 % protein 22,59 % and 1,52 % mineral matter.

Table 3 – Analise variance chemical structure inpices of meat kept on 4 °C and 6 °C

Source of Variation	*SS*	df	MS	F	*P-value*
Between Groups	18012,16	3	5770,083	2545478	1,32***ns**
Within Groups	0,04674	16	0,002499		
Total	18012,206	19			

Legends:
SS – Sum of squares
Df – Degree of freedom
V – Varianc
*ns-Non significant

On the 5th day of storage of meat pieces of a change in reducing lowering the mass of meat cuts, which reduced to 97,78 % on the second day, the water is reduced to 73,70 % fat are elevated at 1,56 %, 22,61 % of protein and mineral substances of 1,54 %.

On 5th day of keeping pieces of meat at the temperature of 6 °C water content decreased compared to the second day of 1,3 %, while fat increased and amounted to 0,06 % protein grew at 0,61 % and mineral matter of 0,04 %.

The differences that exist in the chemical composition in the pieces of meat are insignificant kept on (4-6) °C but they still exist.

During the keeping by reducing the mater content adequately is increasing the total content of dry substances (proteins, fats, minerals). That increasing at the dry substances isn't proportional at all three components; it shows smaller or bigger variability.

The biggest increase is on the 2nd, 3rd and 5th day is found in fats in the meat witch is kept on 6 °C. In the meat that is kept on 4 °C there is constant and standard of fat content and proteins. The differences between fats and proteins are statistical not important.

The differences that exist in the chemical structure in pieces of meat kept on 4 °C and 6 °C aren't statistical significant $p>0,05$ (Table 3).

During the keeping there are some change of microorganism in the meat, and that change is under influence from reducing of mater and than increase concentration of dry substances, especially the salt and than comes change of pH. As result of that change in chemical structure in the pieces of meal which is set in during the keeping, comes to changes in microbiological pictures...pieces of meat that are kept on temperature 6 °C there are significant increasing in the number of bacterius contrasting with the pieces of meat kept on 4 °C.

In the pieces of meat kept on 6 °C, on the fifth day from the producing the total number of bacterius were 110, but in the pieces of meat kept on 4 ºC the total numbers of bacterius were 70 (Figure 1).

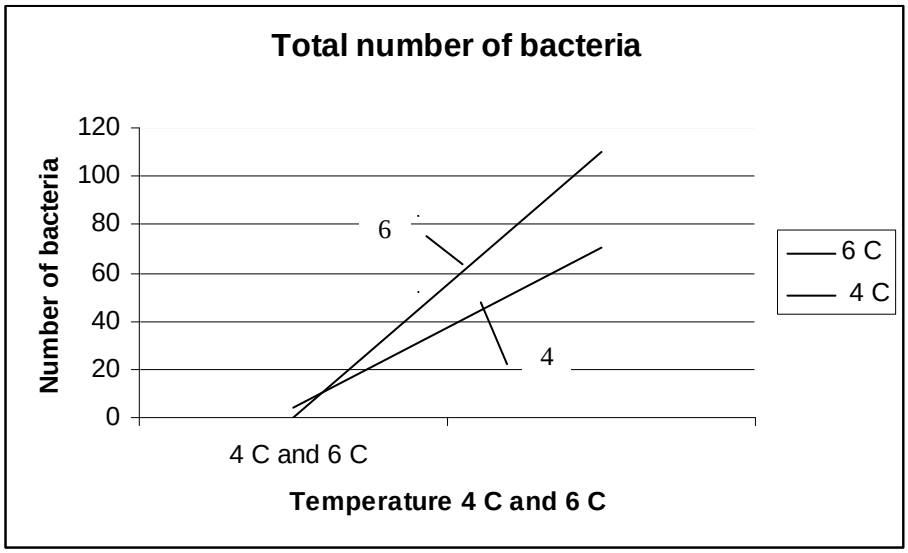


Figure 1 – Graphic showing the total number of bacteria in vacuum M. longissimus dorsi kept at a temperature +4 and +6 °C at 2 and 5 day production

The increasing number of bacteria's in the pieces of meat that are kept on 6 °C, it's because of the better conditions their evolution.

Results got from sensory testing of the pieces of meat that are kept on 4 °C and 6 °C shows that there are differences. Pieces of meat kept on 4 °C, after 5 days had sensory characteristics, which best can be seen from (Figure), where analysis on the and 5^{th} day are minimal. The differences in sensory characteristics of the meat kept on 6 °C for five days, are showing big differences, which can be best seen on (Figure).

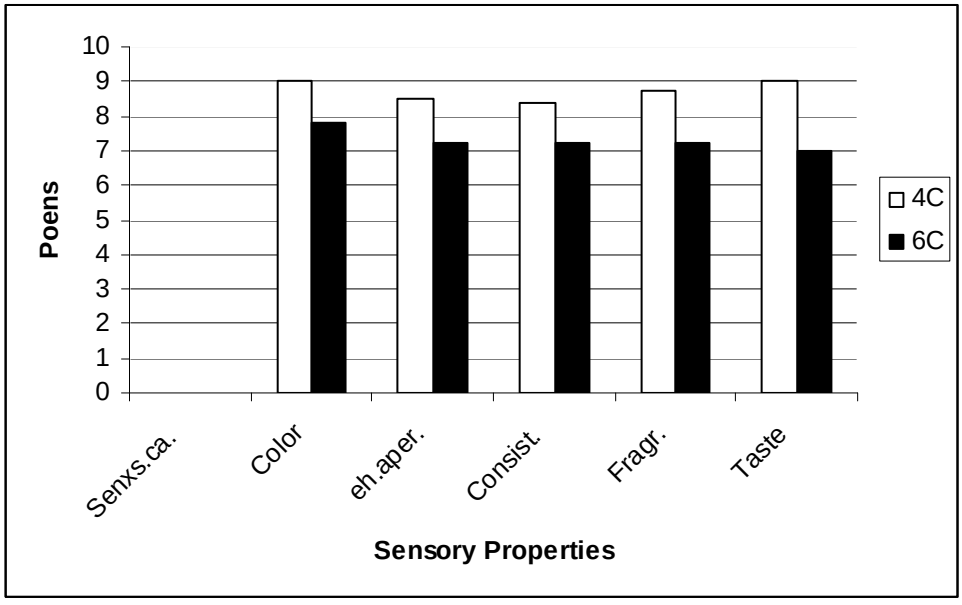


Figure 2 – Figure for sensory characteristic of pieces of meat kept on 4 °C and 6 °C on the fifth day at the producing

Pieces of meat kept on 6 °C, for 5 days, had significant bad sensory characteristics which are around 1/3 from that they had on the 2^{nd} day from the producing.

Many authors have examined the impact of sustainability on the vacuum packaging of meat (Djinleski 1985; Robertson 1993; Bell et al, 1994; Philips et.all. 201::Kleittner 2004; Stamenkovic et al, 2007) examined the vi-

ability of vacuum packed meat pieces of different temperature cooling and found that the meat cuts that have been kept lower temperature had on good sensory characteristics of meat cuts that have been kept at relative ly-higher temperatures. Examinations carried out by us in accordance with the tests they have conducted other.

Conclusion

During the keeping of meat on 4 °C and 6 °C quantity of mater is reducing in both tests. Differences in reducing are statistically not significant. With mater content reducing the percent of dry substances grows. The biggest growth is found in fats, then come proteins and it's smallest in minerals. In pieces of meat kept on 6 °C, the total number of microorganism on the 5^{th} day is significant bigger and it is 80, and those kept on 4 °C their number is 50 in 1g.Sensory characteristic in pieces of meat tested on 2^{nd} and 5^{th} day after their production are changed. The biggest changes are found in meat kept on 6 °C, and minimal are in those kept on 4 °C between 2^{nd} and 5^{th} day.

Reference

1. Antoniewski N, Barringer A, Knipe L, Zerby N, 2007. Effect of a gelatin coating on the shelf life of fresh meat.Journal of Food Science, 72(6), E382–E387
2. Aleksandrova, NY Gorinov, P Marinova, 1999. Post mortem properties of meat from calves of different breeds. Resear. Linst. Animal Sci., Kostinbrod, Bulgarija
3. AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of the Asoc.of Anal. Chemists Pp. 1-2, 7. Wasington D.C
4. Bell, R G & Garout AM, 1994. The Effective product life of vacuum packaget beef imported Into Saudi Arabia bu Sea as assessed by chemical, microbiological and organoleptic criteria. Meat Science 36 (3), 381-386
5. Dragoev S, 2004. Development of technology in the industry for meat and fish 259-263 Academic Edition UFT Plovdiv
6. Djinleski B, 1985. Meat and meat products, University Kiril and Metodius Skoje R Macedonia
7. Phillips C, 1996. Modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce.International Journal of Food Science and Technology 31, 463−479
8. Phillips L, Faustman C, Lynch P, Govoni E, Hoagland A, Zinn A, 2001. Effect of dietary a-tocopherol supplementation on color and lipid stability in pork.Meat Science, 58, 389–393
9. Klettner PG, 2004. Schutzgasverpackung bei Frischfl eischRückenmuskulatur von Schwein und Rind unter besongs dered Berücksichtung von Kohlenmonoxid, Mitteilun
10. McMillin W, Huang, Y, Ho P, Smith S, 1999. Quality and shelf - life of meat in case-ready modifi ed atmosphere packaging.In Y. L. Xiong, F. Shahidi, & C. T. Ho (Eds.),Quality attributes in muscle foods (pp. 73–93). New York ACS Symposium Series, Plenum Publishing Corporation
11. ozarskaja LSMB, Kogan VP, Randina EM, Freidnman, 1964. Physical chemical and microbiological control in meat industry.Food technology, Moskva, 45-64
12. Robertson G, 1993. Food packaging principles and practice. New York: Marcel Dekker 431–469
13. Statistica vol. 6 Stat Soft Exel Program 1997-2003
14. Stamenkovic T. 2007.Effect of Vacuum Packaging on Sensory andlBacteriological Changes of Meat Products in Trade 84-87. International 54th Meat Industry Conference Current trends in meat production and processing Vrnjacka banja 18-20 June 2007.
15. Wochs, 1961. Oil und Fette. Analyse Nahrungsffete verlag A. W. Hayne Erban, 98-104.

УДК 637.33:636.39

ХАРАКТЕРИСТИКА МИЦЕЛЛ КАЗЕИНА КОЗЬЕГО И КОРОВЬЕГО МОЛОКА

Рыжкова Т.Н., канд. техн. наук, доцент, Бондаренко Т.А. старший преподаватель
Харьковская государственная зооветеринарная академия, г. Харьков

В статье представлены результаты анализа форм белка коровьего и козьего молока, а также концентрация и размеры мицелл казеина.

Установлено, что количество общего белка в козьем молоке больше на 26,5 %, а диаметр мицелл казеина меньший на 31,5 %, по сравнению с аналогичными показателями коровьего молока. Козье молоко содержит большую на 12 %, концентрацию казеина, чем аналогичный показатель коровьего молока.

In the results of analysis of forms albumen are presented the article cow and goat's milk, and also concentration and sizes of мицелл of casein.

Set, that amount of general albumen of in goat's milk anymore on 26,5 %, and diameter of мицелл of casein less on 31,5 %, to the for comparing to the analogical indexes of of cow milk. Koz'e of milk of contains large on 12 %, concentration of casein, what analogical index of cow milk

Ключевые слова: козье, коровье молоко, общий белок, казеин.

В современных условиях уменьшения поголовья дойных коров и увеличения поголовья дойных коз в Украине, возникает потребность в увеличении объемов производства молочной продукции. При этом особенное значение приобретает решение вопроса из создания ассортимента продуктов, которые содержат повышенное содержание белка, минеральных веществ и витаминов.

Одним из путей решения этой проблемы есть обеспечение населения высококачественными молочными продуктами, изготовленными из нового, для молокоперерабатывающей отрасли пищевой промышленности, вида молочного сырья, – из козьего молока.

В молочной промышленности, в частности сыроделии, наиболее высокие требования предъявляются к одной из составной части молочного белка – к казеину, в том числе, к его удельному весу, дисперсности, фракционному составу его мицеллы. Невзирая на то, что в козьем молоке, в сравнении с коровьим молоком содержится большее количество массовой доли жира и белка, однако его переработка на ферментированные молочные продукты (твердый сычужный и творог) сопровождается повышенной потерей вышеуказанных составных частей сгустка с сывороткой во время проведения его термомеханической обработки.

Объяснение причины получения сверх нормативных потерь составных частей сгустка из козьего молока с сывороткой, позволит разработать и применить биотехнологические способы, направленные на их уменьшение и, соответственно, на увеличение выхода продукции из единицы молочного сырья. Это, в первую очередь, будет способствовать увеличению объемов производства и выпуска ассортимента продукции из козьего молока на промышленной основе в условиях молокоперерабатывающих предприятий и в фермерских хозяйствах Украины. Кроме того, расширит круг потребителей молочной продукции с повышенным содержанием белка, жира, витаминов и минеральных веществ.

В связи с тем, что выход продукции и потери его составной части, в основном, зависят от содержимого белка в молоке, в том числе, от концентрации в нем казеина, нами была проведена сравнительная характеристику физико-химического состава, определения формы азота (белка) коровьего и козьего молока, а также концентрации и размера мицеллы казеина.

Анализ последних исследований. Известно, что белковые вещества коровьего молока можно распределить на 4 фракции: казеиновая (2,80 %), лактоальбуминовая (0,43 %), лактоглобулиновая (0,06 %), протеозо-пептонная (0,01 %). При этом количество небелковой фракции, которая входит в состав протеина, но не принимает участие в образовании сгустка, составляет около 0,05 % – 0,2 %. Из общего количества азотистых веществ белка коровьего молока (3,3 %) около 80 % занимает казеин. Он легко отделяется во время проведения процесса коагуляции молока слабой кислотой или молокосвертывающим ферментом, в результате чего, в растворе остаются альбумин и глобулин [1].

Максимальный размер мицелл казеина коровьего молока составляет 120 нм (в июне), а минимальный – 87 нм (в январе) [2]. При этом частица казеина в свежем коровьем или козьем молоке настолько мала, что определить их размеры с помощью обычного микроскопу невозможно. Для этой цели пригодное использование только электронного микроскопа.

Установлено, что белки козьего молока отличаются от белков коровьего молока за фракционным составом, структурными, физико-химическими и иммунологическими свойствами [3].

По мнению исследователей (О.А. Суюнчев, 2006), более длительное свертывание козьего молока, в сравнении с коровьим, объясняется его низкой кислотностью, меньшим количеством казеиновой фракции, которая составляет 75 % от общего количества белка молока, по сравнению с содержанием такой же фракции в коровьем молоке, часть которой составляет 85 % [4]. Противоположного мнения придерживаются другие ученые (О.В. Чечеткин, 2000 и А.И. Чекалов, 2001), которые утверждают, что козье молоко относится к казеиновому виду, массовая доля казеина в котором, составляет больше, чем 75 % от общего количества белка [5-6].

Большинство исследователей имеют общий взгляд в вопросах, которые касаются более высокой калорийностью козьего молока, по сравнению с аналогичным показателем коровьего, отсутствием в его составе аллергенов [7]. Они объясняют отсутствие проявления аллергической реакций в организме человека при употреблении козьего молока тем, что в нем находится, преимущественно, *а*-лактальбуминовая, а в коровьем молоке – β-лактоглобулиновая фракция белка. Состав козьего молока

способствует потому, что в желудке оно образует менее плотный сгусток, чем сгусток из коровьего молока. Это значительно облегчает процесс его переваривания [8].

Известно, также что общее количество жировых шариков, которое содержится в 1 $см^3$ козьего молока и их диаметр, по сравнению с коровьим молоком, оказался, соответственно, меньшими на 1,63 млрд. в 1 $см^3$ и на 1,37 мкм ($P \geq 99{,}9$ %). Это свидетельствует о возможности получения сверхнормативных потерь жира из козьих молочных сгустков в подсырную сыворотку, по сравнению с аналогичными потерями из сгустков, образованных под действием молокосвертывающих ферментов на коровье молоко [9].

Цель и задание исследований. Целью наших исследований было определить концентрацию и размер (диаметр) мицеллы казеина.

Методы исследования. Химический состав (%) коровьего и козьего молока, а также полученных из них двух видов обезжиренного молока определяли в соответствии с требованиями ISO 9001: 2000 инструментально на приборе «Bentley-150». (Сертификат IDA 0001461-1 от 16.12.2004).

Для определения размера частиц казеина обезжиренного козьего и коровьего молока нами был использованный метод светорассеивания за методикой П. Дьяченко и др., под редакцией Г.С. Инихова и Н.П. Брио [10].

Изложение основного материала исследования. Результаты анализа физико-химического состава коровьего и козьего молока и, полученного в процессе их сепарирования, двух видов обезжиренного молока, приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Физико-химический состав цельного и обезжиренного коровьего и козьего молока (%)

Название образца молочного сырья	Жир	Белок	Лактоза	Сухая вещество	Сухой обезжиренный остаток молока	Протеин
Сырое коровье	3,95±0,02	2,90±0,02	5,16±0,02	12,97±0,01	9,03±0,02	3,17±0,05
Сырое козье	4,69±0,04	4,02±0,02	5,05±0,02	14,77±0,07	10,08±0,01	4,33±0,01
Обезжиренное коровье	0,06±0,01	3,28±0,02	5,16±0,02	9,39±0,02	9,33±0,02	3,47±0,02
Обезжиренное козье	0,06±0,01	4,15±0,01	5,25±0,02	10,41±0,07	10,34±0,06	4,39±0,01

Из данных табл. 1 видно, что массовая часть жира, белка и сухих веществ, в козьем молоке более высокая, чем в коровьем молоке соответственно, на 0,74 %, 1,12 % но 1,8 % ($P \geq 99{,}9$ %).

Однако содержимое лактозы было большим в коровьем молоке, в сравнении с такими же показателем козьего ($P \geq 99{,}9$ %). Достоверной разницы между показателем сухого вещества и сухого обезжиренного остатка цельного двух видов цельного молока не обнаружено.

В козьих пробах молока показатели содержимого протеина и белка увеличились, в сравнении с аналогичными в коровьих, соответственно, на 0,92 % по 0,06 % ($P \geq 99{,}9$ %), что объясняется концентрированием белковых веществ во время проведения процесса сепарирования молока.

Достоверной разницы между другими вышеперечисленными показателями не установлено ($P < 99{,}9$ %).

Проведена сравнительная оценка белка коровьего и козьего молока, результаты которой представлены в табл. 2.

Таблица – 2 Содержимое азотистых веществ в коровьем и козьем молоке, %

Показатели	Коровье молоко	Козье молоко
Протеин (белковая и небелковая форма)	3,42±0,57	4,39±0,68
Белковая форма (общий белок)	3,28±0,49	4,15±0,63
Казеин	2,62±0,35	3,84±0,55
Альбумин и глобулин	0,66±0,11	0,31±0,04
Небелковая форма	0,14±0,03	0,24±0,04

Из данных табл. 2 видно, что в коровьем молоке общее содержимое общего белка составляет 3,42 %, в том числе 2,62 % казеина. В козьем молоке содержится 4,39 % общего белка, в том числе, казеина 3,84 %.

При этом количество казеиновой фракции в коровьем и козьем молоке составляет, соответственно, 75,5 % и 87,5 % от общего количества белка. То есть козье молоко содержит казеина на 12 % больше, в сравнении с аналогичным показателем в коровьем.

Согласно методике, изложенной Иниховым Г.С.и Брио Н.П., 1971 г., определяли оптическую плотность молока непосредственно после предыдущего разбавления двух вышеупомянутых видов обезжиренного молока на приборе КФК-2-УХЛ-4.2.

Выбор светофильтра проводили с учетом возможности длины волны к максимальному ее пропусканию в спектре анализируемого вещества (=546 нм). Коэффициент светорассеивания разбавленных растворов связан с величиной средней массы части таким соотношением: $\frac{\tau}{H \cdot C} = M$,

где τ – коэффициент светорассеивания;

M – средняя масса частицы казеина;

C – концентрация казеина в молоке, определенная методом Кьельдаля (г/мл).

H – постоянная величина, которая равняется 4,38·10-6

Средний размер (диаметр) частицы казеина рассчитывали по формуле: $d = 1{,}342\sqrt[3]{M} \cdot 10^{-8} см$.

Результаты измерений показали, что для козьего молока коэффициент светорассеивания $\boldsymbol{\tau}$ составляет 28 %, концентрация казеина в молоке равняется 0,0384 г/мл; молярная масса частицы казеина $M = 170 \cdot 10^6$ средний диаметр частицы казеина d = 73 нм.

Для коровьего молока коэффициент светорассеивания τ составляет 43 %, концентрация казеина в молоке 0,0263 г/мл, молярная масса частицы казеина M = 370·106; средний диаметр частицы казеина d = 96 нм, т.е. диаметр мицеллы казеина козьего молока меньше аналогичного показателя коровьего на 31,5 %.

Выводы

1. Концентрация казеиновой фракции от общего количества белка в козьем и коровьем молоке составляет, соответственно, 87,5 %, но 75,5 %, т.е. козье молоко содержит большую на 12 %, концентрацию казеина, чем аналогичный показатель коровьего молока.

2. Количество общего белка в козьем молоке большее на 26,5 %, а их диаметр меньший на 31,5 %, по сравнению с аналогичными показателями коровьего молока.

3. Мицеллы казеина козьего молока имеют меньший диаметр, чем аналогичный показатель коровьего и, несколько ранее установленный авторами статьи, меньший диаметр его жировых шариков.

4. Козье молоко содержит большее количество мицелл казеина и жировых шариков в 1 $см^3$ молока, по сравнению с аналогичным показателем коровьего, что подтверждается большим содержанием белка и жира в козьем молоке, по сравнению с аналогичными показателями в коровьем.

5. Наличием меньшего диаметра мицелл казеина и жировых шариков в 1 $см^3$ козьего молока объясняются увеличенные потери вышеуказанных компонентов из молочных сгустков с сывороткой, образованных под влиянием молокосвертывающих ферментов на козье молоко, по сравнению с потерей аналогичных составных частей из сгустков из коровьего молока.

6. Отличительные характеристики казеиновых мицелл и жировых шариков козьего молока от коровьего, требуют особых технологических подходов, при переработке козьего молока на сычужный сыр и творог.

Литература

1. Инихов Г.С. Биохимия молока и молочных продуктов [Текст]/ Г.С. Инихов – М.: Пищевая промышленность, 1970. – С. 16-17.
2. Влодавец И. Определение размеров частиц казеина в молоке [Текст] / И. Влодавец, П. Дьяченко, Е. Богомолова // Молочная промышленность. – 1952. – № 7. – С. 33-37.
3. Симоненко С.В. Особенности состава козьего молока, как компонента продуктов питания [Текст] / С.В. Симоненко, Г. М. Леси, И. В. Хованова / Труды БГУ 2009, том 4, часть 1. – С. 109 – 116.
4. Суюнчев О.А. Разработка технологии производства сыров из козьего молока/ О.А. Суюнчев [Текст] // Переработка молока – 2006. – № 2. – С.50—51.
5. Чечеткин О.В. Биохимия сельскохозяйственных животных [Текст]/: Учебник для студентов зооинженерных факультетов ветеринарной медицины сельскохозяйственных вузов / Под редакцией проф. О.В. Чечеткина / О.В. Чечеткин, В. И. Воронянский, М. И. Карташов. – Издательство РВР ХЗВИ. - Харьков, 2000. – 466 с.
6. Чекалов А.И. Козоводство. Учебное пособие для студентов ВУЗОВ – декабрь, 2001 г. [Текст]/ [Электронный ресурс].
7. Пономарева Т. Масло, сыр и все из молока [Текст]/ Т. Пономарева, Беленький Г. – Феникс, Ростов на Дону, 2000. – С. 11–12.

8. Шамова А.Г. Пищевая аллергия в детей (новые технологии профилактики и лечения). Методические рекомендации для врачей [Текст] / А.Г. Шамова [и др.] – ГОУ ВПО Казанский государственный медицинский университет Федерального агентства по охране здоровья социальному развитию, Казань, 2005. – 19 с.
9. Рижкова Т. М. Залежність виду технологічного обробляння молока від характеристики його жирових кульок / Т.М. Рижкова // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : Зб. наук. праць ХДА технології та організації харчування. – Харків, 2001. (Ч. 1). –С.212–219.
10. Инихов Г.С. Методы анализа молока и молочных продуктов [Текст] / Г. С. Инихов, Н.П. Брио. М.: Пищевая промышленность, 1971. – 415 с.

УДК 637.52

СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФОСФАТОВ В КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Патюков С.Д., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В работе приведены данные относительно возможности снижения дозировки фосфатных препаратов при производстве колбасных изделий. Показано, что для сохранения высоких функционально-технологических показателей колбасного фарша целесообразно применять эмульсию полиненасыщенных жирных кислот ряда омега-3. При этом дозировку фосфатов можно снизить в 2…4 раза, а полученные продукты будут относиться к категории функциональных.

Data concerning the possibility of phosphate preparation doses during the sausage preparation presented in this paper. It has been shown that it is helpful to use the emulsions of omega-3 polyunsaturated fatty acids to maintain the high functional and technological properties of meat systems. In this case the dose of phosphates can be reduced two to four times and the resulting products could be attributed to functional products.

Ключевые слова: фосфаты, полиненасыщенные жирные кислоты, ПНЖК, омега-3, м'ясні продукти, функціональні продукти.

При производстве колбасных изделий широко применяются различные фосфаты: орто-, пиро, полифосфаты натрия, калия, кальция, магния различной замещенности (таблица 1). По отдельности их применяют чрезвычайно редко, как правило в комбинации друг с другом, что позволяет достичь максимального технологического эффекта. Они обладают рядом очевидных технологических достоинств – повышают влагосвязывающую (ВСС) и эмульгирующую (ЭС) способность мяса, что позволяет заметно повысить выход готовой продукции при снижении расхода мясного сырья, избежать потерь массы продукции в процессе технологической обработки за счет предотвращения образования бульонных и жировых потеков.

Фосфор, как известно, относится к числу элементов, присутствие которых в рационе питания является совершенно необходимым для протекания нормальных процессов жизнедеятельности. Фосфор, совместно с кальцием – основные минеральные элементы костной ткани, фосфор входит в состав АТФ и креатинфосфата – макроэргических соединений, входит в состав фосфолипидов, нуклеиновых кислот и ряда других важнейших соединений, без которых невозможно нормальное функционирование организма. В то же время известно, что повышенное содержание фосфора само по себе является нежелательным, а особенно опасно повышение отношения фосфор/белок, особенно для людей, страдающих заболеваниями почек. Многолетними исследованиями в ряде клинических центров установлено, что минимальная смертность наблюдается при соотношении фосфор/белок в рационе питания 12…14 мг/г, снижение этого показателя ниже 12 мг/г повышает смертность на 13 %, повышение до значения 14…16 – увеличивает смертность на 80 %, превышение 16 мг/г – удваивает смертность [5]. Если соотношение фосфора к кальцию превышает два, образуются растворимые соли кальция, кальций вымывается из кости, кости теряют прочность. Присутствие в пищеварительном тракте значительного количества растворимых фосфатов приводит к снижению усвоения двух- и трехвалентных металлов: железа, меди, цинка, кобальта и других, что приводит к анемии и другим алиментарным заболеваниям. Осознание риска повышенного потребления фосфора привела к тому, что нормы для всех возрастных категорий старше 4 лет были снижены действующим законодательством по сравнению с нормами 1991 г (таблица 2). При этом в ряде зару-

бежных стран, в том числе США, эти нормативы уменьшены до еще более низких значений, чем в Украине. Важным является не только количество фосфора, но и его соотношение с другими компонентами рациона – белком и кальцием. Эта проблема приобретает дополнительную остроту в связи со снижением потребления населением Украины мясных и молочных продуктов, которые являются источником белка и кальция.

Согласно данным медицинских исследований, фактическое среднее потребление фосфатов в Украине составляет 5892 мг/сутки (в пересчете на P_2O_5) [7], в то время как рекомендуемое потребление составляет 2748 мг/сутки (в пересчете на P_2O_5), а максимально допустимое – 4900 мг/сутки (в пересчете на P_2O_5). При этом основным источником превышения фосфатов в рационе являются мясные изделия с добавками [2, 7]. Уменьшение содержания в рационе питания усвояемых фосфатов приводит к значительному снижению смертности у пациентов, страдающих хроническими заболеваниями почек [3, 6].

Таким образом, имеется острая необходимость поиска путей снижения потребления фосфатов. Как продемонстрировали ранее проведенные нами исследования, для повышения функциональных свойств мясных продуктов могут быть использованы эмульсии полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), в частности, кислот ряда омега-3, биологическая активность которых известна уже длительное время [1, 4].

Целью нашей работы было изучение возможности снижения использования фосфатов в рецептуре колбасных изделий при условии сохранения последними высоких функционально-технологических свойств за счет использования эмульсий ПНЖК ряда омега-3.

Таблица 1 – Фосфаты, применяемые при производстве мясных продуктов

Наименование	Индекс Е	Химическая формула	pH водного раствора
ОРТОФОСФАТЫ			
ортофосфат натрия 1-замещенный	Е-339	NaH_2PO_4	4,2…4,5
ортофосфат натрия 2-замещенный	Е-339	Na_2HPO_4	9,0…9,3
ортофосфат натрия 3-замещенный	Е-339	Na_3PO_4	11,5…12,5
ортофосфат калия 1-замещенный	Е-340	KH_2PO_4	
ортофосфат кальция 1-замещенный	Е-341	$Ca(H_2PO_4)_2$	плохо растворим
ортофосфат кальция 2-замещенный	Е-341	$CaHPO_4$	плохо растворим
ортофосфат кальция 3-замещенный	Е-341	$10CaOx3P_2O_5xH_2O$	плохо растворим
ортофосфат магния 1-замещенный	Е-343	$Mg(H_2PO_4)_2$	нерастворим в воде
ортофосфат магния 2-замещенный	Е-343	$MgHPO_4$	нерастворим в воде
ортофосфат магния 3-замещенный	Е-343	$Mg_3(H_2PO_4)_2$	нерастворим в воде
ПИРОФОСФАТЫ			
дигидропирофосфат натрия (динатрий пирофосфат)	Е-450	$Na_2H_2P_2O_7$	3,7…4,4
моногидропирофосфат натрия (тринатрий пирофосфат)	Е-450	$Na_3HP_2O_7$	
пирофосфат натрия (тетранатрий пирофосфат)	Е-450	$Na_4P_2O_7$	9,9…10,8
пирофосфат калия	Е-450		10,0…10,7
ПОЛИФОСФАТЫ			
полифосфат натрия	Е-452	$xNa_2O\ yP_2O_5$	
полифосфат калия	Е-452	$H_{n+2}P_nO_{3n+1}$ где n не менее 2	

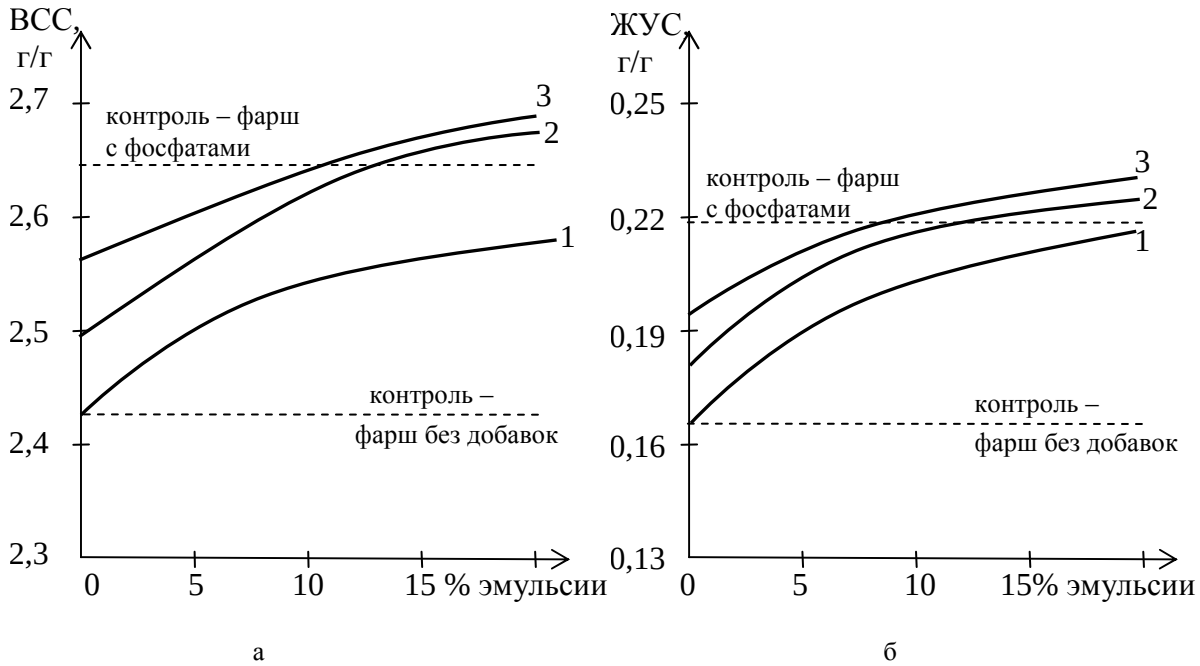
В качестве контроля при выработке колбасных изделий была выбрана рецептура колбасы «Столичная», содержащей 15 % говядины высшего сорта, 45 % свинины нежирной, 20 % свинины полужирной, 20 % бокового шпика. В качестве фосфатной добавки использовали препарат Abastol фирмы Budenheim представляющий из себя сложную смесь различных фосфатов. Эмульсию получали на основе льняного

масла по рецептуре и технологии, аналогичной технологии майонеза «Провансаль». Эмульсию масла вводили в рецептуру взамен соответствующего количества шпика.

К числу наиболее значимых эффектов применения фосфатов в колбасном производстве относятся, как было сказано ранее, повышение ВСС и ЭС фарша. Увеличение ЭС наглядно проявляется в повышении жироудерживающей способности (ЖУС). На рисунке 1 наглядно видно, что добавление 0,4 % препарата фосфатов заметно повышает как ВСС, так и ЖУС. К числу причин повышения ВСС можно отнести то, что за счет наличия активных фосфатных групп облегчается диссоциация актомиозионового комплекса, а продукты диссоциации отличаются более высокой ВСС, чем недиссоциированный комплекс. Кроме того, повышение pH фарша также приводит к возрастанию ВСС за счет изменения конформации белковых молекул и увеличения доступности полярных групп. Наличие в составе коммерческих препаратов смеси нескольких фосфатов обеспечивает значительную буферность системы.

Таблица 2 – Динамика изменения нормативов потребления фосфора

Возрастная группа	"Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії" Наказ МОЗ України №272 від 18.11.1999 р.			"Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения СССР" Приказ МЗ СССР №5786-91 от 28.05.1991 г.		
	Са, мг/сут	Р, мг/сут	Соотношение Са:Р	Са, мг/сут	Р, мг/сут	Соотношение Са:Р
0—3 мес	400	300	1:0,75	400	300	1:0,75
4—6 мес	500	400	1:0,80	500	400	1:0,80
7—12 мес	600	500	1:0,83	600	500	1:0,83
1—3 года	800	800	1:1	800	800	1:1
4—6 лет	800	800	1:1	900	1 350	1:1,5
6 лет	800	800	1:1	1000	1500	1:1,5
7—10 лет	1000	1000	1:1	1100	1650	1:1,5
старше 11 лет	1200	1200	1:1	1200	1800	1:1,5



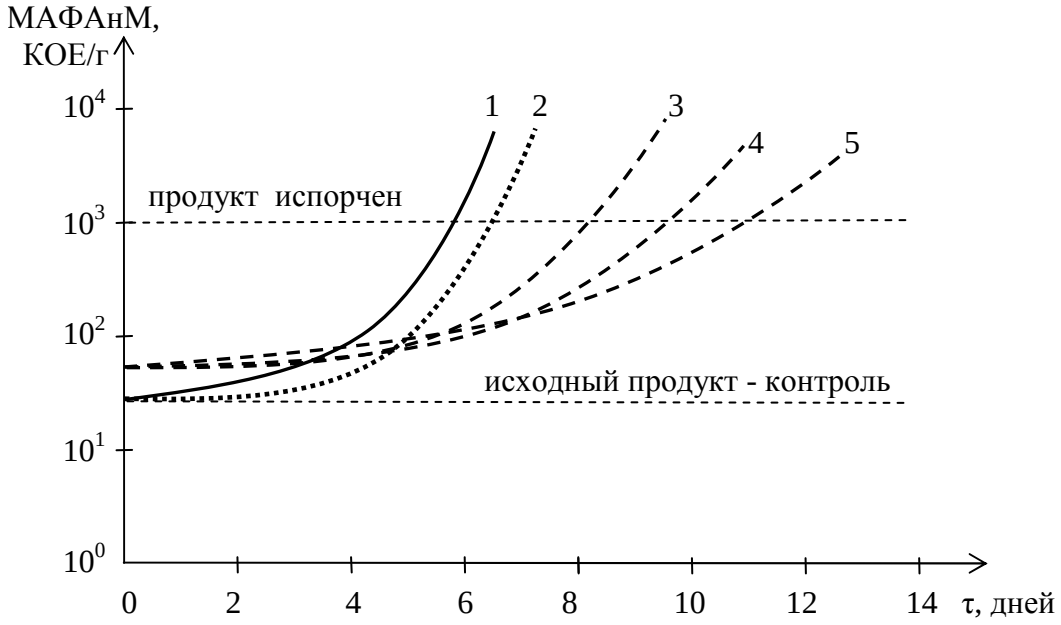
1 – без фосфатов, 2 – с добавкой 0,1 % фосфатов, 3 – с добавкой 0, 2% фосфатов

Рис.1 – Влияние добавки фосфатов и ПНЖК на влагосвязывающую (а) и жироудерживающую (б) способность фарша вареной колбасы

Как видно из приведенных на рис. 1 данных, добавление эмульсии льняного масла хотя и приводит к заметному улучшению функционально-технологических свойств колбасного фарша, однако введение эмульсии в исследованном диапазоне позволяет лишь приблизиться к ЖУС фарша с фосфатами. Что касается ВСС, то использование одной только эмульсии не позволяет достичь значений контрольного фарша с фосфатами. В то же время, при совместном использовании эмульсии с фосфатами, чья доза уменьшена в четыре раза по сравнению с традиционными технологическими рекомендациями (до 0,1 %), удается уже при 14…15 % введении эмульсии превзойти как ВСС, так ЖУС фарша с фосфатами. В случае использования дозы фосфатов вдвое меньше традиционной (0,2 %), для того, чтобы превзойти ЖУС фарша с фосфатами необходимо свыше 8 % эмульсии, для ВСС – свыше 11 %. Таким образом, при использовании эмульсии взамен вей дозы фосфатов количество воды, которая будет связана фаршем, будет несколько меньше. При этом выход продукции также соответственно будет меньше. Для того, чтобы обеспечить выход не менее, чем в случае использования традиционных технологий, можно использовать уменьшенные вдвое или вчетверо дозы внесения фосфатов. При этом обеспечивается как высокий выход продукции, так и гарантируется отсутствие бульонных и жировых потеков в процессе технологической обработки колбасных изделий и хранения продукции.

К числу технологических достоинств фосфатных препаратов относится наличие у них пусть небольших, однако заметных бактериостатических свойств [7], поэтому при замене фосфатов на другой тип добавки необходимо убедиться, что микробная обсемененность продукции со сниженным содержанием фосфатов будет храниться не хуже, чем традиционная.

На следующем этапе было изучено влияние фосфатов и эмульсии ПНЖК на микробиологические показатели готовой продукции. В соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01, максимально допустимое значение общей микробиальной обсемененности для вареных колбас высшего и первого сортов составляет 10^3 КОЕ/г, поэтому предельный срок хранения мы устанавливали с учетом именно этого значения. Результаты исследования приведены на рис. 2. Добавление 0,4 % фосфатов несколько замедляет развитие микрофлоры, однако этот эффект не выражен настолько, чтобы можно было отнести фосфаты к числу консервантов. В то же время, полностью сбрасывать их антибактериальный эффект со счетов было бы неправильным, особенно с учетом возможности применения этого эффекта в рамках разработки барьерных технологий, когда результат достигается за счет применения комбинации факторов, каждый из которых по отдельности не в состоянии остановить рост микрофлоры. В частности, этот эффект проявляется при совместном использовании фосфатов с ПНЖК. Как видно из приведенных графиков, добавление фосфатов приводит к увеличению антимикробных свойств эмульсии, можно говорить о синергизме фосфатов и эмульсии ПНЖК, поскольку по отдельности ни один из препаратов не обеспечивает такого выраженного эффекта, как в комбинации друг с другом.



1 – контрольный фарш, 2 – фарш + 0,4 % фосфатов, 3 – фарш + 10 % эмульсии, 4 – фарш + 10 % эмульсии+ 0,1 % фосфатов, 5 – фарш + 10 % эмульсии + 0,2 % фосфатов

Рис.2 – Изменение общей микробиальной обсемененности вареной колбасы с добавкой фосфатов и ПНЖК

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Уровень введения фосфатов в мясные продукты должен быть снижен.

2. Для сохранения высоких функционально-технологических показателей колбасного фарша со сниженным уровнем фосфатов с успехом могут быть применены эмульсии ПНЖК ряда омега-3.

3. При совместном использовании фосфатных препаратов и эмульсии ПНЖК наблюдается их синергизм.

4. Применение эмульсии льняного масла позволяет снизить дозу введения фосфатов в 2…4 раза без уменьшения ВСС и ЖУС колбасного фарша

5. Срок хранения готовой продукции с введением комбинации фосфатов и эмульсии льняного масла превосходит срок хранения традиционной продукции.

6. Обогащение колбасных изделий ПНЖК ряда омега-3 позволяет отнести их к категории функциональных продуктов

Література

1. Bjerregaard P., Dyeberg J. Mortality from ischemic heart disease and cerebrovascular disease in Greenland // Int. J. Epidemiol. – 1988. – v.17. - p.514-520.
2. Gutierrez O.M., Anderson C., Isakova T. Low socioeconomic status associates with higher serum phosphate irrespective of race // J. Am. Soc. Nephrol. – 2010. – v.21, p.1953-1960.
3. Isakova T., Gutierrez O.M., Chang Y. Phosphorus binders and survival on hemodialysis // J. Am. Soc. Nephrol. – 2009. – v.20, p.388-396.
4. Marchioli R., Barzi F., Bomba E. et al. Early protection against sudden death by n-3 polyunsaturated fatty acids after myocardial infarction // Circulation. – 2002. – v. 105. - № 16, p.1897-1903.
5. Noori N., Kalantar-Zadeh K., Covesdy C.P. et al. Association of Dietary Phosphorus Intake and Phosphorus to Protein Ratio with Mortality in Hemodialysis Patients // Clin. J. Am. Soc. Nephrol. – 2010. – v.5. – №4, p.683–692.
6. Uribarri J. Phosphorus additives in food and their effect in dialysis patient // Clin. J. Am. Soc. Nephrol. – 2009. – v.4, p.1290-1292.
7. Подрушняк А.Е., Цапко Е.В., Волощенко З.Л. и др. Проблемы регламентации фосфорсодержащих пищевых добавок и интерпретации результатов их анализа в мясных продуктах // Проблеми харчування – 2005. – №2, с.14-19.

УДК 637. 523: 635. 657

ІДЕНТИФІКАЦІЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОВБАСИ ВАРЕНОЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗЕРНОБОБОВОЇ СИРОВИНИ НУТУ

Холодова О.Ю., канд. техн. наук, старший викладач, Кійко В.В., канд. техн. наук, доцент
Донецький національний університет економіки і торгівлі
ім. Михайла Туган-Барановського, м. Донецьк

У статті наведено результати ідентифікації споживних властивостей ковбаси вареної з використанням зернобобової сировини нуту. Доведено перспективність використання сировини нуту при виробництві ковбасних виробів.

In the article the results of authentication of consumer properties of sausage boiled are resulted with the use of raw material. Perspective of the use of raw material is well-proven at the production of sausage wares.

Ключові слова: ковбаса варена, нут, споживні властивості, харчова цінність.

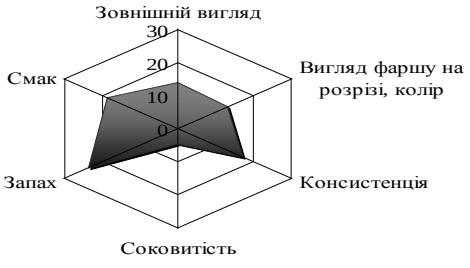
Вступ. Харчування є невід'ємним і дуже важливим складником підтримання фізіологічного стану людини. Саме стан здоров'я людини спонукає науковців і практиків розробляти нові види продукції, зокрема м'ясної, з підвищеним вмістом білка, вітамінів, мінеральних речовин та зниженням кількості жиру й цукру, що є необхідною умовою забезпечення здоров'я населення України в рамках реалізації національних програм «Україні – безпечне харчування», «Здорова нація» та концепції «Якість життя». Одним із першочергових завдань сучасної м'ясопереробної промисловості є виробництво ковбасних виробів підвищеної харчової цінності.

Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями. Проблемами використання нуту у м'ясопереробній промисловості присвятили свої наукові праці такі вчені, як А. Абдиєв [1], Н. П. Лук'янченко [2], О.А. Шалимова [3] та інші.

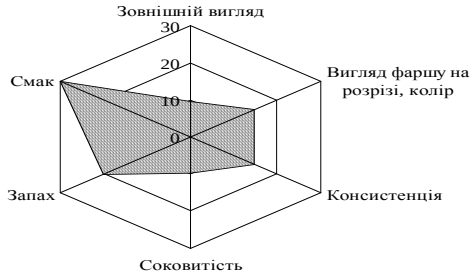
Ідентифікація якості розробленої ковбаси проводилася з метою визначення її хімічного складу, харчової і біологічної цінності, які змінилися в результаті заміни частки хребтового шпику зернобобовою сировиною – пастою з нуту – згідно із запропонованою рецептурою. Ідентифікація споживних властивостей передбачала визначення основних показників якості ковбаси вареної із пастою з нуту, а саме: органолептичних, фізико-хімічних, медико-біологічних, які в сукупності віддзеркалюють якість і безпечність нового виду продукту.

Метою статті є обґрунтування перспективності використання нуту на основі результатів ідентифікації споживних властивостей варених ковбасних виробів.

Виклад основного матеріалу досліджень. На основі проведеного дегустаційного аналізу, згідно з розробленою 5-бальною шкалою, визначено категорії якості ковбаси «Лікарська» та зразків ковбаси вареної із заміною частки шпику на пасту з нуту (рис. 1).



***А –** ковбаса «Лікарська» (Контроль); S – 90,7 балів*



***Б –** ковбаса варена (5 % пасти з нуту); S – 98,8 балів*

Рис. 1 – Профілограми органолептичних характеристик дослідних зразків ковбасних виробів

У зразку ковбаси з 5 %-ою заміною шпику на пасту з нуту було присуджено вищу категорію якості (рис. 1). У процесі дегустаційного аналізу комісією експертів визначено такі переваги: однорідну структуру фаршу на розрізі; відсутність порожнин; рівномірний рожевий колір; пружну консистенцію виробу; добру соковитість ковбаси; добре виражений у міру солоний смак; приємний запах нуту; горіховий присмак; легкий аромат прянощів. До вищої категорії якості було віднесено ковбасу «Лікарську» (90,7 балів). Ідентифікацію харчової цінності ковбасних виробів з пастою з нуту проводили шляхом дослідження їх хімічного складу, який не тільки засвідчує харчову цінність, а й визначає окремі фізичні, хімічні і біологічні властивості ковбаси. Дослідженням хімічного складу розробленої ковбаси вареної з пастою з нуту встановлено збільшення у продукті кількості білка і вуглеводів та зменшення масової частки жиру. При цьому відмічалося зменшення енергетичної цінності ковбаси вареної з нутом, що є позитивним в умовах зростаючої тенденції порушення жирового балансу населення. Заміна шпику пастою з нуту призводить до збільшення масової частки вологи в ковбасі, що сприяє формуванню товарознавчо-технологічних властивостей та значно впливає на якість продукту, активність мікробіологічних і біохімічних процесів та його збереженість. РН дослідних зразків варених ковбасних виробів з пастою з нуту має кінетику зростання у порівнянні з контрольним зразком ковбаси «Лікарська», що можна пояснити сильнішим утриманням м'ясного соку білковими молекулами фаршу з пастою з нуту. Збільшення вологи при використанні до 5 % пасти з нуту позитивно впливає на соковитість виробів, підвищує пластичність та знижує показник роботи різання, що узгоджується з реологічними та органолептичними дослідженнями, а саме, консистенції ковбаси з пастою з нуту. При заміні частки хребтового шпику пастою з нуту в кількості 5 % у ковбасі вареній вміст білка збільшився на 1,2 %, а жиру зменшився на 4,1 %. Енергетична цінність виробів також відрізняється в бік зменшення у зразках ковбаси вареної з нутом майже на 123,687 кДж або 29 ккал. Співвідношення білок / жир у ковбасі «Лікарська» дорівнює 0,66, а у ковбасі з пастою з нуту – 0,88, що близьке до оптимального (0,8–1,0). Слід відзначити, що до складу ковбаси з пастою з нуту входять вуглеводи (0,69 %), що посилює повноцінність продукту.

У результаті досліджень вітамінного складу було встановлено, що склад ковбаси вареної «Донецька» доповнений вітаміном РР за рахунок внесення зернобобової культури нуту, який сприяє кращому засвоєнню рослинного білка, активізує діяльність шлунково-кишкового тракту, бере участь у вуглеводному обміні та окисиснювально-відновлювальних реакціях, що протікають у клітинах. Вміст вітамінів А, Е, B_6, B_2 та B_1, присутніх у стандартній ковбасі, не зменшився.

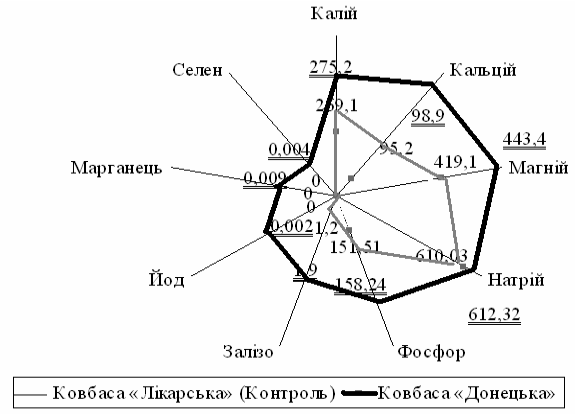


Рис. 2 – Вміст мінеральних елементів у ковбасних виробах

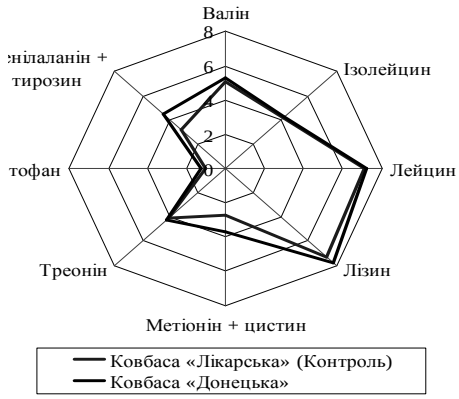


Рис. 3 – Амінокислотний склад ковбасних виробів, г/100 г білка

Дослідження мінерального складу показало (рис. 2) не тільки присутність їх у складі ковбаси вареної «Донецька» у широкому спектрі, але й знаходження в межах вимог збалансованого харчування співвідношення кальцію/фосфору – 1:1,6 та Ca + Na / Mg + K - 0,99 (< 1). Відомо, що засвоюваність кальцію найбільш висока при співвідношенні у продукті кальцію і фосфору 1:1,5-2. Таким чином, використання пасти з нуту в рецептурі варених ковбасних виробів надає змогу підвищити вміст мінеральних речовин та вітамінів у фізіологічно суттєвих кількостях та відповідає вимогам збалансованого харчування. Окрім того, що ковбаса з пастою з нуту характеризується підвищеним вмістом білка, її вживання в кількості 150 г може задовольнити добову потребу організму людини у всіх амінокислотах. Їх сума у порівнянні із загальним білком склала близько 96,7 %, що на 3,5 % більше, ніж у ковбаси «Лікарської», причому незамінні амінокислоти у ковбасі з додаванням нуту складають 38,2 %, а в «Лікарській» відповідно – 35,63 % (рис. 3). Співвідношення незамінних амінокислот до замінних відповідає рекомендованим нормам збалансованого харчування (0,56–0,67) і складає в ковбасі «Донецька» 0,65, а в «Лікарській» – 0,62.

Для об'єктивної характеристики харчової цінності ковбасних виробів наведено основні показники біологічної цінності білка – амінокислотний скор ($АК_{скор}$), коефіцієнт утилітарності амінокислот (U), ступінь використання білка, показник надмірності амінокислотного скору, коефіцієнт зіставної надмірності ($\sigma_з$), якісний показник білка (ЯПБ). Максимальний скор у ковбасі «Донецька» мають такі амінокислоти: лізин, триптофан і треонін, а в ковбасі «Лікарська» – ізолейцин та треонін. Лімітуючою амінокислотою в ковбасі з рослинною добавкою виявився фенілаланін + тирозин (74,46 %). Це означає, що азот білку ковбаси може бути використаний на пластичні цілі організму людини відповідно на 74,46 %.

Коефіцієнт утилітарності, що свідчить про ступінь збалансованості незамінних амінокислот по відношенню до еталона, встановленого ФАО/ВОЗ, знаходиться на достатньо високому рівні: для ковбаси з пастою з нуту – 0,83, для «Лікарської» – 0,67. ЯПБ, який вказує на відношення цінної м'язової тканини до сполучної, в ковбасних виробах практично однаковий – 85 %. Це свідчить про високу збалансованість амінокислотного складу ковбасних виробів у порівнянні з еталоном, для якого U = 1. Ступінь використання білка виражається за допомогою коефіцієнта різниці амінокислотного скору (КРАС), що вказує на середню величину надмірності амінокислотного скору незамінних амінокислот у порівнянні з найменшим рівнем скору незамінної амінокислоти. Розрахунки КРАС свідчать про зниження цього показника в ковбасі «Донецька» до рівня 34,41 % у порівнянні з контрольним зразком ковбаси «Лікарська», для якої КРАС складає 43,13 %. Біологічна цінність (БЦ) білка знаходиться у зворотній залежності від КРАС, а саме, чим нижчий КРАС, тим вища біологічна цінність білка. Таким чином, БЦ білка ковбаси з пастою з нуту складає 65,57%, що дещо вище від БЦ білка ковбаси «Лікарська», яка знаходиться на рівні 56,87 %. Показник надмірності амінокислотного скору наочно показує, що із 100 г білка ковбаси «Донецька» та ковбаси «Лікарська», що споживається, 11,52 г і 13,88 г відповідно не використовується організмом. Коефіцієнт зіставної надмірності для ковбаси з пастою з нуту становить 13,87 г, а для контрольного зразка ковбаси «Лікарська» – 24,78 г, що також свідчить про підвищення ступеня засвоєння розробленої ковбаси за рахунок збалансованості білка.

Дослідження жирнокислотного складу засвідчують зниження в ковбасі «Донецька» вмісту насичених жирних кислот (пентадеканової $С_{15:0}$, міристинової $С_{14:0,}$ пальмітинової $С_{16:0}$, маргаринової $С_{17:0}$, стеаринової $С_{18:0}$) та збільшення питомої ваги лінолевої (С18:2), арахідонової $С_{20:4}$, олеїнової $С_{18:1}$ і ліноленової $С_{18:2}$ кислот порівняно з контролем, що пояснюється вмістом цих жирних кислот у пасті з нуту. Про збалансованість жирнокислотного складу ковбаси «Донецька» свідчить співвідношення ліноленової і

лінолевої кислоти, яке становить 5,13:1,00 і відповідає настановам сучасної теорії харчування. Аналіз співвідношень між поліненасиченими, насиченими та мононенасиченими жирними кислотами свідчить, що найбільш наближений до оптимального співвідношення зразок ковбаси «Донецька». Таким чином, використання 5 % пасти з нуту у складі вареної ковбаси дає змогу оптимізувати співвідношення між поліненасиченими, насиченими та мононенасиченими кислотами згідно з рекомендованими нормами.

Результати ідентифікації вмісту важких металів у ковбасі вареній «Донецька» свідчать про відповідність їх кількості згідно з допустимим рівнем, передбаченим МБВ і СН 5061-89 «Медико-біологічні вимоги і санітарні норми якості продовольчої сировини і харчових продуктів» та СанПіН 42-123-4089-85 «Санітарні правила і норми. Результати ідентифікації зразків ковбасних виробів свідчать про відсутність пестицидів, антибіотиків, афлатоксину B_1, гормональних препаратів та радіонуклідів Cs^{137} і Sr^{90}. Вміст нітрозамінів не перевищує допустимі рівні, які встановлено МБВ і СН та СанПіН.

Результати мікробіологічних досліджень свідчать про відсутність у свіжовиготовлених зразках ковбаси «Донецька» бактерій групи кишкової палички, патогенних мікроорганізмів, сульфітредукувальних клостридій, коагулазопозитивного стафілококу, Staphylococcus aureus та L.monocytogenes. Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) у 1 г продукту в ковбасних виробах не перевищує норми ДСТУ 4436:2005.

На підставі медико-біологічних досліджень «in vivo» встановлено відсутність несприятливої дії ковбаси вареної з пастою з нуту на організм. Проведена комплексна оцінка якості зразків ковбаси «Донецька» за шкалою Харрінгтона на 10,68 % вища у порівнянні з контрольним зразком ковбаси «Лікарська» (комплексний показник якості відповідно 0,9615 та 0,8687), проте обидва зразки відповідають за прийнятою шкалою оцінці “відмінно”.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є вчення науковців, які відмічають тривалий інтерес до бобової культури нуту як до сировини, альтернативної трансгенній сої. Зарубіжний досвід вказує на переваги застосування нуту над традиційною сировиною в кондитерській промисловості для виготовлення вафель, у хлібоборошняній, для виготовлення молочних продуктів, майонезу, у м’ясній промисловості.

Література

1. А. Абдиев Нут на предгорной богаре Узбекистана // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 3.
2. Лукьянченко Н. П. Разработка технологий колбасных изделий с использованием нута и продуктов его модификации : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / Н. П. Лукьянченко ; Северокавказ. гос. техн. ун-т. - Ставрополь, 2003. – 165 с. – Библиогр.: с. 26-27.
3. Стромская И. Я. Введение нута и пшеницы как альтернатива соевым ингредиентам при разработке рецептур колбасных изделий из мяса птицы / Стромская И. Я., Шалимова О. А. // мат. 3 Всесоюзн. науч.-техн. конф. : тез. докл. – Орел, 2006. – 143 с.

УДК 661. 8… 743:637.523

ЛАКТАТ НАТРІЮ – БАР’ЄР ДЛЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ВАРЕНИХ КОВБАС

Молоканова Л.В., канд. техн. наук, доцент, Квасніков А.А., ст. викладач
Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського, м. Донецьк

Викладено результати досліджень щодо впливу лактату натрію на мікробіологічні показники варених ковбас вищого ґатунку, в рецептурі яких нітрит натрію, як інгредієнт, що формує колір, замінено натуральними барвниками.

The results of researches are expounded in relation to influence of lactat of sodium on the microbiological indexes of the boiled sausages of top grade, in compounding of which there is a nitrite of sodium, as an ingredient which forms a color is transferable nature-colours.

Ключові слова: лактат натрію, варені ковбаси, збереженість, мікробіологічна безпечність

Проблема безпечності харчових продуктів є однією з тих, вирішення якої є нагальним. У зв’язку з тотальним використанням у харчовій промисловості широкого спектру добавок (ароматизатори, антиокислювачі, консерванти, посилювачі смаку і т. д.), переважна більшість з яких має штучне похо-

походження, вони щоденно потрапляють в організм людини. Також треба взяти до уваги, що багато цих добавок постачається з-за кордону і їх хімічний склад дуже часто викликає занепокоєння щодо використання їх при виробництві харчових продуктів. Крім того, є такі інгредієнти, які вкрай негативно впливають на організм людини. У м'ясній промисловості таким інгредієнтом є нітрит натрію.

Нітрит натрію (харчова добавка Е 250) використовується у виробництві ковбасних виробів і м'ясної копченини, насамперед, для формування їх типового кольору. Між тим, токсичний вплив нітриту натрію на організм людини є дуже вагомим аргументом для пошуку альтернатив. Але в такому випадку постає питання про мікробіологічну безпечність м'ясопродуктів, перш-за все, варених ковбасних виробів, оскільки вони через високий вміст вологи є швидкопсувними, а основними факторами цього псування виступають саме мікробіологічні. З цих позицій використання нітриту натрію у виробництві варених ковбас (відомо, що застосування нітриту натрію виправдовується також його антимікробними властивостями – здібністю пригнічувати ріст небажаної мікрофлори, у т. ч. Cl. Botulinum) треба розглянути з двох позицій.

Перша – ступінь бактеріостатичного впливу. Останні дослідження щодо антимікробної дії нітриту натрію змушують переглянути його роль як консерванту. Встановлено, що концентрації нітритів, які зазвичай застосовуються у м'ясній промисловості (80-160 мг/кг), не є достатніми для бактеріостатичного ефекту, оскільки мінімальна діюча концентрація є значно більшою. При цьому слід враховувати, що дія нітриту спрямована виключно проти бактерій і він не здатен впливати на розвиток грибів та плісняви. Інгібуючий ефект нітриту у відношенні розвитку Cl.botulinum проявляється при значно більш високих його концентраціях. Тобто потребує внесення у ковбасний фарш більшої кількості нітриту натрію, що в готовій ковбасі сприяє збільшенню рівня вмісту залишкового нітриту, а це з точки зору харчової безпечності не є прийнятним.

Таким чином, антимікробний ефект використання нітриту натрію пояснюється одночасною дією чинників, таких як використання солі, зменшення активності води, низькі значення pH, низький окиснювально-відновлюваний потенціал, теплова обробка продукту і пов'язане з нею зменшення бактеріального забруднення, знижені температури зберігання готового продукту [1].

Друга позиція – можливість заміни нітриту натрію речовиною, бактеріостатичні властивості якої є більш вагомими. У контексті харчової безпечності варених ковбас ця речовина повинна бути природною, і з цієї точки зору перспективним є використання лактату натрію. В м'ясній промисловості для поверхневої обробки туш використовують 2 %-й розчин молочної кислоти, яка має сильний антибактеріальний ефект. Така обробка дозволяє добитися 1-3-го логарифмічного скорочення загального числа мікроорганізмів, у т. ч. сальмонел і кишкової палички (колі-форми) [2]. Але застосування молочної кислоти при виробництві ковбас неефективне, оскільки вона сприяє зниженню pH і через це – зниженню водозв'язувальної здатності білків м'язової тканини.

В Європі і Росії з метою зведення до мінімуму ризику бактеріального засіяння м'ясопродуктів застосовують солі молочної кислоти – pH-нейтральні лактати натрію і калію. Найбільш широке застосування знайшов препарат PURASAL (фірма PURAC biochem, Голландія), який являє собою 60 %-й розчин лактату натрію.

Результати досліджень ДНУ ВНІІ м'ясної промисловості ім. В.М. Горбатова РАСГН щодо антибактеріального механізму і впливу на збереженість м'ясних продуктів свідчать про ефективність застосування лактатів у виробництві сосисок, шинки, ковбас, оскільки вони не лише забезпечують мікробіологічну стабільність продукту, але й сприяють подовженню термінів зберігання [3, 4].

Для максимального зниження токсикологічного навантаження і, водночас, забезпечення типового рожевого забарвлення нами розроблено рецептури варених ковбас вищого сорту, в рецептурі яких нітрит натрію замінено натуральними барвниками з кизилу і терену дикорослих (спосіб їх отримання захищено патентами України). Для забезпечення мікробіологічної стабільності вироблених ковбас як «консервант» до їх рецептури введено лактат натрію харчовий. Визначення ефективності його використання і стало метою цієї роботи.

У наших дослідженнях ми використали лактат натрію харчовий виробництва ВАТ «Завод молочної кислоти», м. Київ (Висновок ДСЕЕ від 20.08.10 № 05.03.02 – 04/59446). Використаний лактат натрію становить однорідну, напівпрозору, дещо в'язку рідину світло-коричневого кольору, без запаху з ледь відчутним кислуватим смаком; значення pH – 6,3. Масова частка активної речовини за нормативними документами – не менше 40 %, у лактаті, що застосований нами в модельних зразках фаршів і дослідних зразках ковбас, масова частка активної речовини становила 40 %. Оскільки ми не ставили за мету подовжити терміни зберігання розроблених нами ковбас більше, що встановлює ДСТУ 4436, то нашим завданням на даному етапі стало визначити вплив лактату натрію на збереженість продуктів протягом терміну придатності і їх мікробіологічну стабільність. Результати математичного моделювання рецептур варених ковбас, з урахуванням високотемпературної обробки ковбасного фаршу, дозволили встановити, що для

отримання необхідних і стійких характеристик готових виробів необхідне введення у фарш лактату натрію в кількості (1-1,7) % (активної речовини 4-8 г/кг).

У промислових умовах виготовлено зразки ковбас «МаЛьВа» і «ЛіАновська». Ковбаса «МаЛьВа» виготовлена за рецептурою ковбаси «Любительська» із використанням сухого відвару кизилу дикорослого як речовини, що проявляє барвний ефект і формує колір. Ковбаса «ЛіАновська» виготовлена за рецептурою ковбаси «Лікарська» із використанням сухого відвару терену дикорослого. З рецептури обох ковбас вилучено нітрит натрію і внесено до неї означений вище лактат натрію харчовий. Умови здійснення експерименту такі: дослідні і контрольні зразки ковбас одразу після закінчення технологічного процесу закладали на зберігання при температурі +6 °С (максимально можлива з діапазону температур, встановлених ДСТУ 4436). Зберігання здійснювали протягом 120 годин, контроль мікробіологічних показників – через кожні 24 години. Дослідження здійснювали в лабораторії СЕС.

Для чистоти експерименту контрольні зразки ковбас «Лікарська» і «Любительська» виготовлені одночасно із ковбасами «МаЛьВа» і «ЛіАновська» (технологічні процеси велися паралельно). Усі ковбаси виготовлені в натуральних оболонках. Результати визначення загального мікробіологічного фону (КМАФАМ), на прикладі ковбаси «МаЛьВа» (для «ЛіАновської» – аналогічно), відображено на рис. 1.

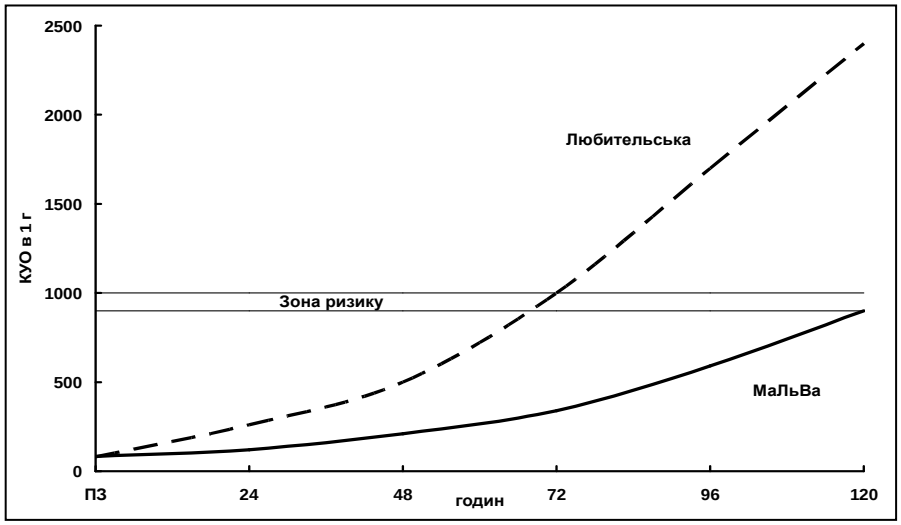


Рис. 1 – Динаміка КМАФАМ дослідного і контрольного зразків ковбас

З рисунка чітко видно ефект гальмування лактатом натрію розвитку мікроорганізмів: через 120 годин зберігання загальний мікробіологічний фон все ще знаходиться в межах, установлених ДСТУ 4436 (не більше, ніж 1×10^3 КУО в 1 г). Останнім часом все частіше вводиться такий термін, як «зона ризику». В даному випадку зоною ризику можна вважати кількість КМАФАМ ($0{,}9 \times 10^3 – 1 \times 10^3$) КУО у 1 г ковбаси. Як видно на рисунку, КМАФАМ в ковбасі «Любительська», яка традиційно виготовлена з використанням нітриту натрію в загальноприйнятих концентраціях, входить в цю зону ще до закінчення терміну придатності, установленого нормативною документацією для варених ковбас вищого сорту в натуральних оболонках – 72 години, а на момент його закінчення КМАФАМ є максимально можливим.

Крім загальної стабільності мікробіологічного фону в м'ясних продуктах і, зокрема, варених ковбасних виробах (через їх високу популярність і вживаність, з одного боку, і схильність до мікробіологічного псування – з іншого), дуже важливим є забезпечення харчової безпечності щодо розвитку патогенної мікрофлори. ДСТУ 4436 нормує наявність Salmonella, БГКП (у т.ч. є і санітарно-показовим), Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes. Протягом 120 годин зберігання в ковбасах «МаЛьВа» і «ЛіАновська» зазначені мікроорганізми не виявлено. В ковбасах «Любительська» і «Лікарська» Salmonella виявлена в 1-й пробі через 72 та 96 годин, а через 120 годин зберігання – в 25 г виявляється; кишкова паличка виявляється (в 1 г) через 96 годин. Тобто, можна стверджувати, що лактат натрію проявляє антимікробну дію і пригнічує ріст і Salmonella, і БГКП значно ефективніше, ніж нітрит натрію.

Окремо слід зупинитися на Listeria monocytogenes. Ковбаси, що заражені Listeria monocytogenes, тривалий час не проявляють будь-яких ознак псування зовні, а також за смаком і запахом нічим не відрізняються від свіжих. Listeria monocytogenes, хоч і характеризується повільним ростом, має високу стійкість до традиційних для м'ясної промисловості консервантів – солі і нітриту натрію. Встановлено, що найбільш потужний бактеріостатичний вплив на ці бактерії мають деякі солі оцтової, лимонної і молоч-

ної кислот, у т. ч. лактат натрію [5]. Наші дослідження підтверджують таку дію лактату на бактерії Listeria monocytogenes – вони не виявлені в зразках ковбас «МаЛьВа» і «ЛіАновська» навіть через 120 годин зберігання. Також встановлено бактеріостатичний вплив лактату натрію на сульфітредукувальні клостридії та коагулазопозитивний стафілокок. Так, ці мікроорганізми в ковбасах «МаЛьВа» і «ЛіАновська» не виявлено (в 0,01 г та в 1 г відповідно) протягом усього терміну зберігання – 120 годин. Щодо ковбас із традиційною рецептурою (нітрит натрію) сульфітредукувальні клостридії виявлено через 96 годин. Вплив нітриту натрію на коагулазопозитивний стафілокок аналогічний впливу лактату натрію.

Також відомі властивості лактату натрію зв'язувати воду та зменшувати «усушку» варених ковбас у натуральній оболонці [1]. Під час органолептичного аналізу, нами дійсно відмічено поліпшення консистенції розроблених ковбас: порівняно із ковбасами «Лікарська» і «Любительська» вона більш пружна і водночас ніжна.

Висновки

Результати досліджень дозволяють зробити висновок про ефективність бактеріостатичного впливу й антимікробної дії лактату натрію, що робить доцільним його використання у виробництві варених ковбас замість нітриту натрію. Застосування лактату натрію у рецептурах варених ковбас забезпечує їм мікробіологічну стабільність (протягом встановленого терміну придатності і більше) і відсутність токсикологічного навантаження. Це є одним із пріоритетів м'ясної промисловості в галузі виробництва високоякісної та безпечної продукції.

Література

1. Сарайкина Е.А. Компания Козина З.А., Лебедева Л.И. Лактат натрия повышает срок хранения продукта // «Purac biochem b.v.», ГНУ ВНИИ мясной промышленности им. В.М.Горбатова РАСХН «Мясная индустрия». – 2001. – Вып. 9.
2. Кудряшов Л.С. Использование молочной кислоты и ее солей при производстве мясопродуктов // Материалы научно-практической конференции «Проблемы глубокой переработки сельскохозяйственного сырья и экологической безопасности в производстве продуктов питания XXI века», Углич. – 4-7 сентября 2001.
3. Лясковская Ю.Н., Горбатов В.М., Солнцева Г.Л., Хламова Р.И. Влияние нитритов на качество мясных продуктов. – М.: ЦНИИТЭИ Мясомолпром. – 2004. – 30 с.
4. Красуля О.Н. Соли молочной кислоты надежный барьер для безопасности мясных продуктов // Мясная индустрия. Московская государственная технологическая академия (МГТА) – 2002. – Вып. 5.
5. Увеличения срока годности и пищевой безопасности мясных продуктов // Продукты и ингредиенты. – 2011. – Вып. 4. – С. 66-67.

УДК 613.26

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ КОМБІНОВАНИХ М'ЯСО-РОСЛИННИХ ФАРШІВ

Авдєєва Л.Ю., канд. техн. наук, ст. наук. співр., Гречана І.В.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Розглянуто можливості використання нового виду рослинної сировини – соєвої пасти як повноцінного компонента для комбінованих м'ясних виробів. На основі результатів комплексу досліджень розроблено раціональну рецептуру комбінованого подрібненого м'ясо-рослинного напівфабрикату.

Elaboration and scientific grounding of the technology of wholesome combined meat products with the use of soybean processing product is considered. It is established that along with preservation of a high nutritive value and bioavailability of new combined products, if compared to traditional ones, their cost price is reduced.

Ключові слова: технологія, соєві білкові продукти, біологічна цінність, органолептична оцінка, м'ясо-соєві фарші, подрібнені напівфабрикати.

Для підвищення ефективності виробництва останнім часом все більшу увагу спеціалістів привертають різноманітні білкові добавки, що раніше вважались нетрадиційними для м'ясної і м'ясопереробної промисловості. Додатковим джерелом білка можуть бути побічні продукти перероблення тваринної чи

рослинної сировини, організми, які накопичують значну кількість білків, або біосинтезуючих білки з використанням субстратів, що є відходами основних харчових виробництв. Проводяться роботи з розроблення нових рецептур і технологій комбінованих виробів високої біологічної цінності на м'ясній основі з білковими добавками тваринного і рослинного походження. Велика кількість досліджень підтверджує можливість використання білків молока, крові, овочів, зернобобових та іншої сировини при виробництві напівфабрикатів, паштетів, ковбасних виробів. Все більшого значення набувають продукти переробки бобових культур і, в першу чергу соєві білкові продукти [1, 2].

У балансі м'ясної сировини в Україні на сьогодні активно зростає частка м'яса птиці. На перспективу до 2015 року передбачається збільшити виробництво м'яса птиці до 17 кг на одну особу. Птахівництво порівняно з іншими галузями тваринництва відзначається скоростиглістю, високими коефіцієнтами відтворення поголів'я і використання кормового протеїну, нижчою енергоємністю, більш високим рівнем механізації і автоматизації виробничих процесів, а також можливим поліпшенням якісного складу продукції необхідними вітамінами. Широкі можливості забезпечення високої територіальної концентрації поголів'я із застосуванням сучасних індустріальних методів утримання птиці, інноваційних досягнень сприяє зростанню продуктивності праці в галузі. Ефективний розвиток птахівництва в Україні має велике економічне і соціальне значення, яке полягає у широкому попиті на високоякісне за жирно- та амінокислотним складом м'ясо [3, 4].

Розроблення нових технологій комбінованих м'ясних виробів із повноцінним рослинним білком відповідає вітчизняній концепції здорового харчування, дає змогу раціонально переробити тваринну сировину та ефективно використати високу біологічну, харчову цінність і функціональні властивості рослинних білків [1, 2, 3].

В Інституті технічної теплофізики НАН України розроблена енергоощадна технологія для одержання соєвої пасти – нового готового повноцінного пастоподібного соєвого продукту. Для дослідження можливості використання нефракціонованого соєвого продукту – соєвої пасти в комбінованих подрібнених напівфабрикатах з м'яса птиці – нами були виготовлені дослідні зразки напівфабрикатів з (15, 20, 25, 30, 35) % вмістом соєвої пасти, а також контрольний зразок напівфабрикату без соєвої пасти. Технологія подрібнених м'ясо-рослинних напівфабрикатів складалася з підготовки м'ясної сировини і подрібнення її на вовчку, підготовки допоміжної сировини, приготування фаршу, формування напівфабрикатів, пакування, маркування і охолодження або заморожування. Дослідні зразки виготовлялись без додаткових операцій підготовки соєвої рослинної сировини.

У комплексі показників, за допомогою яких визначають якість харчових продуктів, нарівні з фізико-хімічними, мікробіологічними і гістологічними одне з важливих місць займають показники якості, що визначаються за органолептичною оцінкою (зовнішній вигляд, вид і колір на розрізі, аромат, смак, консистенція) [4]. Результати органолептичної оцінки часто бувають вирішальними і кінцевими при визначенні якості продукту, особливо нових видів виробів. Основна перевага цього методу полягає в тому, що він відносно швидкий і дає можливість виявити цілий комплекс якостей готового продукту.

В результаті проведених дегустацій, встановлено, що дослідні зразки мають досить високі органолептичні показники, що представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Органолептична оцінка комбінованих м'ясо-рослинних напівфабрикатів, в балах, p≤0,05

Зразки		Зовнішній вигляд	Вид і колір на розрізі	Запах	Смак	Консистенція	Соковитість	Загальна оцінка, балів
Контроль		4,9±0,2	4,9±0,2	5,0±0,1	4,8±0,2	4,0±0,1	4,7±0,2	4,7±0,2
Комбінований продукт зі вмістом соєвої пасти,	15	4,9±0,2	5,0±0,2	5,0±0,2	4,7±0,2	4,2±0,2	4,5±0,2	4,71±0,2
	20	4,9±0,2	5,0±0,2	5,0±0,2	4,7±0,1	4,6±0,2	4,8±0,2	4,83±0,2
	25	4,9±0,2	4,9±0,2	4,9±0,1	4,5±0,2	4,8±0,2	4,9±0,2	4,81±0,2
	30	4,6±0,2	4,5±0,4	4,2±0,2	4,3±0,3	4,4±0,4	4,9±0,2	4,48±0,2
	35	4,3±0,1	4,3±0,1	4,1±0,1	3,5±0,2	4,0±0,1	4,8±0,2	4,17±0,2

Вироби відзначаються високими органолептичними і смаковими якостями, мають однорідну, ніжну консистенцію, приємний смак і запах. За зовнішнім виглядом, видом і кольором на розрізі всі дослідні і

контрольний зразки, крім зразка з 35 % вмістом соєвої пасти, мали практично однакову кількість балів. 15 % включення соєвої пасти не дало значних змін досліджуваних органолептичних показників. За ароматом, смаком, консистенцією і соковитістю найбільшу кількість балів отримали зразки з 20 і 25 % вмістом соєвої пасти. Збільшення кількості соєвої пасти понад 30 % у зразках призводить до погіршення органолептичних показників, так, у зразка з 35 % вмістом соєвої пасти погіршувалися смак, запах і значно погіршувалась консистенція.

На основі цілого комплексу проведених досліджень соєвої пасти як нового виду сировини, комбінованих модельних м'ясо-соєвих фаршів і органолептичної оцінки якості напівфабрикатів з різним вмістом соєвої пасти була розроблена раціональна рецептура комбінованого подрібненого м'ясо-рослинного напівфабрикату з 20 % вмістом соєвої пасти, досліджений його хімічний склад. У результаті було встановлено, що в дослідному зразку напівфабрикату, при порівнянні з контрольним, кількість білка залишилася незмінною, несуттєво зменшилась кількість вологи і жиру, збільшилась кількість вуглеводів і мінеральних речовин, що пов'язано зі складом рослинної сировини. Завдяки внесенню соєвої пасти зменшується частка ліпідів тваринного походження, що дозволить збільшити кількість поліненасичених жирних кислот в готовому продукті і збільшить його біологічну цінність. Енергетична цінність контрольного і дослідного зразка майже не змінилась.

Для визначення біологічної цінності білків у дослідному напівфабрикаті був визначений його амінокислотний склад і обрахований амінокислотний скор відносно «ідеального білка» (за вимогами FAO/WHO) [4]. Одержані результати представлені на рис. 1.

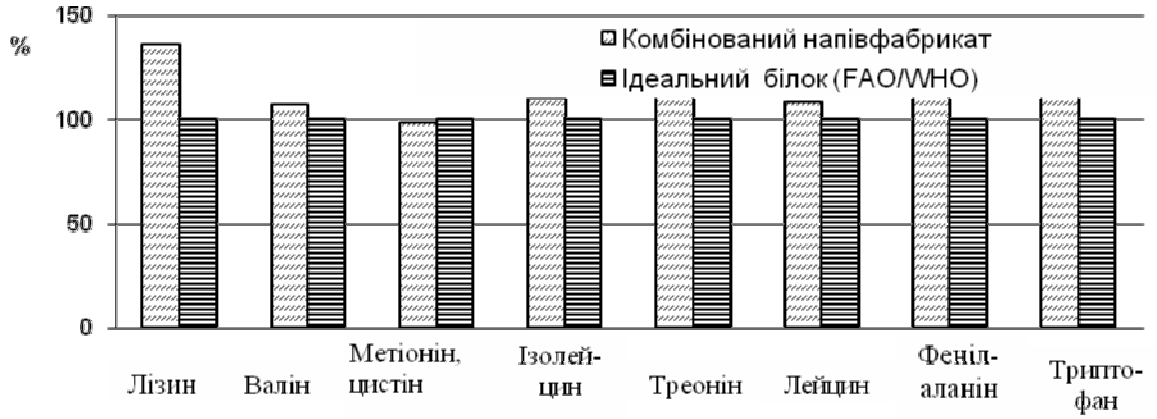


Рис. 1. – Амінокислотний скор (%) комбінованого м'ясо-рослинного напівфабрикату та «ідеального білка» (FAO/WHO)

Одержані в результаті досліджень дані свідчать про повноцінний склад розробленого комбінованого м'ясо-рослинного напівфабрикату. Недостатня кількість у соєвій пасті таких амінокислот, як метіонін і цистин, у комбінованому напівфабрикаті була збалансована.

У результаті проведених досліджень амінокислотного складу і скору білків комбінованого м'ясо-рослинного напівфабрикату з 20 % вмістом соєвої пасти можна зробити висновок, що зниження вмісту м'ясної сировини за рахунок введення нового рослинного компонента за такими важливими показниками біологічної цінності, як амінокислотний склад і скор білків відносно «ідеального білка» за вимогами FAO/WOZ, не призводить до погіршення складу білків дослідного напівфабрикату, зразок відповідає вимогам, що пред'являються до повноцінних харчових продуктів.

Для оцінки якості харчового продукту дуже важливим є визначення його мікробіологічних показників. У результаті проведених досліджень було встановлено, що загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів не перевищувала 1 х 10^{7}, бактерій групи кишкових паличок (коліформи), в 0,001 г, патогенних мікроорганізмів, в т.ч. бактерій роду Сальмонела, в 25 г і сульфітредукуючих клостридій, в 0,01 г не було виявлено [3]. Крім того, дослідні зразки напівфабрикатів з додаванням соєвої пасти мали мікробіологічні показники кращі, ніж контрольні зразки. Це пояснюється тим, що при виробництві соєвої пасти матеріал проходить гідротермічну обробку, що покращує мікробіологічні показники соєвого продукту, а також комбінованого виробу в цілому.

При заморожуванні і подальшому зберіганні при температурі –20 °С і 18 год. нами було встановлено, що дослідні напівфабрикати характеризуються меншими змінами функціонально-технологічних властивостей і втратами при заморожуванні/відтаванні, ніж контрольний зразок.

На основі проведених досліджень нових видів комбінованих напівфабрикатів розроблена, затверджена і узгоджена МОЗ України нормативна документація. Після проведення економічних розрахунків відмічено зниження собівартості нових видів комбінованих виробів.

Висновки

На підставі результатів експериментальних досліджень розроблено та апробовано рецептуру і технологію виробництва комбінованого подрібненого м'ясо-рослинного напівфабрикату з м'яса птиці з високою харчовою і біологічною цінністю лікувально-профілактичного призначення.

Література

1. Антипова Л.В. Биохимия мяса и мясных продуктов: Учеб. пособие / Л.В. Антипова, Н.А. Жеребцов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1991. – 184 с.
2. Лупарев В.В. Расширение ассортимента продукции – актуальная задача современного производства / Лупарев В.В., Платонов К.С., Козлова Г.В.// Мясная индустрия. – 2006. – № 6. – С.33-35.
3. Кузьмичева М.Б. Состояние и развитие российского рынка мяса птицы за 2010 год/ М.Б. Кузьмичева // Мясная индустрия. – 2011. – март. – С.4-7.
4. Хенк В. Хугенкамп. Соєві протеїни в продуктах з курячого м'яса / Хенк В. Хугенкамп // М'ясні технології світу. – 2010. – №8-9. – С. 34-37.
5. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А.Глотова, И.А.Рогов.– М.: Колос, – 2001. – 376 с.

УДК 637.52/543.635.34:664.3.022

ЕМУЛЬГУВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ДОБАВОК АЦИЛГЛІЦЕРИННОЇ ПРИРОДИ В М'ЯСНИХ СИСТЕМАХ

Мурликіна Н.В., ст. викл., Янчева М.О., канд. техн. наук, доцент,
Упатова О.І., канд. техн. наук, доцент
Харківський державний університет харчування і торгівлі, м. Харків

Експериментально визначено емульгувальні властивості одержаних за м'яких умов добавок ацилгліцеринної природи і доведено перспективність їх використання в технологіях м'ясних продуктів емульсійної структури.

Emulsifying properties of the additives of acylglycerine nature, obtained under the mild conditions, are experimentally defined and the availability of their application in technologies of meat products of emulsion structure is proved.

Ключові слова: емульгатори ацилгліцеринної природи, м'ясні емульсійні системи, емульсійна структура, емульгувальна здатність, стійкість емульсії.

Згідно з реаліями сьогодення в Україні спостерігається кризове становище щодо забезпеченості населення повноцінними білковими продуктами. Розв'язання проблем ускладнюється зниженням якості вихідної м'ясної сировини, зумовленим як сучасними технологіями відгодовування сільськогосподарських тварин, вирощування і переробки рослинної сировини, так і погіршенням екологічного стану довкілля. Крім того, за останнє десятиліття в ринкових умовах вимоги до якості, безпечності м'ясопродуктів, різноманітних виробів з м'яса невпинно зростають, стають більш жорсткими [1-5].

Зниження дефіциту повноцінного білка науковці і спеціалісти м'ясопереробної галузі пов'язують із запровадженням нових технологій, які мають за мету зниження втрат м'ясної сировини на всьому ланцюгу «вигодовування-переробка-зберігання-споживання», збільшення ступеня використання вторинних білоквмісних ресурсів, залучення ізольованих білків у виробництво м'ясних продуктів, використання харчових добавок [6-9]. У зв'язку з цим створення нового покоління м'ясних продуктів стабільної стандартизованої якості зі збалансованим складом, пролонгованими термінами зберігання, що відповідають сучасним вимогам, залишається на сьогоднішній день актуальним завданням.

Інноваційні технології м'ясних продуктів на основі фаршевих емульсій охоплюють спектр завдань заміни м'ясної сировини [4-7] і використання додаткових інгредієнтів – харчових добавок [7-11] та інші. Вирішення їх дозволять збільшити обсяги виробництва за рахунок економії цінної м'ясної сировини, зниження собівартості, розширення асортименту, забезпечення високої якості, підвищення харчової та

біологічної цінності готових виробів. До того ж, розвиток технологій шляхом залучення у процес виробництва м'ясопродуктів ізольованих білків дає можливість підвищити ступінь переробки і використання ресурсів білка в цілому, перевести частину білка з кормової до харчової категорії [6]. Аналіз публікацій [4-6] свідчить, що вирішення завдань заміни м'ясної сировини може ускладнюватися через жорсткий контроль за вмістом білкових препаратів згідно з регламентами ВООЗ та необхідність додаткового збагачення і модифікації більшості видів вторинної низькофункціональної сировини з метою формування певних функціонально-технологічних і структурно-механічних властивостей.

Усунути недоліки м'ясної сировини, які пов'язані зі змінами її фізико-хімічних і функціонально-технологічних властивостей, дозволяє введення до рецептур різноманітних харчових добавок [5; 8-11], що сприяють поліпшенню складу, структурно-механічних властивостей, органолептичних характеристик готової продукції. Зростає попит на високоякісні добавки на основі природної сировини, які є повністю нешкідливими для здоров'я людини і довкілля. До таких добавок належать ліпофільні емульгатори Е471 – моно- і діацилгліцерини жирних кислот (МАГ, ДАГ) – безпечні добавки статусу GRAS (*Generally Regarded As Safe* – абсолютно безпечно), що можуть застосовуватися без обмежень [9;10]. У технологіях м'ясопродуктів використання емульгаторів Е471 забезпечує зниження браку готової продукції за рахунок зменшення утворення бульйонно-жирових набряків, створення якісних, безпечних, стабільних емульгованих м'ясних продуктів з підвищеною вологоутримувальною здатністю, покращеним смаком і відсутнім неприємним жирним присмаком, покращеною консистенцією, товарним виглядом готової продукції [8].

Незважаючи на досить широку номенклатуру цих емульгаторів і давню практику застосування, традиційні технології їх синтезу за жорстких умов пов'язані зі значними недоліками – поглибленням процесів окиснення, скороченням термінів зберігання продуктів, виготовлених з їх використанням. До того ж, в Україні виробництво МАГ, ДАГ у промислових масштабах відсутнє. У зв'язку з цим емульгатори ацилгліцеринної природи, одержані на основі місцевої рослинної сировини за новою технологією за м'яких умов, що характеризуються значними перевагами фракційного, жирнокислотного складу, надмолекулярної будови, можуть бути перспективні для створення якісних, безпечних, стабільних м'ясних продуктів емульсійної структури з поліпшеною харчовою цінністю, функціонально-технологічними і споживчими властивостями.

Метою статті є дослідження емульгувальних властивостей емульгаторів ацилгліцеринної природи у складі м'ясних систем емульсійної структури.

Відомо, що фаршеві системи для м'ясопродуктів складаються з інгредієнтів на основі м'язового білка, жиру, води тощо. Під час теплової обробки м'ясний білок коагулює і утворює структуру у вигляді безперервної тривимірної сітки, в якій розподілені жир і вода. Додавання у м'ясо солі, фосфатів, води (льоду) необхідне для підвищення функціонально-технологічних властивостей білків. Структура м'ясних емульсійних систем досить складна і може налічувати щонайменше чотири рівноважні фазові системи: водний розчин солей; колоїдний розчин водо- і солерозчинних білків; білково-жирову емульсію; розчин як безперервну фазу трьох різних диспергованих систем одночасно – суспензії, емульсії і, ймовірно, піни.

Технологія виробництва фаршевих виробів висуває вимоги до дисперсного стану компонентів фаршу і зв'язаного стану вологи, жиру впродовж технологічного процесу. Одним із факторів, що забезпечує стабільність м'ясних систем, є масове співвідношення білок-жир-вода, яке у практиці виробництва емульсійних м'ясних продуктів знаходиться у межах 1 : 1…2 : 4…6 і дає можливість регулювати вміст компонентів фаршу і виробів, їх склад і харчову цінність. Часто для повного емульгування надлишкового жиру (жирової тканини) у м'ясній сировині кількості розчинених м'язових білків недостатньо, внаслідок чого під час нагрівання одночасно з перебігом процесу денатурації білків відбувається плавлення частинок жиру, які рухаються на поверхні. Результатом таких перетворень можуть бути м'яка текстура, жировий присмак, бульйонно-жирові набряки (відділення жиру або желе) [5-8].

Одне з основних питань щодо якості готової м'ясної продукції емульсійної структури пов'язане з проблемою стабільності м'ясних емульсій, яка нині посилюється зниженням якості м'ясної сировини [3-7]. Емульгувальні властивості білків м'яса визначаються їх поведінкою під час утворення білкової емульсії. Наявність гідрофільних і гідрофобних груп у молекулах білків зумовлює орієнтацію полярних груп до води, а неполярних — до жиру, завдяки чому в білковій емульсії утворюється міжфазний адсорбційний шар, який можна розглядати як адсорбційну плівку. Еластичні властивості і механічна міцність такої міжфазної плівки визначають стабільність емульсії і, як наслідок, якість готових виробів. На емульгувальні властивості білків впливають як структура білкових молекул, їх конформація, ступінь денатурації, так і концентрація, розчинність і гідрофобність, водневий показник, іонна сила розчину, температура середовища тощо.

Використання у складі м'ясних емульсійних систем харчових інгредієнтів з високими емульгувальними властивостями, у тому числі емульгаторів, забезпечує одержання готової продукції зі стабільними якісними характеристиками. Як правило, критерії вибору емульгаторів визначаються природою, дисперсним станом і кількістю самого емульгатора і не враховують певні особливості його структури, складу і їх вплив на функціональні властивості. Так, для ліпофільних емульгаторів групи Е471 практично не досліджувалися закономірності зміни їх функціонально-технологічних властивостей залежно від масового

співвідношення ацилгліцеринних фракцій МАГ, ДАГ і ТАГ, триацилгліцеринів, яке в Е471 може значно коливатися [9; 10], що проілюстровано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Фракційний склад емульгаторів групи Е471

Торгова назва емульгатора Е471	Виробник	Масова частка ацилгліцеринів в емульгаторі, %	
		МАГ	ДАГ; ТАГ
GMS 40	ТОВ НВП ЕЛЕКТРОГАЗОХІМ, Україна	35	65
МД 40	ВАТ «НМЖК», Росія	40	60
Rikevita	Малайзія	90	10

Як видно з таблиці 1, у зазначених емульгаторах вміст МАГ складає від 35 % до 90 %, відповідно ДАГ і ТАГ – від 65 % до 10 %. В емульгаторі МД 40 ТАГ відсутні (основний компонент жирів і олій, гідрофобна складова). Ацилгліцериннний склад емульгаторів визначає співвідношення гідрофільної і гідрофобної складових і показник гідрофільно-ліпофільного балансу (ГЛБ) на рівні від 3,6 до 5,9. Відомо що, більшість емульгаторів Е471 виробляються переважно з пальмової олії і їх жирнокислотний склад представлений в основному ацилгліцеринами насичених жирних кислот [8-10].

За літературними даними, вміст емульгаторів групи Е471 у харчових системах знаходиться у межах (0,05...4) %, і коливається залежно від продукту і рецептури. Наприклад, у маргариновій продукції – (0,05...0,8) % МАГ [11], у м'ясних системах – (1...4) % [6], в емульсіях вода-масло з масовою часткою жиру (30...65) % – (0,2...2,0) % МАГ, ДАГ (масова частка у жирі – 0,67...3,08 %), для одержання шортенінгів – (2,2...2,8) % МАГ, ДАГ [8].

За діючими технологічними схемами виробництво продуктів емульсійної структури з використанням емульгаторів окремо передбачає підготовку рецептурних компонентів і введення емульгаторів до жирової фази харчової системи під час приготування емульсії [6; 7]. Так, технологія високоякісних варених ковбас із використанням емульгатора Е471 включає операцію приготування попередньої емульсії за температури емульгування (45…50) °С, згідно з якою емульгатор розчиняється гарячою водою з температурою не меншою за 90 °С з метою одержання температури розчину більшої за 70 °С і емульгується з уведеним жиром у кутері декілька хвилин. За технологією ліверних ковбас, якщо емульгування здійснюється за температур нижчих за 70° С, передбачається приготування емульгувальної пасти Е471 з гарячою водою з температурою не меншою за 90 °С [12]. Підготовка рецептурних компонентів для виготовлення м'яких маргаринів включає операції розчинення МАГ дистильованих (МГД) у дезодорованій олії у співвідношенні 1:10 за температури (80...85) °С, МАГ м'яких (МГ) — у дезодорованій олії у співвідношенні 1:10 за температури (55...60) °С, додавання підготовлених масляних розчинів емульгаторів у співвідношенні 1:1 до жирової фази [11].

Оскільки питання вибору емульгаторів враховують не тільки відомі існуючі закономірності, але й пов'язані з дослідженнями чисельних конкретних харчових систем, то вони залишаються не розв'язаними донині і вимагають здійснення експериментальних робіт у цьому напрямку. Зокрема, дослідження впливу фракційного складу ацилгліцеринів на ефективність дії емульгаторів у системах, до яких вони вводяться у найменшій кількості (до 1%), не проводилися [9–11]. Тому нами були проведені дослідження впливу фракційного складу емульгатора Е471 і його композицій з ТАГ – триацилгліцерином стеаринової кислоти (таблиця 2) на функціонально-технологічні властивості м'ясних модельних фаршевих емульсій. Ацилгліцеринний склад модельних емульгувальних композицій (ЕК) наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Склад ацилгліцеринів модельних емульгувальних композицій Е471–ТАГ

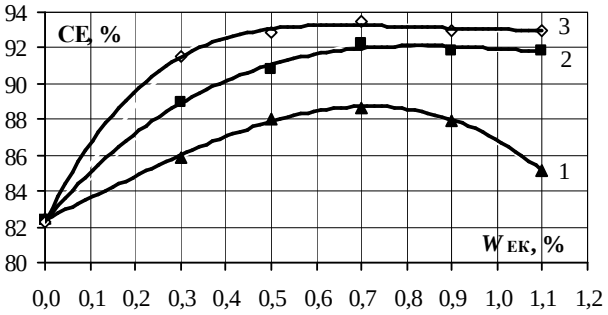
№ зразка	Емульгатор	Масові співвідношення компонентів ЕК Е471–ТАГ, г/г	Масова частка ацилгліцеринів в емульгувальній композиції, %		
			МАГ	ДАГ	ТАГ
1	ЕК 1	10:90	9	1	90
2	ЕК 2	50:50	45	5	50
3	Е 471	100:0	90	10	0

Емульгувальні композиції 1 і 2 виготовлялися механічним змішуванням порошкоподібного емульгатора Е471 («Rikevita», Малайзія) з порошкоподібним тригліцеридом стеаринової кислоти (ТОВ НВП ЕЛЕКТРОГАЗОХІМ, Україна).

За методом Р.М. Салаватуліної досліджено стійкість модельних м'ясних фаршевих емульсій з ЕК (зразки 1, 2) та емульгатором Е471 (зразок 3) в умовах, максимально наближених до виробничих, – варення на водяному огрівнику за температури (79±1) °С впродовж 60·60 с. Як контроль взято модельний фарш із м'яса яловичини II категорії і жиру-сирцю у масовому співвідношенні 80:12 г/г з додаванням води, перцю чорного, солі з масами відповідно: 6,76 г; 0,04 г; 1,2 г. У досліджуваних модельних фаршевих емульсіях

частина жиру-сирцю замінювалася на ЕК 1, ЕК 2, Е471 (від 0,3 до 1,1 % від маси всіх компонентів системи). Залежності стійкості фаршевої емульсії від масової частки уведеної ЕК наведено на рис. 1.

Згідно з рис. 1 введення до складу м'ясної фаршевої емульсії від 0,3 % до 1,1 % ЕК (зразки 1, 2, 3) підвищує її стійкість загалом на (3…10) %. Для розглянутих залежностей 1, 2, 3 спостерігається як певне розмежування інтервалів раціональних концентрацій, масових часток, за яких стійкість фаршевих емульсій максимальна і майже не змінюється, так і неоднакова їх тривалість: для зразка 1 в інтервалі за масової частки від 0,5 % до 0,9 % СЕ складає (88,23±0,03) %; для зразка 2 в інтервалі за масової частки від 0,5 % до 1,1 % – (91,72±0,04) %, для зразка 3 в інтервалі за масової частки від 0,3 % до 1,1 % – (92,78±0,02) %.



1 – зразок з ЕК 1 за масових співвідношень Е471–ТАГ 10:90; 2 – зразок з ЕК 2 за масових співвідношень Е471–ТАГ 50:50; 3 – контрольний зразок з Е471 за масових співвідношень Е471–ТАГ 100:0

Рис. 1 – Залежність стійкості фаршевої емульсії від масової частки емульгувальної композиції

Незважаючи на розходження масової частки МАГ в модельних емульгаторах, яка, зокрема, для зразків 1 і 3 відрізняється у 10 разів, стійкість емульсій відрізняється незначно у дослідженому інтервалі концентрацій ЕК від 0,3 % до 1,1 %. Так, фаршева емульсія з ЕК 1 з найменшим вмістом МАГ (масова частка МАГ – 10 % і ТАГ – 90 %) виявляє за умов експерименту достатню стабільність за досить широкого інтервалу масових часток ЕК від 0,5 % до 0, 9 %. Тому становить інтерес розробка технології одержання природних емульгаторів з невисоким вмістом МАГ на рівні 10 % і співвідношенням інших фракцій ацилгліцеринів, близьким до природного фракційного і жирнокислотного складу олії.

На основі теоретичних і експериментальних досліджень розроблено принципову технологічну схему одержання емульгаторів ацилгліцеринної природи (ЕАГП) омиленням соняшникової олії в бінарній системі органічних розчинників різної полярності [13]. Запропонована технологія відрізняється низькою енергоємністю і передбачає проведення процесу за м'яких умов: (35...40) °С та мінімальної тривалості: (5-10)·60 с без використання складного устаткування. За новою технологією на лабораторній установці одержано емульгатор – масляну фазу з масовою часткою МАГ і ДАГ до 55 %, у тому числі МАГ до 10 %, у вигляді маслянистої рідини характерного для гліцеринів ненасичених жирних кислот жовтого кольору. Експериментально визначено її показник гідрофільно-ліпофільного балансу, який склав 5,6 і відповідає класу добавок – емульгатори.

Поверхневу активність розробленого емульгатора підтверджено визначеними показниками поверхневих властивостей водно-спиртових розчинів ЕАГП, роботи змочування і адгезії в системі парафін-рідина-повітря. Дані загального жирнокислотного складу, визначеного методом газової хроматографії, результати хімічного аналізу, УФ-, ІЧ-спектроскопії довели харчову цінність ЕАГП і збереження в ньому завдяки м'яким умовам проведення омилення ненасичених жирних кислот у *цис*-формі, у тому числі поліненасичених (59,7 % лінолевої кислоти – на рівні її вмісту у вихідній соняшниковій олії), відсутність *транс*-ізомерів. Можливість регулювання хімічного складу, фізико-хімічних властивостей, поверхневої активності ЕАГП є передумовою для розробки м'ясних емульсійних продуктів із прогнозованими органолептичними і функціонально-технологічними властивостями.

З метою визначення емульгувальних властивостей і раціональної кількості розробленого харчового емульгатора ацилгліцеринної природи (ЕАГП) в м'ясних продуктах емульсійної структури було досліджено емульгувальну здатність (ЕЗ), кінетичну (КС) і агрегативну (АС) стійкість ЕАГП в модельних м'ясних емульсіях з масовою часткою ЕАГП в жирі (олії) 0,3 %; 0,5 %; 0,7 %; 0,9 %; 1,1 %. Контрольний зразок являв собою м'ясну емульсію виготовлену за відсутності ЕАГП (масова частка дорівнює 0,0 %) на основі подрібненого м'яса яловичини ІІ категорії масою 20 г, 100 см^3 води, 100 см^3 олії.

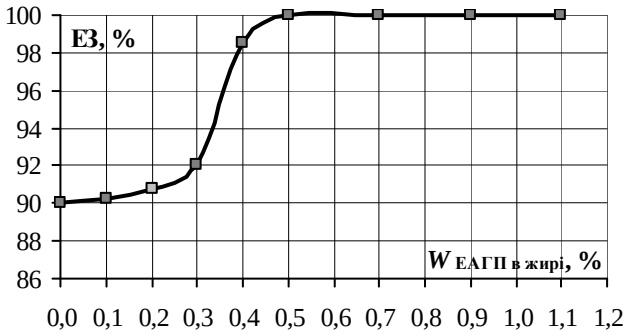


Рис. 2 – Залежність емульгувальної здатності м'ясних емульсій від масової частки ЕАГП в жирі

Результати досліджень наведено на рисунках 2, 3, 4. Отримані результати (рис. 2) свідчать, що емульгувальна здатність модельних м'ясних емульсій за використання ЕАГП підвищується і за масової частки ЕАГП 0,3 % цей показник становить 92 % порівняно з контрольним зразком (90 %). За вмісту емульгатора 0,5 % ЕЗ зростає до 100 %, утримуючись на цьому рівні в інтервалі досліджених масових часток 0,7 %; 0,9 % і 1,1 %.

На рис. 3 наведено профілі стратифікації модельних м'ясних емульсій за різної масової частки ЕАГП у жирі (олії).

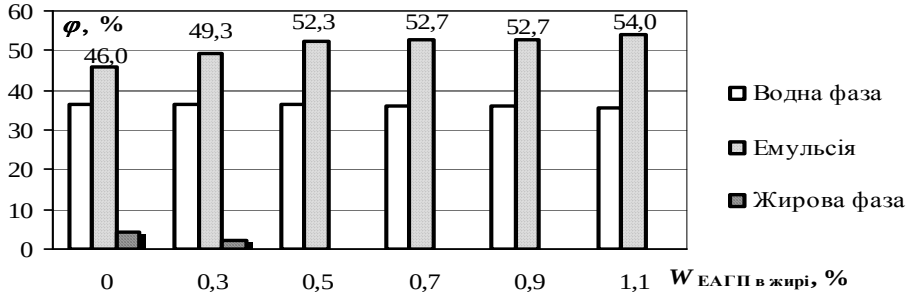


Рис. 3 – Профілі стратифікації м'ясних емульсій залежно від масової частки ЕАГП у жирі

З рис. 3 видно, що для всіх досліджуваних зразків модельних м'ясних емульсій зі збільшенням у них масової частки ЕАГП від 0,3 % до 1,1 % спостерігається підвищення об'ємної частки незруйнованої емульсії порівняно з контролем, об'ємна частка емульсії в якій становить 46 %. Так, з уведенням кількості емульгатора з найменшою масовою часткою в жирі (олії) 0,3 % об'ємна частка фази емульсії зростає від 46,0 % до 49,3 % (на 3,3 % порівняно з контролем), масовою часткою емульгатора від 0,3 % до 1,1 % – зростає від 49,3 % до 54,0 % (на 8 % порівняно з контролем).

Об'ємна частка відокремленого жиру (олії) після додавання ЕАГП з масовою часткою 0,3 % знижується на 1,2 % порівняно з контролем. Після введення емульгатора з масовою часткою 0,5 % жир припиняє відокремлюватися, що свідчить про його повне заемульговування. У той самий час, уведення емульгатора практично не впливає на відокремлення водної фази і зміна об'ємної частки відокремленої водної фази знаходиться в межах похибки експерименту, що більш наочно ілюструє рис. 4.

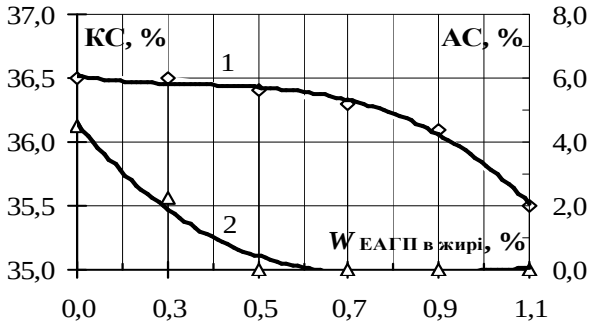


Рис. 4 – Залежність кінетичної (1), агрегативної (2) стійкості м'ясних емульсій від масової частки ЕАГП

Так, за масової частки ЕАГП 0,3 %; 0,5 % об'ємна частка відокремленої водної фази порівняно з контролем знижується на 0,5 % і 0,2 % відповідно, за масової частки 0,9 %; 1,1 % – зростає на 0,2 % і 0,5 % відповідно.

Встановлено, що спрямована дія емульгатора ЕАГП на структуру білково-жирової сітки, яка утворюється у процесі емульгування, дозволяє за масової частки ЕАГП в жирі від 0,5 до 1,1 % не тільки забезпечити значну емульгувальну здатність (рис. 2), але й досягти високих показників агрегативної стійкості емульсії зі збереженням стабільних показників кінетичної стійкості (рис. 4). Це свідчить про утворення більш стабільних емульсій за-

вдяки зміцненню міжфазної адсорбційної плівки внаслідок адсорбції молекул МАГ і ДАГ емульгатора, а також здатності молекул МАГ ненасичених жирних кислот до самоорганізації за температур близько (28±5) °С.

Отримані дані щодо визначених емульгувальних властивостей ЕАГП у модельних м'ясних системах також підтверджено результатами дослідження впливу ЕАГП на стійкість фаршевих м'ясних емульсій (СЕ) за методом Р.М. Салаватуліної. Як контроль взято модельний фарш із м'яса яловичини ІІ категорії і жиру-сирцю у масовому співвідношенні, г/г, 80:12 з додаванням води, перцю чорного, солі з масами відповідно: 6,76 г; 0,04 г; 1,2 г. У досліджуваних модельних фаршевих емульсіях частина жиру-сирцю замінювалася на ЕАГП (від 0,3 % до 1,1 % від маси всіх компонентів системи). Побудовану залежність стійкості модельних фаршевих м'ясних емульсій від масової частки ЕАГП наведено на рис. 5.

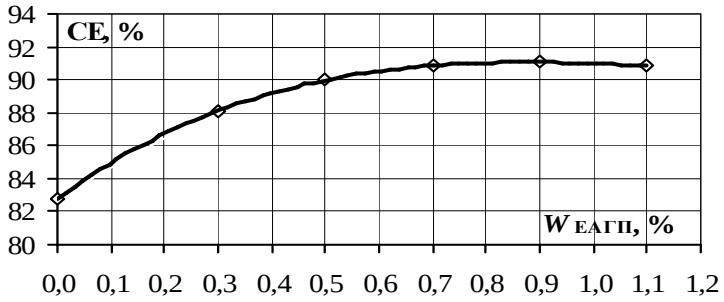


Рис. 5 – Залежність стійкості модельних фаршевих м'ясних емульсії від масової частки ЕАГП

Стійкість фаршевої емульсії розглядається як масова частка незруйнованої емульсії, яка після термообробки (варення на водяному огрівнику) за температури (79±1) °С впродовж 60·60 с втратила певну частину вологи і жиру. Так, видно, що цей показник більший для всіх зразків модельних емульсій з ЕАГП порівняно з контрольним зразком і зростає з підвищенням масової частки ЕАГП в досліджуваному інтервалі концентрацій. Зокрема, на початковій ділянці залежності за масової частки ЕАГП до 0,3 % спостерігається найзначніше зростання СЕ, на 5,2 %, далі, від 0,3 % до 0,5 %, залежність зростає повільніше і СЕ підвищується лише на 2 %, після чого на ділянці від 0,5 % до 1,1 % – залишається незмінною на рівні (90,70±0,04) %. Ділянку, що обмежується масовими частками ЕАГП від 0,5 % до 1,1 %, на якій стійкість фаршевої емульсії залишається незмінною і відповідає найбільшому підвищенню – на 8,2 % порівняно з контролем, можна вважати ділянкою значень раціонального вмісту ЕАГП у м'ясній фаршевій емульсії.

Висновки

Таким чином, аналіз літературних джерел виявив, що існуючі на цей час і поширені на ринку харчових інгредієнтів України харчові емульгатори групи Е471 переважно не вітчизняного виробництва і мають певні недоліки. За результатами досліджень встановлено, що ЕАГП у складі модельних м'ясних систем емульсійної структури виявляють високі емульгувальні властивості, підвищуючи їх стабільність; визначено раціональні масові частки ЕАГП у м'ясних фаршевих емульсіях, що знаходяться в інтервалі від 0,5 % до 0,7 %; доведено доцільність і перспективність використання ЕАГП у технологіях м'ясних продуктів емульсійної структури.

Подальші дослідження передбачається здійснити у напрямі визначення функціонально-технологічних і структурно-механічних властивостей модельних м'ясних систем і готових продуктів емульсійної структури, виготовлених з використанням ЕАГП.

Література

1. Концепція наукового забезпечення установами УААН розвитку галузей агропромислового комплексу України в 2011-2015 роках [Текст]: // Економіка АПК. – 2010. – № 2. – С. 3–14.
2. Кіщак, Т. С. Раціональне використання біоресурсів та актуальні питання природокористування: Науково-допоміжний покажчик за 2009 р., в кількості 375 назв документів українською та російською мовами [Текст] / Т. С. Кіщак // Нац. ун-т біоресур. і природокористув. – К., 2009. – С. 4–5, 7–8.
3. Тирсіна, Ю. М. Ветеринарно-санітарна оцінка продуктів забою некатегорійного молодняку великої рогатої худоби [Текст] : автореф. дис. … канд. вет. наук: 16.00.09 / Ю. М. Тирсіна. – К., 2003. – 18 с.
4. Пчелкина, В. А. Разработка микроструктурных методов идентификации растительных компонентов в мясном сырье и готовых продуктах [Текст] : автореф. дис. … канд. тех. наук: 05.18.04 / В. А. Пчелкина. – М., 2010. – 16 с.
5. Якубчак, О. М. Функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини / О.М. Якубчак // Мясной бизнес : ежемесячный научно-практический журнал. – Київ : ООО «БИОПРОМ». – 2006 № 6. – С. 100–102.

6. Рогов, И. А. Общая технология мяса и мясопродуктов [Текст] / И. А. Рогов, А. Г. Забашта, Г. П. Казюлин. – М. : Колос, 2000. – 367 с.
7. Жаринов, А. И. Курс I. Эмульгированные и грубоизмельченные мясопродукты [Текст] / А. И. Жаринов, О. В. Кузнецова, Н. А. Черкашина; под ред. Воякина М. П. // Краткие курсы по основам современных технологий переработки мяса, организованные фирмой «Протеин Технолоджиз Интернэшнл» (США). – М. : ИТАР-ТАСС, 1994. – 160 с.
8. Шубина, Г. Мировой рынок ингредиентов для мясной промышленности [Текст] / Г. Шубина // Продукты & ингредиенты. – 2008. – № 1. – С. 63.
9. Хазенхютль, Дж. Пищевые эмульгаторы и их применение [Текст] / Дж. Хазенхютль, Р. Гартел; перевод с англ. В. Д. Широкова; под научн. ред. Т. П. Дорожкиной. – СПб : Профессия, 2008. – С. 156–159, 168–169.
10. Сарафанова, Л. А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы [Текст] / Л. А. Сарафанова. – СПб. : Профессия, 2007. – С. 35, 107.
11. Тимченко, В. К. Технологія м'яких маргаринів: Навчальний посібник [Текст] / В. К. Тимченко. – Харків : НТУ «ХПІ», 2002. – С. 14, 35.
12. Питание & здоровье. Эмульгаторы Cegemett. Основная информация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: < http://www.him-holding.ru/pdf/sausage_emulsifiers_rus.pdf.>.
13. Пат. 15040 Україна, МПК[6] A 23 D 7/02. Спосіб одержання жирових фаз, що містять емульгатори зворотних емульсій [Текст] / Кривич В. С., Мурликіна Н. В.; заявник і патентовласник: Кривич В. С., Мурликіна Н. В. – № u 2005 11389; заявл. 01.12.2005; надрук. 15.06.2006, Бюл. № 6. – 3 с.

УДК 637.5

ОЦІНКА БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ БІЛКОВОГО СТАБІЛІЗАТОРА З КОЛАГЕНВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Кишенько І.І., канд. техн. наук, доцент, Донець О.В., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ
Гащук О.І., канд. техн. наук, доцент
Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя

Проаналізовано сучасні тенденції на проблему використання вторинної м'ясної сировини в практиці вирішення світової проблеми білкового дефіциту та показана можливість отримання білкових препаратів з колагенвмісної сировини з метою удосконалення технології м'ясних виробів та розширення їхнього асортименту.

Now we are inform the modern look on the problem using secondary raw meat materials in practice to work out the problem albumen and show a way receive aluminium preparers from raw collagen materials with the aim to perfection technologies of meat production and widening they choosing.

Ключові слова: білкові препарати, колаген сполучної тканини, технологія виробництва.

Науковий підхід до створення рецептур нових видів продуктів повинен базуватися перш за все на медико-біологічних аспектах. Це значить, що розробка нових продуктів за харчовою та біологічною цінністю повинна відповідати фізіологічним нормам або наближатися до них. Для білкових продуктів, якими є вироби з м'яса, біологічна цінність є важливим критерієм для розробки збалансованих білкових систем.

Харчове значення низькосортних продуктів переробки тварин тісно пов'язане з хімічним складом, особливо високим вмістом білкової фракції. У зв'язку з цим, деякі колагенвмісні вторинні продукти, а саме субпродукти II категорії, традиційно використовуються в якості одного з основних компонентів рецептур м'ясних продуктів, в тому числі дієтичних і функціональних. Але унікальна та зміцнена структура основного білка сполучної тканини - колагену - лімітує функціонально-технологічні властивості колагенвмісної сировини, які не дають бажаного ефекту в формуванні якісних показників м'ясних продуктів. Це суттєво обмежує обсяги її використання в складі рецептурних композицій м'ясних виробів без спеціальних способів підготовки.

Рекомендований дієтологами [1], усереднений добовий раціон харчування дорослої людини включає 1285 г продуктів, що вміщують в якості харчових волокон клітковину та пектинові речовини. Виходячи з того, що масова доля харчових волокон у цих продуктах не перевищує 1 %, добова потреба в харчових волокнах задовольняється на 51,4 %. Нестача харчових волокон у кількості 48,6 % (12,15 г при обґрунто-

ваній добовій нормі 25 г) можлива за рахунок цілеспрямованого дозованого використання сполучнотканинних аналогів харчових волокон. Виходячи з добової потреби в м'ясі та м'ясних продуктах, рівній 192 г, доцільно використовувати очищені колагенові інгредієнти в якості функціональних добавок у складі м'ясних і комбінованих продуктів.

Метою наших досліджень було обґрунтування і реалізація нових підходів до збагачення продуктів харчування колагеновими інгредієнтами на основі технологічних методів обробки свинячої шкурки, традиційно віднесеної до групи низькосортної сировини у зв'язку з високою масовою часткою колагенових білків.

Специфічні властивості колагену диктують необхідність попередньої обробки колагенвмісної сировини для зниження її високої міцності та покращення функціональних властивостей, а отримання білкового стабілізатора з цієї сировини, дасть можливість покращити функціонально-технологічні властивості м'ясних систем.

Нами була запропонована технологія отримання білкового стабілізатора шляхом механічної і гідротермічної обробки свинячої шкурки (t=42 ± 2) ºС, з наступним сушінням (t=172 ± 2) ºС (патент на корисну модель № 46518). Цей метод дозволяє зруйнувати міцні міжмолекулярні зв'язки трьох спіральної структури тропоколагену. В результаті такого впливу відбувається «деполімеризація» зрілих фібрил і не розчинний раніше колаген переходить частково або повністю у розчинний без руйнування структури його молекули.

Органолептична оцінка білкового стабілізатора, одержаного за допомогою запропонованого способу, показує, що білковий стабілізатор має порошкоподібну структуру, світло-кремового кольору, зі слабо м'ясним смаком, показник pH 5 % розчину 7-8 одиниць.

Данні про хімічний та амінокислотний склад отриманого білкового стабілізатора зі свинячої шкурки приведені в таблицях 1 та 2. Для порівняння включені відомості про «ідеальний білок» [1].

Таблиця 1 - Хімічний склад свинячої шкури та білкового стабілізатора, %

Об'єкт	Масова доля, % до маси сировини			
	волога	білки	жири	зола
Свиняча шкурка	47,3±0,7	38,5±0,6	12,2±0,4	1,8±0,2
Білковий стабілізатор	3,1±0,5	91±0,7	3,5± 0,5	2,4 ±0,2

Як видно з таблиць 1 та 2, білковий стабілізатор зі свинячої шкурки характеризується високим вмістом білка. Відсутність принципової кількісної різниці у вмісті окремих незамінних амінокислот та їхньої суми пояснюється незначними втратами азотовмісних сполук у процесі гідротермічної обробки. За вмістом незамінних амінокислот вказані зразки близькі, та їхня загальна кількість становить не більше 55 % від еталонного значення (ФАО/ВООЗ, 1973), що поряд з розбалансованістю незамінних амінокислот визначає низький рівень показників біологічної цінності. Разом з цим, вміст оксипроліну і загального азоту в колагені практично не змінюється, що побічно свідчить про відсутність виражених хімічних змін у макромолекулах.

Внаслідок того, що вміст незамінних амінокислот у білковому стабілізаторі незначний, підвищення частки цього компонента в м'ясних системах може привести до зниження їхньої сумарної кількості. Разом з цим біологічна цінність білкових компонентів залежить також від збалансованості незамінних амінокислот, а не тільки від їхньої загальної кількості. Тобто, композиції з меншим значенням цього показника можуть мати більшу біологічну цінність і навпаки. При розв'язанні задач визначення максимально можливої кількості білкового стабілізатора в м'ясних системах необхідно виходити з того рівня, при якому не буде значно змінюватись біологічна цінність та органолептичні характеристики м'ясних виробів.

Але відомо, що біологічна цінність продуктів залежить не тільки від амінокислотного складу, але і від доступності білка дії ферментів шлунково-кишкового тракту. Білок менш доступний для ферментативного гідролізу, має меншу біологічну цінність і гірше засвоюється організмом людини.

Тому на наступному етапі досліджень, з метою отримання більш достовірних відомостей про потенційну біологічну цінність продукту вивчали ступінь перетравлення білкового стабілізатора в порівнянні з традиційною м'ясною сировиною. З цією митою проводили розрахунок коефіцієнтів перетравлення для кожного виду сировини. Перетравлюваність білків обраної сировини визначали експериментально in vitro після варіння до кулінарної готовності за вмістом загального азоту в пробі та діалізаті [3]. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.

Перетравлюваність колагенових продуктів in vitro підтверджує ефективність впливу гідротермічної обробки на структуру колагену: якщо для колагенових мас перетравлення складає 8 %, то для колагенових дисперсій, отриманих шляхом механічної і гідротермічної обробки, вона зростає до 68 %. Цікаво відзначити, що рівень перетравлення колагенових дисперсій практично не змінюється в результаті термообробки.

Таблиця 2 - Амінокислотний склад білкових продуктів (г на 100 г продукту)

Назва амінокислоти	Свиняча шкурка	Білковий стабілізатор	«Ідеальний білок»
Вміст НАК, г/100 г білку	19,65	19,71	36,0
Валін	2,70± 0,08 .	3,21±0,07	5,0
Лізин	4,61±0,12	4,24±0,03	5,5
Метіонін + цистин	1,40±0,06	1,57±0,03	3,5
Ізолейцин	1,90±0,05	2,05±0,02	4,0
Треонін	1,74±0,08	2,33±0,04	4,0
Лейцин	3,71± 0,05	4,11±0,08	7,0
Фенілаланін + тирозин	3,40±0,10	4,09± 0,06	6,0
Триптофан	0,19±0,03	0,34±0,6	1,0

Враховуючи підвищене обсіменіння вторинної м'ясної сировини [4], досліджували мікробіологічні показники білкового стабілізатора протягом 3 діб при режимах, відповідних нормативно-технічній документації. Як показник санітарного стану визначали загальне мікробне обсіменіння (КМАФАнМ) та вміст мікроскопічних грибів та дріжджів, здатних розвиватися в умовах, прийнятих для обробки свинячих шкур.

Таблиця 3 - Розрахунок перетравлення м'ясної сировини

Сировина	Масова доля азоту, % до маси наважки		Коефіцієнт перетравлення, частки один.
	в наважці до перетравлення	в діалізаті після перетравлення	
Білковий стабілізатор	9,31	6,33	0,68
Яловичина 1 с.	3,45	2,84	0,85
Яловичина 2с	3,24	2,58	0,81
Свинина нежирна	1,56	0,96	0,62
Свинина напівжирна	1,37	0,74	0,54
Свинина жирна	1,02	0,33	0,32

Відомості про санітарний стан та мікробіологічну стабільність білкового стабілізатора наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Мікробіологічні показники свинячої шкурки та білкового стабілізатора

Показники		Свиняча шкурка	Білковий стабілізатор		
Тривалість обробки, годин		0	24	48	72
Кількість КОЕ в 1 г продукту	КМАФАнМ	$6,8\ 10^3$	$3,5\ 10^3$	$4,4\ 10^3$	$6,2\ 10^3$
	гриби	$3,4\ 10^3$	$1,4\ 10^3$	$2,8\ 10^3$	$4,3\ 10^3$
	дріжджі	$2,7\ 10^3$	$1,2\ 10^3$	$4,7\ 10^3$	$6,5\ 10^3$

Згідно з отриманими даними показник КМАФАнМ для білкового стабілізатора практично не змінюється протягом терміну дослідження. Кількість КОЕ для дріжджів та грибів через 48 годин залишається на початковому рівні, незначне збільшення КОЕ для дріжджів на 3 добу можна вважати допустимим при умовах обов'язкової теплової обробки сировини. На підставі результатів мікробіологічного аналізу можна робити висновки про підвищення санітарного стану колагенвмісної сировини після гідротермічної обробки за запропонованим у роботі способом.

Таким чином, матеріали, наведені у статті, дозволяють зробити висновки щодо перспективності напряму з використання білкового стабілізатора з колагенвмісної за сировини за пропонованим способом обробки. Отримані результати досліджень дозволять у перспективі оптимізувати вміст білкового стабілізатора в рецептурі м'ясних продуктів за кількісним та якісним складом, не впливаючи негативно на біологічну цінність цих виробів. У відповідності до поставленої мити роботи, отриманий білковий стабілізатор передбачається використовувати в складі рецептур нових видів шинкових виробів з метою отримання м'ясних виробів з стабільними товарними характеристиками з сировини з різним характером автолізу, підвищеної харчової та біологічної цінності та низької собівартості. Використання білкового стабілізатора, при переробці м'ясних продуктів дозволить компенсувати недоліки м'язових білків, отримати стійку структуру готових виробів, збільшити вихід готової продукції при одночасному зниженні витрат м'ясної сировини.

Література
1. Мицик А. Ю. Рациональное питание и пищевые продукты / А. Ю. Мицик, А. Ф. Невольниченко. - Киев: «Урожай», 1993. – 336 с.
2. И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко Химия пищи. - М.: «Колос», 2007. – 853 с.
3. Фадеев В. М., Кривохижина Т. В. Оценка степени гидролиза в методике in vitro // Вопросы питания. – 1984. – №3. – С.74–76.
4. Жаринов А.И. Краткие курсы по основам современной технологии переработки мяса. Часть 1. Эмульгированные и грубоизмельченные мясопродукты. – М.: ВНИИМП, 1994. – 154 с.

УДК 637.142.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЛЮКОЗНО-ФРУКТОЗНИХ СИРОПІВ НА КІЛЬКІСТЬ ВІЛЬНОЇ ТА ЗВ'ЯЗАНОЇ ВОЛОГИ У МОЛОЦІ ЗГУЩЕНОМУ ТЕРМІЧНО ОБРОБЛЕНОМУ

Скорченко Т.А., канд. техн. наук, Шпачук Л.В., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Молочноконсервна галузь розвивається досить швидкими темпами, розширюючи асортимент продукції та удосконалюючи вже відомі технології. Особливою популярністю користується молоко згущене термічно оброблене (варене). Продукт вживають безпосередньо в їжу, а також часто використовують на підприємствах харчової промисловості у якості наповнювачів для виробництва морозива, глазурованих сирків, різноманітних хлібобулочних та кондитерських виробів (цукерок, тістечок, тортів, кремів).

У сучасному світі існує стратегія щодо подовження терміну зберігання харчових продуктів. Для цього використовують різні технологічні прийоми. Технологічний процес молока згущеного термічно обробленого являє собою ряд взаємопов'язаних гальмувальних факторів або бар'єрів, які сповільнюють процеси псування продукту. Для цього під час виробництва продукту в цілях подовження термінів зберігання використовують цукор, який виступає у ролі консерванта. Сучасні дослідження вчених усього світу доводять, що надлишкове вживання цукру може сприяти виникненню ряду небезпечних хвороб, пов'язаних із зайвою вагою, та є чинником ризику появи та ускладнення перебігу серцево-судинних, ендокринних та інших захворювань. Для вирішення збалансування вуглеводного складу згущеного вареного молока було запропоновано замінити цукрозу на натуральний цукрозамінник, який би максимально був схожий на традиційний цукор і в той самий час мав меншу вартість і не змінював смаку традиційного продукту. Вагомою альтернативою цукру на сьогоднішній день є глюкозно-фруктозні сиропи (ГФС), які виготовляються з картопляного, кукурудзяного крохмалю тощо. Виробництво ГФС є економічно вигіднішим у порівнянні з виробництвом цукру білого кристалічного, а ціна майже до 30 % нижча. Це пов'язано з тим, що на вітчизняних заводах вилучення цукру із буряків становить близько 65 %, тоді як із крохмалю кукурудзи – 90 %.

Цукор та вуглеводи, які входять до складу молока згущеного термічно обробленого, є основним консервантом продукту, оскільки вони регулюють доступність води для мікроорганізмів. У процесі термічного оброблення між молекулами складових частин згущеного молока і водою відбувається реакція взаємодії, яка характеризується тим, що певна кількість вологи зв'язується з компонентами молока, що в свою чергу призводить до зменшення незв'язаних (вільних) молекул води.

На кафедрі технології молока та молочних продуктів НУХТ було розроблено технологію молока згущеного термічно обробленого з глюкозно-фруктозними сиропами. Перевагою сиропів є те, що вони у своєму складі містять вуглеводи, які утворюють у продукті більш стабільні гідрати і підвищують вміст зв'язаної вологи, чим сприяють подовженню зберігання продукту. Літературні джерела доводять, що існує зв'язок між масовою часткою вологи, яка міститься у продукті, та здатністю даного продукту до зберігання: чим менше вологи (вільної), тим довший час може зберігатись продукт. Тим не менше, масова частка зв'язаної води добре корелює зі швидкістю багатьох хімічних реакцій, які сприяють псуванню молока згущеного термічно обробленого. Від стану та кількості вологи у продукті залежить життєдіяльність шкідливої мікрофлори, тому внесення консервувальних речовин зменшує кількість вільної вологи у продукті, чим попереджає виникнення і розвиток мікроорганізмів.

Тому, важливою характеристикою, яка впливає на якість молока згущеного термічно обробленого є масова частка вільної і зв'язаної вологи. У літературних джерелах відсутня інформація щодо впливу глюкозно-фруктозних сиропів на стан води у молоці згущеному термічно обробленому.

Метою роботи було дослідження впливу глюкозно-фруктозних сиропів на кількість зв'язаної і вільної вологи у молоці згущеному термічно обробленому.

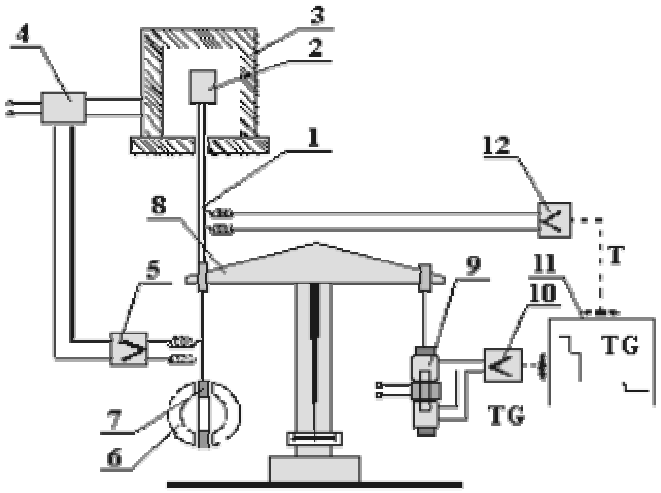
Дослідження проводили за допомогою термогравіометричного аналізу, де було визначено стан вологи у молоці згущеному вареному, яке виготовлене з цукром та глюкозно-фруктозними сиропами. Для проведення досліджень було відібрано проби молока згущеного, які виготовлялись із повною заміною цукру на ГФС. Контролем слугувала проба згущеного молока, виготовлена з цукром. Вуглеводний склад молока згущеного термічно обробленого наведений у таблиці 1.

Таблиця 1 – Якісні характеристики молока згущеного термічно обробленого

Компонент	Молоко згущене термічно оброблене, виготовлене з			
	цукром (контроль)	ГФС-10	ГФС-30	ГФС-42
Масова частка, %				
Вуглеводів, %, у тому числі:				
— лактоза	12	12	12	12
— сахароза	43,5	21,5	–	–
— глюкоза	–	8,3	16,6	20,8
— фруктоза	–	3,7	17,3	21,1
— мальтоза	–	6,1	8,1	1,2
— вищі цукри	–	3,4	1,1	0,4
Жиру, %	8,5	8,5	8,5	8,5
Білка, %	6,29	6,16	6,24	6,53

Методи дослідження

Для визначення кількості вологи у молоці згущеному термічно обробленому з різними формами зв'язку в разі заміни цукру на ГФС застосовували метод диференційованого термічного аналізу на дериватографі Q-1500. Принципова схема наведена на рисунку 1.



1 – керамічна труба; 2 –утримувач зразка; 3 – піч; 4 – перемикач регулятора нагрівання; 5 – підсилювач; 6 – магніт; 7 – обмотка; 8 – ваги; 9 – диференціальний трансформатор для перетворення сигналу TG; 10 – підсилювач; 11 – пристрій реєструвальний; 12 – підсилювач

Рис. 1 – Функціональна схема дериватографа Q-1500

Умови прогріву продукту на дериватографі не відповідають умовам процесу варіння у виробничих умовах, але дають можливість визначити особливості впливу цукру та глюкозно-фруктозних сиропів на стан вологи у продукті.

За допомогою даних дериватограм було досліджено кінематичні закономірності процесів зміни маси (TG), швидкості зміни маси (DTG – похідна зміни маси в часі), різницю площі ентальпії (DTA) молока згущеного термічно обробленого з цукром та ГФС в інтервалі температур (25-200) °С (рис. а, б, в, г).

Для визначення стану води у продукті були відібрані 4 проби згущеного вареного молока з різним вуглеводним складом. Вуглеводною сировиною для згущеного молока слугували: для проби 1 — чистий цукровий сироп; для проби 2 – 50:50 цукрового сиропу і ГФС-10; для проби 3 – ГФС-30; для проби 4 – ГФС-42.

Для визначення кількості вільної та зв'язаної вологи були зроблені наступні припущення. Вологу, яка виділяється під час прогрівання дослідних проб до температури 100 °С, пропонуємо розглядати як вільну вологу, а вище даних значень – як зв'язану. Отримані результати аналізу диференційованого термічного аналізу на дериватографі наведені на рис. 1.

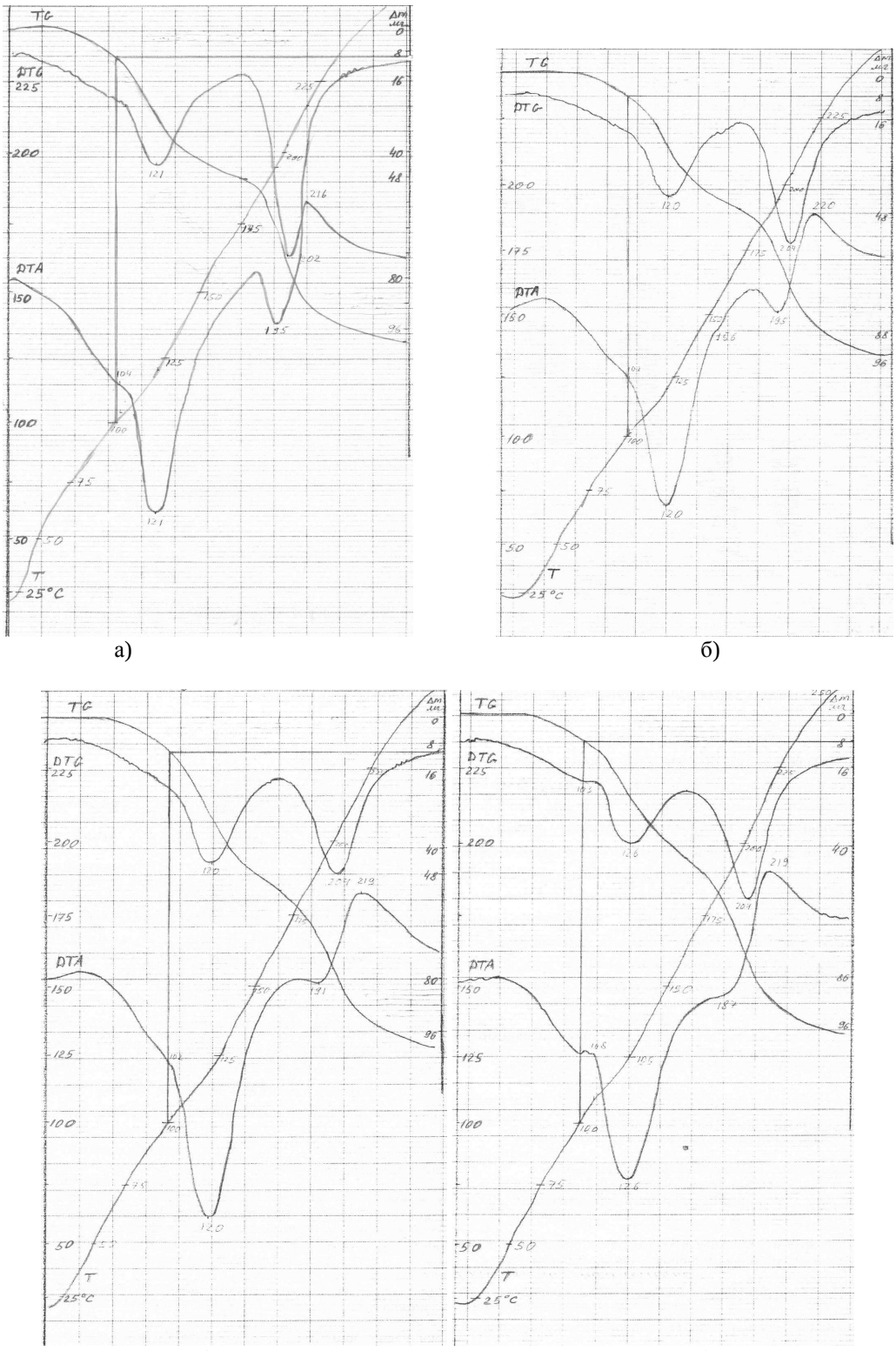


Рис. 2 – Дериватограми молока згущеного термічно обробленого, виготовленого: а – з цукром; б – з ГФС-10; в – з ГФС-30; г – з ГФС-42

Таблиця 2 — Кількість вільної та зв'язаної вологи за аналізом кривих TG=f (t) у молоці згущеному термічно обробленому з масовою часткою вологи 25 %

Показники	Молоко згущене термічно оброблене, виготовлене з			
	цукром	ГФС-10	ГФС-30	ГФС-42
Загальна кількість видаленої вологи, мг	48,8	46,4	52,8	44,0
Масова частка вологи від загальної, %, у тому числі:				
— вільна	10,3	9,76	9,55	9,0
— зв'язана	89,7	90,24	90,45	91,0

Аналіз отриманих даних дериватограм молока згущеного термічно обробленого свідчить про те, що глюкозно-фруктозні сиропи здійснюють більш виражений вплив на процес зв'язування вологи у порівнянні з цукром білим. Це пояснюється різною масовою часткою вільної та зв'язаної вологи у продуктах. У порівнянні з контрольною пробою, яка виготовлена із цукром, у пробах з ГФС кількість зв'язаної вологи збільшується: у пробі з ГФС-10 – на 0,57 %; у пробі з ГФС-30 – на 0,75 %; у пробі з ГФС-42 – на 1,3 %.

Аналогічні дослідження були проведені у молоці згущеному термічно обробленому з масовою часткою вологи 30 %. Під час проведення дериватографічних досліджень молока згущеного термічно обробленого встановлено, що підвищення масової частки вологи у продукті на 5 % сприяє збільшенню кількості вільної і зменшенню зв'язаної вологи у продукті. Результати досліджень наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 — Кількість вільної та зв'язаної вологи за аналізом кривих TG=f (t) у молоці згущеному термічно обробленому з масовою часткою вологи 30 %

Показники	Молоко згущене термічно оброблене, виготовлене з		
	ГФС-10	ГФС-30	ГФС-42
Загальна кількість видаленої вологи, мг	57,6	50,1	54,8
Масова частка вологи від загальної, %, у тому числі:			
— вільна	13,1	11,6	10,4
— зв'язана	86,9	89,4	89,6

Аналіз отриманих даних показав, що кількість зв'язаної вологи у продукті з вищим вмістом вологи зменшився: у пробі з ГФС-10 – на 3,34 %; у пробі з ГФС-30 – на 2,05 %; у пробі з ГФС-42 – на 1,4 %. У процесі порівняння продуктів було помічено, що кількість зв'язаної вологи у пробі молока згущеного термічно обробленого, виготовленого з ГФС-42 з масовою часткою вологи 30 % було наближене до контрольної проби згущеного молока з масовою часткою вологи 25 %. Підвищення вмісту зв'язаної вологи у продуктах з ГФС пояснюється тим, що фруктоза, яка входить до складу глюкозно-фруктозних сиропів, сприяє утворенню більш стабільних гідратів у порівнянні з іншими вуглеводами.

Висновки. Доведено, що заміна цукру білого на глюкозно-фруктозні сиропи сприяє підвищенню масової частки зв'язаної вологи у продукті. Встановлено, що найбільша здатність зв'язувати вологу характерна для сиропів ГФС-30 і ГФС-42. Заміна цукру на ГФС дає можливість знизити кількість вуглеводів у продукті до 5 %.

Література

1. Радаева И. А. Функционально-технологические свойства воды для производства молочных консервов / И. А. Радаева, А. Г. Галстян // Журн. Молочная промышленность. – 2001. – №2. – С. 40-43.
2. Шестак Я. Теория термического анализа. – М.: Мир, 1987. – 456 с.
3. Вода в пищевых продуктах / под ред. Р.Б. Дакуорта. – М.: Пищевая промышленность, 1980.– 371с.
4. Пищевые продукты с промежуточной влажностью. Под ред. Р. Дэвиса, Г. Берча, К. Паркера. – М.: Пищевая пром-сть, 1980. – 208 с.
5. Вода в пищевых продуктах. Под ред. Р. Б. Дакуорта. – М. : Пищевая пром-сть, 1980. – 376 с.

УДК 637.333

ПІДВИЩЕННЯ БАКТЕРІАЛЬНОЇ ЧИСТОТИ МОЛОКА-СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО СИРУ

Буділович І.В., здобувач наукового ступеня кафедри ТМіМП
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Визначено ефективний спосіб покращення мікробіологічних показників молока-сировини для виробництва твердих сирів, наведено результати експериментальних досліджень впливу бактеріальної чистоти сировини на якість сирів.

The effective method of improvement microbiological indicators of milk-raw materials for manufacture of hard cheeses was defined, results of experimental researches of influence bacterial cleanliness of raw materials on quality of cheeses were resulted.

Ключові слова: термізація, бактофугування, ефективність очищення молока (молочної суміші).

Висока бактеріальна забрудненість молока, що надходить на сироробні підприємства, – одна з найбільш серйозних перешкод на шляху до підвищення якості твердих сирів, що виробляються в Україні. Головна причина полягає в тому, що на сироробні підприємства надходить більше 50 відсотків молока з власних підсобних господарств сільського населення. В таких умовах організований контроль за санітарними умовами одержання молока, його своєчасним охолодженням і зберіганням практично неможливий [1].

До проблеми підвищення ефективності технологічних процесів виробництва твердого сиру тісно примикає питання підготовки молока до виробництва сиру (покращення його якості). Актуальність цієї проблеми пов'язана передусім із загальним високим бактеріальним забрудненням сирого молока і, особливо, термостійкими молочнокислими бактеріями і спорами маслянокислих бактерій, такими як Clostridium tyrobutyricum, які є збудниками небажаного маслянокислого бродіння та надлишкового газоутворення у сирній масі через декілька тижнів її визрівання (вада "пізнє здуття"). Застосування такого молока у сироробстві можливе лише за умови проведення, крім традиційної пастеризації, додаткових способів знешкодження сторонньої мікрофлори. Загальновідомими способами покращення мікробіологічних показників перероблюваного молока для виробництва сиру є: термізація в поєднанні з обов'язковою наступною пастеризацією молока; ультрависокотемпературна (УВТ) обробка молока; бактофугування молока та ін.

Термізація в комбінації з обов'язковою наступною пастеризацією молока (після визрівання) не завжди є ефективною, оскільки при виробництві сиру застосовують невисокі температури пастеризації (від 70 до 76 °С), тому після теплової обробки молока з підвищеною бактеріальною забрудненістю існує ризик переходу в сир значної частини дикої термостійкої мікрофлори, що розвинулася в молоці під час його визрівання [2].

Ультрависокотемпературна (УВТ) обробка молока дає можливість покращити мікробіологічні показники перероблюваного молока, збільшити вихід сиру за рахунок переходу денатурованих сироваткових білків. Разом з тим, поряд із позитивними ефектами УВТ обробка призводить до зменшення швидкості зсідання та щільності згустку, знижує інтенсивність синерезису. Ці небажані для сиру явища пов'язані зі структурними змінами білків молока і зменшенням концентрації іонів кальцію [3].

При бактофугуванні молока відбувається його очищення від вегетативних клітин спороутворювальних бактерій, лейкоцитів і спор маслянокислих бактерій, які розмножилися в молоці під час визрівання, що знижує вміст загальної кількості бактерій (при цьому ефективність очищення молока досягає (80-90 %) [4]. Зменшення кількості сторонньої мікрофлори активізує життєдіяльність мікрофлори закваски, що дозволяє зменшити тривалість одержання сирного згустку, обсушування сирного зерна, активізує мікробіологічні та біохімічні процеси, які протікають при визріванні сиру.

Ефективним способом покращення мікробіологічних показників перероблюваного молока є використання поєднаних методів, за яких молоко-сировина спочатку термізується, після термізації і визрівання піддається бактофугуванню та пастеризації. Підготовка молока в такий спосіб дозволяє максимально знищити сторонню мікрофлору сировини для виробництва твердих сирів без негативного впливу на її технологічні властивості та дає змогу одержати високоякісний продукт.

Мета досліджень – визначити ефективний спосіб покращення мікробіологічних показників молока-сировини для виробництва твердих сирів, дослідити вплив бактеріальної чистоти сировини на якість сирів.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження щодо визначення ефективності підготовки молока для виробництва твердого сиру проводили на сироробному підприємстві у Хмельницькій області. Склад молока, взятого для виробництва дослідних партій сиру, був однаковий: масова частка жиру в молоці становила 3,4 %, масова частка білка – 3,1 %, густина – 1028 кг/м^3, титрована кислотність – 18 °Т, pH – 6,53 од., загальне бактеріальне забруднення молока – 7,6 × 10^5 КУО/ см^3 (за мікробіологічними показниками молоко відповідало другому ґатунку згідно з ДСТУ 3662-97).

Активну і титровану кислотність молока, взятого для експерименту, вимірювали загальновживаними методами (за ГОСТ 3624-92). Масову частку білка визначали за ГОСТ 25179-90, масову частку жиру – за ГОСТ 5867-90, густину – за ГОСТ 3625-84. Загальну кількість молочнокислих бактерій визначали стандартним методом висіву десятикратних розведень згідно з ГОСТ 10444.11-89, загальне бактеріальне забруднення – за ГОСТ 9225-84. Мікроскопічні препарати готували за загальновизнаною методикою та фарбували метиленовим синім за ГОСТ 9225-84, аналіз мікроскопічних препаратів проводили за допомогою мікроскопа зі збільшенням у 1000 разів.

Результати досліджень. Для визначення впливу способів покращення мікробіологічних показників молочної сировини на якість твердих сирів з низькою температурою другого нагрівання за основними мікробіологічними та санітарно-гігієнічними показниками було проведено серію наступних дослідів. Було досліджено зміну основних мікробіологічних характеристик на прикладі сирів, вироблених із використанням бактеріальної закваски прямого внесення з концентрацією мікроорганізмів 5 × 10^{11} КУО/г у складі: Lactococcus lactis підвид cremoris, Lactococcus lactis підвид lactis, Leuconostoc mesenteroides підвид cremoris, Lactococcus lactis підвид diacetylactis, Lactobacillus casei, Lactobacillus helveticum і Streptococcus thermophilus в кількості від 0,05 до 0,015 % від кількості молочної суміші. Одночасно приділялася увага закономірностям функціонування заквашувальної мікрофлори в ході технологічного процесу виробництва сирів.

Для виробництва першої партії сирів підготовку молока-сировини було здійснено загальновідомим способом: після проведення контролю якості молочної сировини проводилось визрівання молока за температури (8-12) °С з витримкою (10-14) год, нормалізація молока за масовою часткою жиру, пастеризація нормалізованої молочної суміші за температури (72-74) °С з витримкою (20-25) с. Нормалізовану, пастеризовану молочну суміш охолоджували до температури зсідання (32-34) °С, вносили бактеріальну закваску прямого внесення з розрахунку 500 г закваски на 5000 кг молочної суміші. Бактеріальну закваску вносили на початку заповнення сировиготовлювача при обов'язковому перемішуванні протягом (10-15) хв (за 15 хв до внесення молокозсідального препарату) для адаптації мікрофлори закваски, після чого додавали розчини молокозсідального препарату та хлористого кальцію.

Для виробництва твердих сирів другої партії підготовку молока-сировини здійснювали таким чином: після проведення контролю якості молочної сировини проводили термізацію молока за температури (63-67) °С з витримкою (20-25) с, його визрівання за температури (8-12) °С з витримкою (10-14) год, нормалізацію молока за масовою часткою жиру, бактофугування за температури (55-60) °С та пастеризацію нормалізованої молочної суміші за температури (72-74) °С з витримкою (20-25) с. Подальший процес виробництва твердого сиру другої партії проводився аналогічно першій.

З метою оцінки ефективності підготовки молока-сировини для виробництва твердих сирів з низькою температурою другого нагрівання першої та другої партії сирів проводили визначення загальної чисельності мікроорганізмів, бактерій групи кишкової палички (БГКП), спороутворювальних бактерій (у т. ч. спор маслянокислих бактерій) у молоці.

Результати первинного аналізу сирого молока, взятого для досліджень, свідчать про високий рівень його контамінації сторонньою мікрофлорою, в тому числі й спороутворювальними маслянокислими бактеріями (таблиця 1).

Таблиця 1 – Мікробіологічні показники молочної суміші в процесі її підготовки для виробництва першої партії сиру

Сировина	Чисельність мікроорганізмів, КУО/ см^3				Ефективність пастеризації, %
	загальна	БГКП	спороутворювальних бактерій	спор маслянокислих бактерій	
Молоко сире	7,6 × 10^5	10^2	450	20	-
Молоко після пастеризації	1,3 × 10^3	0	450	20	99,79

Результати мікробіологічних досліджень молочної суміші в процесі її підготовки для виробництва першої партії сиру підтверджують, що пастеризація бактеріально забрудненого молока за температури (72-74) °С з витримкою (20-25) с зменшує загальну чисельність мікроорганімів (з $7,6 \times 10^5$ КУО/ $см^3$ до $1,3 \times 10^3$ КУО/ $см^3$), але практично не знищує спорову технічно шкідливу мікрофлору.

Таблиця 2 – Мікробіологічні показники молочної суміші в процесі її підготовки для виробництва другої партії сиру

Сировина	Чисельність мікроорганізмів, КУО/ $см^3$				Ефективність очищення / теплової обробки, %
	загальна	БГКП	спороутворювальних бактерій	спор маслянокислих бактерій	
Молоко сире	$7,6 \times 10^5$	10^2	450	20	-
Молоко після термізації	$1,1 \times 10^4$	0	450	20	85,6
Молоко перед бактофугуванням	$7,1 \times 10^4$	0	25	20	–
Молоко після бактофугування	$5,6 \times 10^3$	0	0	0	96,5
Молоко після пастеризації	$1,0 \times 10^2$	0	0	0	99,9

З таблиці 2 видно, що термізація молока за температури (63-67) °С з витримкою (20-25) с дала змогу досягти знищення більшої частини вегетативних форм мікроорганізмів (ефективність термізації – 85,6 %) без істотних змін фізико-хімічних та біохімічних властивостей молока, що має важливе значення у процесі отримання сирного згустку. Під час визрівання молочної суміші за температури (8-12) °С протягом (10-14) год, спори, що не загинули після термізації, проросли у вегетативні клітини, також відбувся розвиток залишкової термостійкої молочнокислої мікрофлори. На користь цього свідчить зниження вмісту спороутворювальних мікроорганізмів (з 450 КУО/ $см^3$ до 25 КУО/ $см^3$) та збільшення загальної чисельності бактерій (з $1,1 \times 10^4$ КУО/ $см^3$ до $7,1 \times 10^4$ КУО/ $см^3$). При бактофугуванні молока відбулося очищення молока від вегетативних клітин спороутворювальних бактерій, спор маслянокислих бактерій, які розмножилися в молоці під час його визрівання, що знизило вміст загальної кількості бактерій (з $7,1 \times 10^4$ КУО/ $см^3$ до $5,6 \times 10^3$ КУО/ $см^3$), при цьому ефективність очищення молока досягла 96,5 %. В результаті проведення пастеризації молочної суміші за температури (72-74) °С протягом (20-25) с було досягнуто бажаної бактеріальної чистоти сировини (ефективність пастеризації – 99,9 % порівняно із сирим молоком).

Обробка молока в такий спосіб практично повністю знищує спори маслянокислих бактерій (в той час, як теплова обробка молока практично не знищує спорову технічно шкідливу мікрофлору).

Було проаналізовано динаміку як лактобактерій закваски, так і супутньої мікрофлори після пресування сирної маси та 14 діб визрівання сирів двох дослідних партій (рис. 1, 2).

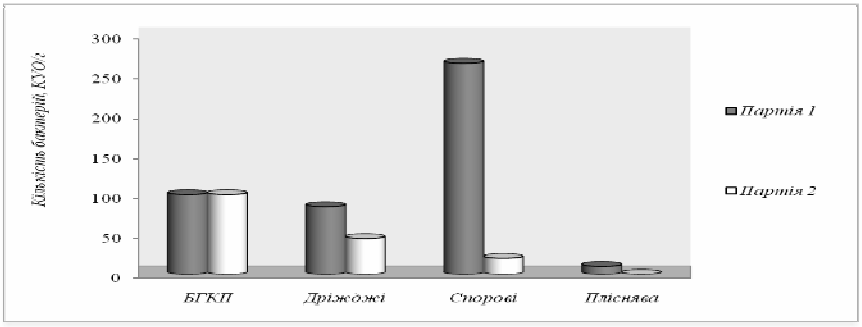


Рис. 1 – Зміна вмісту сторонньої мікрофлори в сирній масі після пресування при виробництві сирів з пастеризованого молока (перша партія) та з молока, що пройшло термізацію, бактофугування та пастеризацію (друга партія)

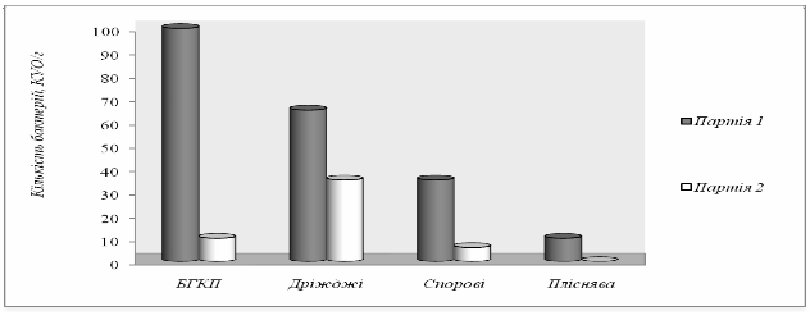


Рис. 2 – Зміна вмісту сторонньої мікрофлори в сирах на 14 діб визрівання, вироблених з пастеризованого молока (перша партія) та з молока, що пройшло термізацію, бактофугування та пастеризацію (друга партія)

Проведення пастеризації сировини негативно вплинуло на мікробіологічні характеристики сирів. Рівень сторонньої мікрофлори на обох досліджуваних стадіях технологічного процесу в цьому сирі був значно вищим, ніж у сирі з термізацією, бактофугуванням та наступною пастеризацією молока. Особливо це стосується спороутворювальних бактерій та, зокрема, маслянокислих, кількість яких у сирі другої партії скоротилася на порядок. Показовим є й те, що серед поверхневої мікрофлори досліджуваних сирів домінували дріжджі, вміст яких у кірці сиру складав до 90 % від загальної кількості цих мікроорганізмів у сирі. Твердий сир з низькою температурою другого нагрівання, вироблений з використанням поєднаних методів (за яких молоко-сировина спочатку термізувалась, після термізації і визрівання піддавалась бактофугуванню та пастеризації), мав мікробіологічні показники, що відповідали вимогам діючої нормативної документації стосовно цієї групи продуктів.

Слід зазначити, що підвищена кількість технічно шкідливої мікрофлори у першому варіанті спричинила затримку розвитку лактобактерій, насамперед, ароматоутворюючих молочнокислих мікроорганізмів (рис. 3, 4).

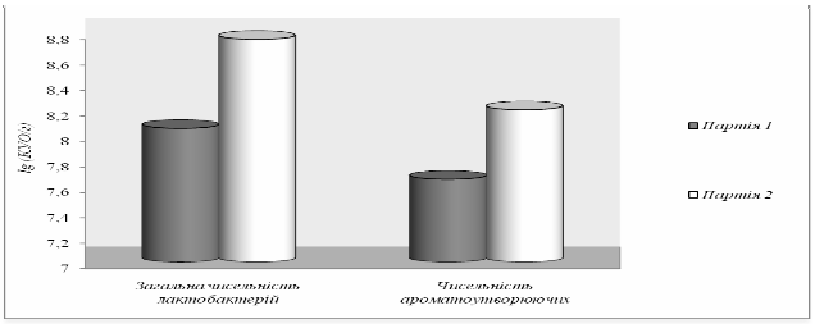


Рис. 3 – Зміна вмісту заквашувальної мікрофлори сирної маси після пресування при виробництві сирів, вироблених із пастеризованого молока (перша партія) та з молока, що пройшло термізацію, бактофугування та пастеризацію (друга партія)

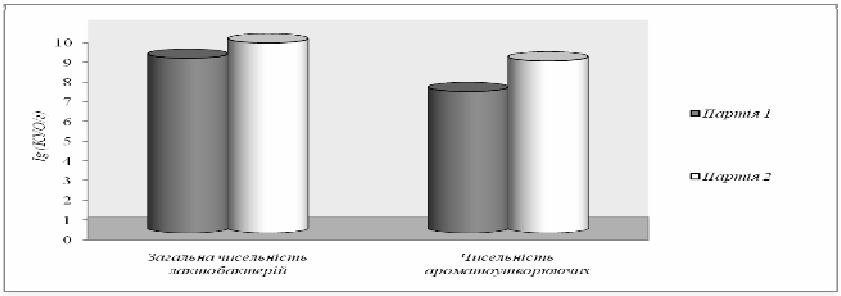


Рис. 4 – Зміна вмісту заквашувальної мікрофлори в сирах на 14 діб визрівання, вироблених із пастеризованого молока (перша партія) та з молока, що пройшло термізацію, бактофугування та пастеризацію (друга партія)

Так, якщо частка лактобактерій та ароматоутворювальних молочнокислих мікроорганізмів у сирах обох партій після пресування сирної маси становила близько 92 % від загального об'єму молочнокислої мікрофлори, то після 14 діб перебування в камері для визрівання у сирах першої партії цей показник знизився до 84 %, тоді як у сирі другої партії вміст ароматоутворювальних лактобактерій у цей період був 90 %.

Менша кількість лактобактерій у сирах першої партії спричинила низький рівень накопичення молочної кислоти, що позначилося на активній кислотності твердих сирів (рис. 5).

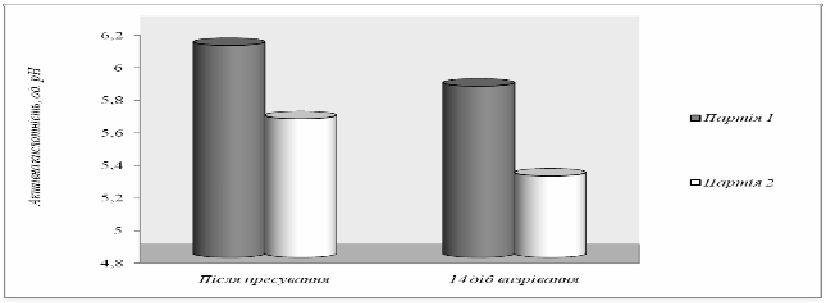


Рис. 5 – Зміна активної кислотності твердих сирів, вироблених із пастеризованого молока (перша партія) та з молока, що пройшло термізацію, бактофугування та пастеризацію (друга партія)

Значення pH сиру, виробленого із пастеризованого молока, після пресування та 14 діб визрівання виявилося на 0,5-0,6 одиниць pH вище за аналогічний показник продукту, який був вироблений з використанням поєднаних методів підготовки молока-сировини.

Висновки

Результати досліджень показали, що недостатнє кислотоутворення у твердому сирі першої партії стало передумовою виникнення вади «раннє здуття» внаслідок контамінації бактеріями групи кишкової палички під час виробництва сиру. Органолептична оцінка даного сиру після 14 діб визрівання дала незадовільні результати: мастка консистенція, гіркий присмак та сторонній запах; тоді як продукт другої партії мав у міру щільне сирне тісто, кислуватий смак та приємний аромат.

Таким чином, використання поєднаних методів, за яких молоко-сировина спочатку термізується, після термізації і визрівання піддається бактофугуванню та пастеризації, є ефективним заходом поліпшення якості несприятливої за мікробіологічними показниками сировини у сироробстві. Підготовка молока в такий спосіб дозволяє максимально знищити сторонню мікрофлору сировини (ефективність очищення – 99,9 % порівняно із сирим молоком), які істотно впливає на подальші процеси, що відбуваються з сирним тістом, сприяє уникненню вад сиру мікробного походження, нормальному розвитку заквашувальної мікрофлори та подальшому визріванню сиру.

Отже, запропонований спосіб підготовки молочної сировини у сироробстві є рекомендованим у випадку надходження на підприємство молока з високим бактеріальним забрудненням.

Література

1. Семко Т.В. Інтенсифікація процесу дозрівання та підвищення якості твердих сичужних сирів // Молочна промисловість. – 2005. – №10(25). – С.27-28.
2. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.3. Сыры (Кузнецов В.В., Шиллер Г.Г.; Под общей ред. Г.Г. Шиллера). – СПб: ГИОРД, 2003. – 512 с.
3. Наркявичус Р. Применение молока, подвергнутого ультравысокотемпературной обработке при производстве твердых сычужных сыров. Сборник научных трудов Литовского филиала ВНИИМС. – Вильнюс: Монслас, 1986 – с. 103-107.
4. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под редакцией С.А. Гудкова, 2-е изд., испр. и доп. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 804 с.

УДК 637.146

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ З УВТ-МОЛОКА

Кострицька О.О., канд. техн. наук
Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь

Проведено дослідження мікробіологічних показників та встановлено строк придатності кисломолочного сиру, виготовленого з молока, що підлягало ультрависокотемпературному (УВТ) обробленню.

In the article the microbiological characteristics and the shelf-life of curd cheese, which is produced at ultra high temperature (UHT) treatment of milk, are researched.

Ключові слова: УВТ-оброблення молока, кисломолочний сир, санітарно-гігієнічні показники, строк придатності, якість.

Відповідно до вимог чинних нормативних документів [1], кисломолочний сир контролюють за такими групами мікроорганізмів: молочнокислими бактеріями, патогенною і умовно-патогенною мікрофлорою, БГКП, дріжджами та пліснявими грибами.

Вміст заквашувальної молочнокислої мікрофлори в кисломолочному сирі повинен становити не менше $1 \cdot 10^6$ КУО/г. Відсутність патогенних та умовно-патогенних бактерій визначає безпеку продукту. БГКП характеризують санітарно-гігієнічний рівень виробництва, їхня присутність не допустима в 0,001 г кисломолочного сиру зі строком зберігання, що не перевищує 72 години, або в 0,01 г зі строком зберігання понад 72 години. Розвиток дріжджів і пліснявих грибів призводить до зниження якості й швидкого псування кисломолочного сиру, їхня чисельність не повинна перевищувати 100 та 50 КУО в 1 г продукту відповідно.

У технологічних інструкціях щодо виробництва кисломолочного сиру традиційними режимами термооброблення молока є пастеризація в діапазоні температур 76-80 ºС із витримкою 15-30 с, що повинно забезпечити отримання стандартних показників кінцевого продукту [2, 3]. Але в умовах нестабільної якості вихідної сировини за таких умов оброблення не завжди можна досягти належних санітарно-гігієнічних показників молока перед початком технологічного циклу для виробництва кисломолочного сиру.

Метою роботи було дослідити мікробіологічні показники та встановити строк придатності кисломолочного сиру, виготовленого за високотемпературного та УВТ-оброблення вихідного молока.

Матеріали і методи.

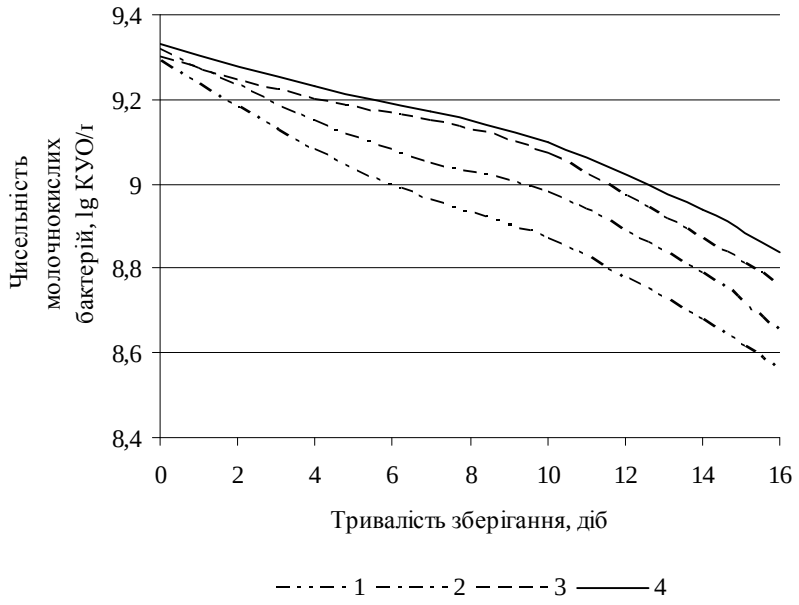
Для досягнення поставленої мети були проведені порівняльні дослідження мікробіологічних показників кисломолочного сиру, виготовленого за різних режимів теплового оброблення молока і білкового згустку, та їх зміни упродовж 16 діб зберігання продукту за температури 4-6 ºС.

Оцінку кисломолочного сиру проводили за чисельністю молочнокислих та спороутворювальних бактерій згідно з ГОСТ 9225-84. У всіх дослідних варіантах продукту контролювали вміст БГКП, дріжджів та пліснявих грибів за ГОСТ 10444.12-88.

Кисломолочний сир виробляли з незбираного молока однієї партії. За контрольний приймали режим короткотривалої пастеризації молока за температури 74-76 ºС з витримкою 15-30 с, який традиційно застосовується під час виробництва кисломолочного сиру. Дослідні варіанти молока пастеризували за температур 85-87 ºС із витримкою 1,5 хв; 95-97 ºС – 5 хв та обробляли за 145-147 ºС з витримкою 3-5 с. Білкові згустки контрольних і дослідних варіантів молока обробляли за різних температурних режимів, а саме за 40-42 та 60-62 ºС з подальшим охолодженням до 30-32 ºС. Сироватку відокремлювали шляхом самопресування згустків у мішечках із лавсану.

На рис.1, 2 представлені результати мікробіологічних досліджень показників кисломолочного сиру впродовж 16 діб зберігання за температури 4-6 ºС.

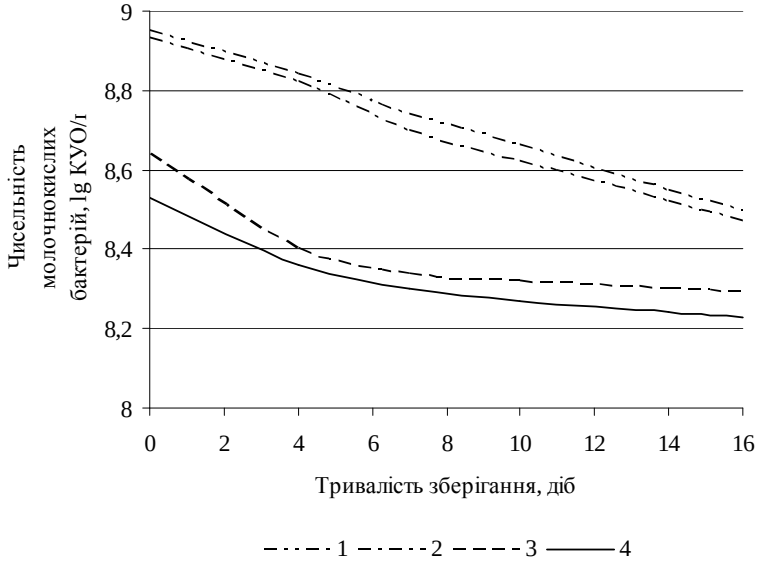
У разі нагрівання кислотно-сичужних згустків до 40-42 ºС (рис. 1) чисельність молочнокислих бактерій для всіх свіжовироблених варіантів кисломолочного сиру була близькою за своїми значеннями та становила більше 10^9 КУО/г. Упродовж зберігання кисломолочного сиру відзначено зменшення чисельності молочнокислих бактерій для всіх варіантів. На 16 добу зберігання більш високий вміст молочнокислих бактерій відзначено у варіантах, де температура пастеризації молока була збільшена до 95-97 і 145-147 ºС порівняно з варіантами, виробленими з молока, пастеризованого за температур 74-76 й 85-87 ºС.



***1** – 74-76 ºС (15-30 с), **2** – 85-87 ºС (1,5 хв), **3** – 95-97 ºС (5 хв),*
***4** – 145-147 ºС (3-5 с) та нагрівання згустків до 40-42 ºС*

Рис. 1 – Зміна чисельності молочнокислих бактерій під час зберігання кисломолочного сиру, виробленого за режимів теплового оброблення молока

У разі нагрівання кислотно-сичужних згустків до 60-62 ºС (рис. 2) відзначено зменшення чисельності молочнокислих бактерій у готовому продукті порівняно з нагріванням за температури 40-42 ºС. За таких умов оброблення згустку чисельність молочнокислої мікрофлори для всіх свіжовироблених варіантів кисломолочного сиру становила близько 10^8 КУО/г. Упродовж 16-ти діб зберігання кисломолочного сиру за температури 4-6 ºС чисельність молочнокислих бактерій зменшувалась в більшій мірі у варіантах, вироблених із молока, пастеризованого за температур 74-76 і 85-87 ºС порівняно з варіантами, виготовленими за температур пастеризації молока 95-97 й 145-147 ºС.

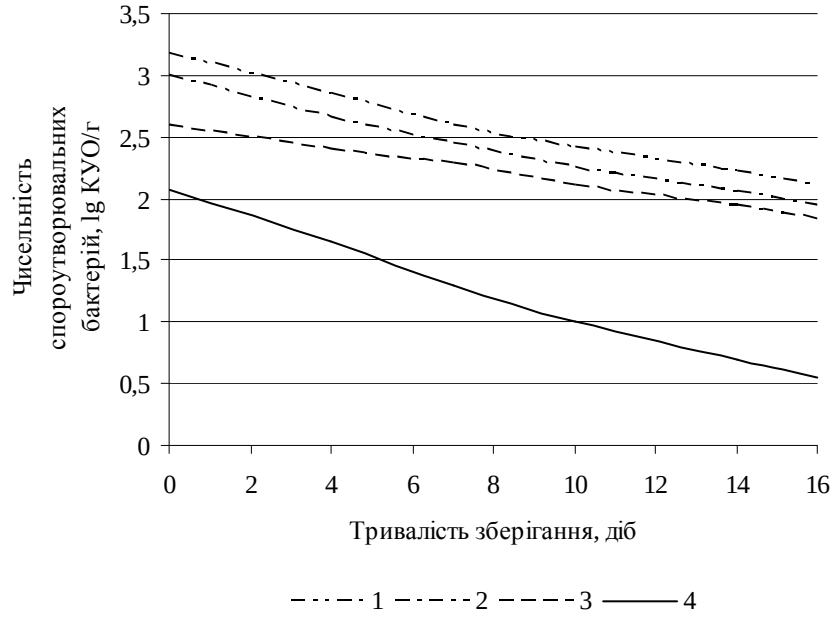


***1** – 74-76 ºС (15-30 с), **2** – 85-87 ºС (1,5 хв), **3** – 95-97 ºС (5 хв),*
***4** – 145-147 ºС (3-5 с) та нагрівання згустків до 60-62 ºС*

Рис. 2 – Зміна чисельності молочнокислих бактерій під час зберігання кисломолочного сиру, виробленого за режимів теплового оброблення молока

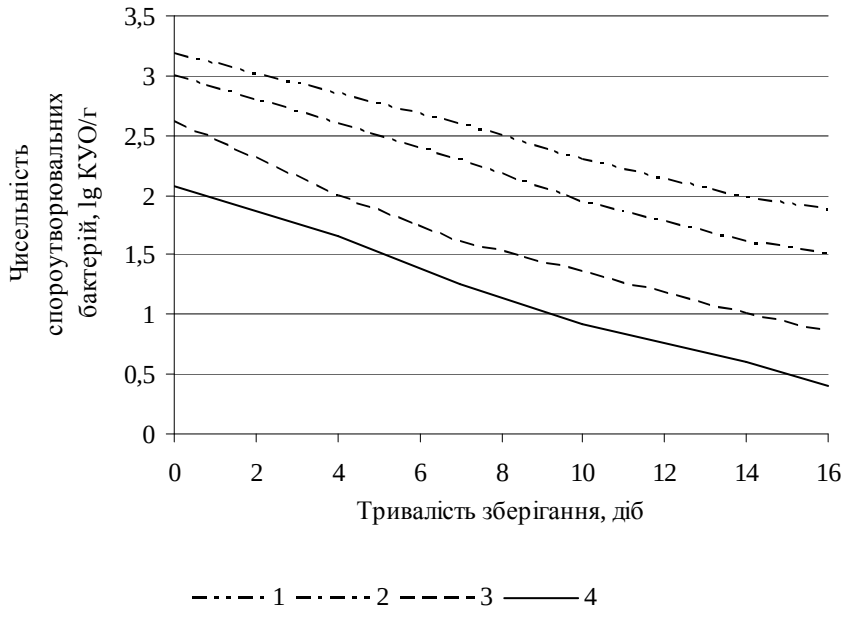
Слід зазначити, що вміст молочнокислої мікрофлори для всіх варіантів кисломолочного сиру на 16-ту добу зберігання відповідав нормативам та становив більше 10^7 КУО/г.

На рис. 3, 4 представлено дані щодо наявності спороутворювальних бактерій у свіжовироблених варіантах кисломолочного сиру та її зміни впродовж 16 діб зберігання продукту за температури 4-6 ºС.



1 *– 74-76 ºС (15-30 с),* ***2*** *– 85-87 ºС (1,5 хв),* ***3*** *– 95-97 ºС (5 хв),*
4 *– 145-147 ºС (3-5 с) та нагрівання згустків до 40-42 ºС*

Рис. 3 – Зміна чисельності спороутворювальних бактерій під час зберігання кисломолочного сиру, виробленого за режимів теплового оброблення молока



1 *– 74-76 ºС (15-30 с),* ***2*** *– 85-87 ºС (1,5 хв),* ***3*** *– 95-97 ºС (5 хв),*
4 *– 145-147 ºС (3-5 с) та нагрівання згустків до 60-62 ºС*

Рис. 4 – Зміна чисельності спороутворювальних бактерій під час зберігання кисломолочного сиру, виробленого за режимів теплового оброблення молока

Підвищення температурних режимів на стадіях пастеризації молока та оброблення згустку призводило до зменшення чисельності спороутворювальних бактерій у кисломолочному сирі (рис. 3, 4). Це передусім пов'язано з покращенням бактеріальної чистоти молока і зміною співвідношення вільної та зв'язаної води в готовому продукті.

У всіх варіантах кисломолочного сиру протягом 16 діб зберігання за температури 4-6 ºС не спостерігали дріжджів та пліснявих грибів в 1 г, а також БГКП в 0,01 г продукту.

Висновки

Отже, підвищення температурних режимів на стадіях пастеризації молока та оброблення згустку дозволяє покращити мікробіологічні показники кисломолочного сиру. За умови дотримання санітарно-гігієнічних вимог виробництва гарантований строк придатності кисломолочного сиру становить 16 діб, а за асептичних умов – 21 добу.

Для практичного застосування УВТ-оброблення молока за 145-147 °С, 3-5 с рекомендовано для виробництва м'якого кисломолочного сиру на закритих потоково-механізованих лініях зі зневодненням згустку на сепараторі. Кисломолочний сир, виготовлений із УВТ-молока, відрізняється від традиційного підвищеним вмістом зв'язаної води, меншими розмірами білкових згустків, підвищеним вмістом кальцію та ніжною кремоподібною консистенцією [4].

Література

1. Сир кисломолочний. Технічні умови: ДСТУ 4554:2006. − [Чинний від 2006-27-04]. − К.: Держспоживстандарт України, 2007. − 10 с. − (Національний стандарт України).
2. Технологическая инструкция по производству творога мягкого диетического к ОСТ 49 25-71 «Творог мягкий диетический». Отраслевой стандарт.
3. Технологическая инструкция по производству творога к РСТ УСР 248-90 «Творог из коровьего молока». Технические условия.
4. Кострицька О.О. Удосконалення технології сиру кисломолочного із застосуванням високотемпературного оброблення вихідного молока : автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук : спец. 05.18.16 «Технологія продуктів харчування» / О.О. Кострицька. – Київ, 2009. – 20 с.

УДК 637.247

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРЧОВОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ СУХОГО МОЛОЧНО-БІЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТУ ЗІ СКОЛОТИН

Дейниченко Г.В., д-р техн. наук, професор
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків
Юдіна Т.І., канд. техн. наук, доцент, Бесіда С.М., аспірант
Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського

У статті наведено результати експериментальних досліджень щодо визначення харчової та біологічної цінності, досліджено наявність лімітуючих амінокислот у сухому молочно-білковому концентраті зі сколотин, проведені розрахунки коефіцієнта утилітарності амінокислотного складу сухого продукту.

The results of experimental researches of food value are resulted in the article, a biological value and presence of limiting amino acid is certain in dry to the milk albumen concentrate from buttermilk, conducted calculations the coefficient of utility of amino acid composition of dry product.

Ключові слова: сухий молочно-білковий концентрат, біологічна цінність, амінокислотний склад, коефіцієнт утилітарності.

В умовах обмежених ресурсів традиційної для галузі сировини – молока необхідно раціонально використовувати всі його складові компоненти. На жаль, технологія виробництва молочних продуктів сформована за принципом вилучення окремих компонентів молока з одержанням у якості побічних продуктів знежиреного молока, сколотин і молочної сироватки.

У відповідності з прийнятою на сьогодні термінологією ці побічні продукти основного виробництва мають загальну назву білково-вуглеводна молочна сировина (БВМС) і характеризуються унікальним збалансованим складом та властивостями, що відрізняються від вихідної сировини – молока.

Одним із видів БВМС, що утворюється при переробці молока, є сколотини, які одержують при виробництві вершкового масла. У загальному обсязі виробленої БВМС сколотини характеризуються відносно невисокою питомою вагою, чим, на наш погляд, і пояснюється недостатня увага до розробки питань їхнього подальшого використання в харчуванні людини. Однак, із погляду вмісту біологічно повноцінних речовин, сколотини є особливо цінною білково-вуглеводною сировиною, яку необхідно вносити до харчового балансу [1].

Найбільший інтерес у цій сировині являють білкові речовини, що обумовлюють біологічну цінність сколотин.

Білки сколотин відрізняються від білків цільного й знежиреного молока підвищеним вмістом сироваткових білків відповідно на 8,6 % і 10,5 %. Сироваткові білки за своїм амінокислотним складом є повноцінними, тому що містять у кращому сполученні незамінні амінокислоти, ніж інші білки тваринного походження.

Відмінною рисою білкового складу сколотин є наявність білків оболонок жирових кульок, що за своїми електрофоретичними властивостями ідентичні сироватковим білкам, і відіграють істотну роль у забезпеченні нормального росту і розвитку дітей [1]. Однак, наявні технології переробки сколотин далеко не в повній мірі реалізують їхній харчовий потенціал, зокрема, білковий комплекс. Тому розробка технологій одержання молочно-білкових концентратів зі сколотин є актуальною задачею.

Розроблена технологія одержання молочно-білкового концентрату (МБК) зі сколотин [2]. Це напівфабрикат з м'якою, однорідною консистенцією, що нагадує нежирний кислий сир. Отриманий сумісним осадженням казеїну і сироваткових білків, МБК зі сколотин має вищу харчову і біологічну цінність, ніж у сиру: він містить сироваткові білки, багатші, ніж казеїн, незамінними амінокислотами. При його виробництві набагато повніше використовується харчовий потенціал молока. Але МБК зі сколотин є нерозчинною формою концентрату, що запобігає його широкому використанню у технологіях продуктів харчування.

На підставі серії попередніх експериментів і з урахуванням відомостей, що є в науково-технічній літературі, розроблена технологія одержання розчинної форми молочно-білкового концентрату зі сколотин. МБК зі сколотин – це низькокальцієвий концентрат з масовою часткою кальцію 0,64%, тому для його переведення у розчинну форму була використана харчова добавка «Біофос 90», яка містить у рівних часнинах пірофосфат (Е 450) та трифосфат (Е 451) натрію.

МБК, як і всі молочні продукти, відноситься до швидкопсувних [2]. Для отримання більш стабільного при зберіганні, менш схильного до бактеріального псування та зручного до транспортування продукту передбачено одержання сухого молочно-білкового концентрату (СМБК) зі сколотин за допомогою сушіння МБК у псевдозрідженому шарі.

Для обґрунтування доцільності використання СМБК зі сколотин у технологіях продуктів харчування необхідно дослідити його харчову, біологічну цінність та функціонально-технологічні властивості.

Метою даної статті є дослідження харчової та біологічної цінності сухого молочно-білкового концентрату зі сколотин.

Дослідження хімічного та амінокислотного складу СМБК зі сколотин проводили в акредитованій за системою сертифікації ISO/IES 17025:2006 лабораторії Відділу екологічного моніторингу та якості продукції тваринного походження Інституту тваринництва Української Академії аграрних наук (смт. Кулиничі, Харківської області).

Якісні показники сухого молочно-білкового концентрату зі сколотин проводили у порівнянні із сухим знежиреним молоком (СЗМ). Результати досліджень надано в табл. 1

Таблиця 1 – Якісні показники СМБК зі сколотин та СЗМ

Найменування показника	СМБК зі сколотин	Молоко сухе знежирене
Вологість, %	4,9	4,0
Зола, %	11,6	6,8
Жир, %	2,4	1,0
Лактоза, %	14,2	50,3
Білок, %	66,9	37,9
Кальцій, %	0,60	1,12
Фосфор, %	0,86	0,75
Калій, %	1,02	1,22
Магній, %	0,15	0,13
Натрій, %	1,48	0,26
Розчинність, мл сирого осаду	0,2	0,1

На сьогодні дослідники прийшли до єдиної думки, що біологічну цінність білка необхідно виражати не в абсолютних, а у відносних одиницях (відсотках), тобто в порівнянні з аналогічними показниками стандартних білків, у якості яких прийняті білок суцільного курячого яйця або білки коров'ячого молока [3].

На практиці найбільше поширення для визначення біологічної цінності білків одержали методи амінокислотних шкал, засновані на використанні амінокислотного (хімічного) скору [3], інтегрованого амінокислотного показника Кюнау – Осера – Мітчелла [4-6] і індексу Корпачі [7]. Два останніх через велику складність розрахунків не знайшли широкого застосування і в сьогоденні найчастіше використовують засіб визначення амінокислотних скорів у модифікації, запропонованій ФАО/ВОЗ [3],

що дозволяє виявити так звані лімітуючі незамінні амінокислоти. Усі амінокислоти, скор яких складає менше 100 %, рахуються лімітуючими, а амінокислота з найменшим скором є головною лімітуючою амінокислотою.

Для визначення біологічної цінності й наявності лімітуючих амінокислот у досліджуваних продуктах розраховували скор незамінних амінокислот і порівнювали його зі стандартом ФАО/ВОЗ. У якості еталонного білка використовували гіпотетичну модель ФАО/ВОЗ, що рекомендує для середньостатистичного дорослого споживача такі масові частки восьми незамінних амінокислот у 100 г цього білка: ізолейцин – 4,0 г; лейцин – 7,0 г; лізин – 5,5 г; метіонін+цистин – 3,5 г; фенілаланін+тирозин – 6,0 г; триптофан – 1,0 г; треонін – 4,0 г; валін – 5,0 г.

Розрахунок амінокислотного скора незамінних амінокислот досліджуваних продуктів і його зіставлення зі стандартними даними ФАО/ВООЗ наведені в табл.2.

Таблиця 2 – Амінокислотний скор молочно-білкових продуктів

Найменування показника	Рекомендований ФАО/ВОЗ	СМБК зі сколотин	Молоко сухе знежирене
Валін, мг/100мг	5,0	4,24	2,25
Ізолейцин, мг/100мг	4,0	3,09	1,93
Лейцин, мг/100мг	7,0	5,42	3,56
Лізин, мг/100мг	5,5	4,40	2,26
Метіонін+цистин, мг/100мг	3,5	2,60	0,80
Треонін, мг/100мг	4,0	2,78	1,36
Триптофан, мг/100мг	1,0	0,67	0,42
Фенілаланін+тирозин, мг/100мг	6,0	4,63	2,79
Мінімальний скор, %	100	67,0	22,0
Коефіцієнт утилітарності, од.	1,0	0,96	0,67

Аналіз даних табл. 2 свідчить, що у складі білків МБК зі сколотин рівень всіх незамінних амінокислот перевищує стандарт ФАО/ВОЗ, що само по собі свідчить про високу біологічну цінність продукту. Підвищений рівень сіркоутримуючих амінокислот (метіонін+цистин) у МБК є слідством наявності в ньому сироваткових білків.

Відповідно до сучасної концепції амінокислотного балансу [8] білок, що забезпечує задоволення потреб людини в незамінних амінокислотах, у кількості й у співвідношенні, що відповідають мінімальним значенням потреб, має оптимальну характеристику. Тому визначення біологічної цінності припускає оцінку ступеня відповідності шкали незамінних амінокислот харчового білка шкалі найбільш ефективної утилізації цих амінокислот для синтезу білка.

Розробкою принципів і формалізованих методів оцінки біологічної цінності харчових продуктів протягом ряду років займався професор М.М. Ліпатов [9-10].

Автором сформульовано основний критерій оцінки амінокислотного складу білка харчових продуктів. Його зміст полягає в тому, що продукт може рахуватися кращим, коли за умов рівного забезпечення організму анаболічним матеріалом частка утримання в його білках незамінних амінокислот, що асимілюються, спроможна використовуватися на анаболічні цілі без деградації на потреби біосинтезу замінних амінокислот, і тим більше не брати участі у біологічному окислюванні для компенсації енерговитрат організму.

Сутність якісної оцінки порівнюваних білків за допомогою формалізованих кількісних показників полягає в тому, що чим вище значення коефіцієнта утилітарності амінокислотного складу (U), який характеризує збалансованість незамінної амінокислоти стосовно фізіологічно необхідної норми (еталону), тим краще збалансовані незамінні амінокислоти ірациональніше вони можуть бути використані організмом (в ідеалі U=1).

Проведені розрахунки показали, що коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу СЗМ складає 0,74, а МБК із сколотин – 0,88, що дає можливість вважати останній більш привабливим для використання.

Висновки

Таким чином, рівень незамінних амінокислот та коефіцієнт утилітарності сухого молочно-білкового концентрату зі сколотин вищий, ніж у сухого знежиреного молока, що дає можливість вважати розроблений сухий продукт більш привабливим для використання в технологіях продуктів харчування.

Перспективами подальших досліджень у цьому напрямі є дослідження функціонально-технологічних властивостей СМБК зі сколотин з метою подальшого його використання в технологіях харчових продуктів.

Література

1. Храмцов, А.Г. Технология продуктов из вторичного молочного сырья промышленности [Текст] / А.Г. Храмцов, С.В. Василисин, С.А. Рябцева, Т.С. Воротникова – СПб.: ГИОРД, 2009. – 424 с.
2. Юдіна, Т.І. Розробка молочно-білкового концентрату зі сколотин та його використання в технології продуктів харчування [Текст] : дис. канд. техн. наук: 05.18.16 / Юдіна Тетяна Іллівна. – Х., 2001. – 158 с.
3. FAO/WHO. Energy and Pritein Requirements. Report of a Joint FAO/WHO ad Hoc Expert Committee, WHO // Techn. Rep. Ser. – 1973. – P. 64-65.
4. Kuhnau J. Biochemie des nahrungseiweisses // Angew. Chemie. – 1979. – P. 357-362.
5. Mitchell H.H. Biological vaue of proteins and amino acid interrelationships // Methods for evaluation of nutritional adequacy and status. – 1974. - №2. – P. 13-19.
6. Oser B.H. Method for integrating essencial amino acid content in the nutritional evaluation of protein // J. Am. Diet, Ass. – 1961. – №27. – P. 396-404.
7. Korpaczy J., Kinder K., Varga K. Verbessertes verfahren zur berechnung der biologischen wertigkeit der nahrungseisweisse // Qualitas plantarum et natenae vwgwtabiles. – 1981. – S. 130-135.
8. Harper A.E., Amino Asid Toxicities and imbalances // Vfuflian Protein Metabolism. – 1984. – V. II. - №13. – P. 87-134.
9. Липатов Н.Н. Методы количественной оценки и моделирования аминокислотной сбалансированности продуктов мясной промышленности [Текст] / Н.Н. Липатов // XXXI Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. – София, 1985. – С. 15-22
10. Липатов Н.Н. Информационно алгоритмические и технологические аспекты совершенствования качества многокомпонентных продуктов питания специального назначения [Текст] / Н.Н.Липатов, О.И. Башкиров, Л.В. Нескоромная // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 9. – С. 25–28.

УДК 637.13

ВПЛИВ АДІАБАТНОГО ЗАКИПАННЯ ТА КАВІТАЦІЇ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ МОЛОКА ПРИ ЙОГО ОБРОБЦІ ЗА ТЕРМОВАКУУМНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

Шурчкова Ю.О., д-р техн. наук, Целень Б.Я., канд. техн. наук,
Недбайло А.Є., мол. науковий співробітник, Іваницький Г.К., д-р техн. наук,
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Розглянуто принципи використання динамічної дії мікробульбашок у процесах кавітації та скипання в технології термовакуумної обробки рідини. Досліджено комплексний вплив ефектів кавітації та вибухового скипання на якісні показники молока і визначено механізми цього впливу. Доведено, що створення кавітаційних ефектів в апараті не потребує додаткових енергетичних витрат.

The use of dynamical effects of microbubbles in cavitation and explosive boiling phenomena in relation to the technology of thermo-vacuum treatment of liquids is considered in this study. The joint influence of both the boiling and cavitation on the important milk quality attributes have been investigated. It was found that the initiation of cavitation effects in the apparatus does not demand any additional energy consumption.

Ключові слова: термовакуумна обробка, молоко, закипання, кавітація, енергетичні витрати.

В ІТТФ НАН України розроблені технологія і обладнання для термовакуумної обробки молока, що дозволяє підвищувати його термостійкість, знижувати кислотність та покращувати мікробіологічні показники, впливати на дисперсність жирової фази. З наукової та практичної точки зору актуальним є виявлення механізмів отримання таких ефектів.

У термовакуумній технології задіяні потужні ефекти динаміки бульбашок, які ініціюються в процесах кавітації та скипання рідини. Проведені дослідження пов'язані з вивченням цих ефектів з метою їх застосування для інтенсифікації тепломасообмінних, гідродинамічних та біохімічних процесів, які відбуваються в апаратах термовакуумної обробки молока [1]. В каналах адіабатного закипання цих апаратів

величини швидкості та прискорення радіального руху рідини на межі з поверхнею бульбашки становлять 4 м/с та 10^5 м/с^2 відповідно, а тривалість процесів вимірюється мікросекундами. В зонах кавітації цих апаратів вирішальну роль відіграє стадія максимального стиснення або захлопування бульбашок. Саме на цій стадії досягаються найбільші швидкості та прискорення руху рідини, значення яких досягає 700 м/с та $8\cdot10^{11}$ м/с^2, відповідно, а тривалість процесів вимірюється в наносекундах.

Просторова та часова масштабність таких процесів визначає направленість їх дії на різні дисперсні структури молока і можливість перебудови або руйнування цих структур. Слід брати до уваги такі визначальні фактори. По-перше, деформація і подрібнення мікрочасток завдяки великій відносній швидкості дисперсної фази внаслідок різниці густини обох фаз [2]. По-друге, дія зсувних напружень, яка зумовлена різницею дотичних складових швидкості рідини на протилежних сторонах поверхні мікрочастки. Необхідно також враховувати тривалість динамічної дії на дисперсію з боку рідини. Відомо, що час релаксації до повного подрібнення дисперсії пропорційний відбувається в зонах адіабатного закипання, а трансформація білкових структур пов'язана з кавітаційними ефектами кавітації.

Кавітаційні ефекти, які створюються в чотирьох відцентрових насосах апарата термовакуумної обробки, менш досліджені ніж динамічні ефекти в зонах адіабатного закипання. Згідно з технічними даними насосів, які застосовані в цій технології, допустимий кавітаційний запас $\Delta h_{доп}$ становить 4 м. Умовою відсутності кавітації при роботі насоса є перевищення його кавітаційного запасу над допустимим значенням ($\Delta h \geq \Delta h_{доп}$) [3]. Розрахунки показують, що всі чотири насоси апарата працюють з від'ємним кавітаційним запасом.

Результати розрахунків підтверджено експериментальними дослідженнями. Виявлено, що найбільш нестабільний режим роботи спостерігається в насосах, які відкачують рідину з камер апарата з пониженим тиском ($p \propto 10$ кПа) в нагрівач і холодильник, де тиск перевищує 100 кПа [4]. Таким чином тиск рідинної суміші різко підвищується на величину $\Delta p \propto$ 200 кПа. На виході з цих насосів спостерігаються пульсації тиску з амплітудою 9100÷400) кПа і частотою близько (1÷2) Гц (рис. 1). Такі режими роботи насосів зумовлюють ініціювання в них кавітаційних ефектів, що підтверджується теоретичними розрахунками і результатами експериментальних досліджень.

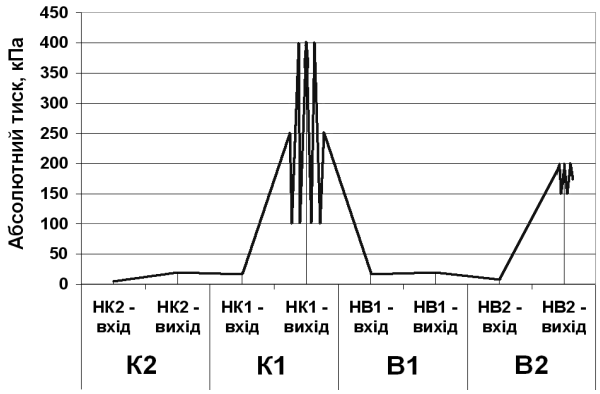


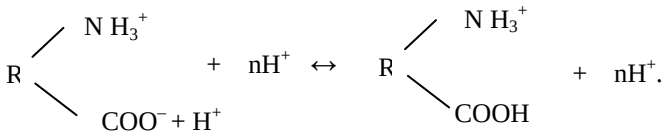
Рис. 1 – Зміна тиску на вході і виході з насосів на етапах обробки рідини в апараті термовакуумної технології.

Попередні дослідження термовакуумної обробки природної води показали, що внаслідок сукупної дії ефектів, які створюються в рідинному тракті апарата, pH води зростає на 30 % і зберігається це значення протягом тривалого часу. Це явище пов'язане з видаленням розчиненого у воді CO_2 в процесах скипання та змінами у структурі води [5]. Основними механізмами впливу на pH води є зростання парових бульбашок, утворення плівкових структур у потоці при його адіабатному закипанні, схлопування бульбашок при кавітації, високі напруження зсуву в макро- та мікропотоках.

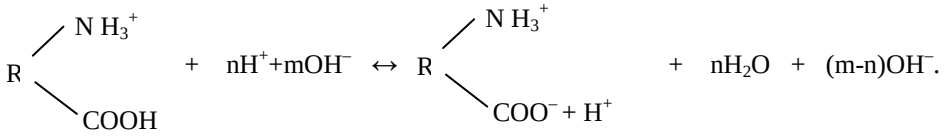
Відомо, що молоко на 87 % складається з води, причому до 75 % води перебуває у вільному стані. Очевидно, що зміна показників води має впливати на дисперсні структури молока, насамперед на білкові структури, стан яких визначається формою і величиною енергії зв'язку молекули з оточуючою водою. Стабільність білкової фракції в молоці залежить від значення водневого показника pH. Зміна водневого показника в молоці відбувається за рахунок діяльності молочнокислих бактерій, що продукують молочну кислоту, яка в свою чергу має здатність до дисоціації:

$$CH_3CH(OH)COOH \leftrightarrow CH_3CH(OH)COO^- + H^+.$$

Утворення молочної кислоти приводить до збільшення іонів H^+ в молоці, що виражається у зниженні величини водневого показника pH. Карбоксильна група білка у свіжому молоці знаходиться в іонізованому стані. Вона несе від'ємний заряд і надає молекулі білка стійкість у колоїдному розчині. Порушення рівноваги за рахунок появи в системі іонів H^+ призводить до втрати білком від'ємного заряду за рахунок переходу карбоксильної групи в неіонізований стан:

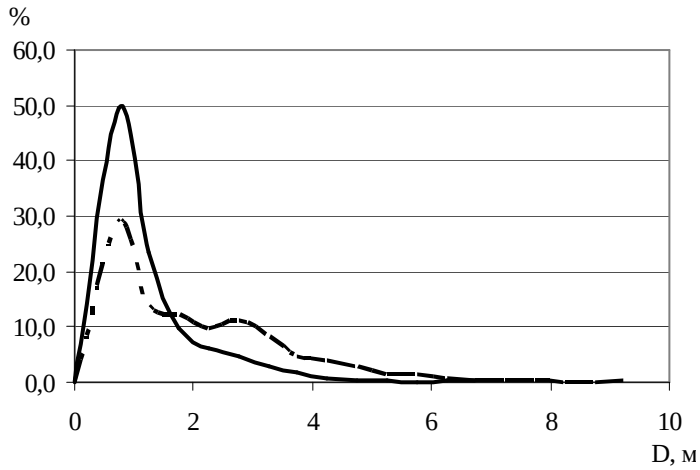


За рахунок динамічної дії бульбашок у процесах вибухового закипання і кавітації відбувається іонізація молекул води з утворенням комплексів H_2O_2 та $H_2O_5^+$, що спричинює зміну рівноваги у напрямку створення лужного розчину та вносить у систему додаткові іони OH^-. Такі зміни приводять до переваги кількості іонів OH^- над іонами H^+, що викликає іонізацію карбоксильної групи білка і повертає йому від'ємний заряд та агрегаційну стійкість у розчині:



Ці висновки підтверджуються результатами дослідження фракційного складу білків молока. Після обробки молока з використанням термовакуумної технології спостерігалось зниження високомолекулярних комплексів білків з масою понад 100 кДа на 3 % і більше, тоді як після обробки молока за традиційною технологією їх кількість збільшувалась на 5 %. Це свідчить про розрив слабких енергетичних зв'язків під час перебування білків у кавітаційних мікропотоках та надання їм стійкості в розчині завдяки підвищенню pH середовища.

Під час обробки молока досягається ефект гомогенізації жирової фази. Проведені дослідження показали, що подрібнення молочного жиру відбувається завдяки дії зсувних напружень у мікропотоках у міжбульбашковому просторі, як у зонах адіабатного закипання, так і в зонах кавітації. На рис. 2 представлені диференційні криві розподілу жирових кульок до і після обробки молока за термовакуумною технологією.



--- – натуральне молоко;
— – молоко після термовакуумної обробки

Рис. 2 – Диференційні криві розподілу жирових кульок у натуральному молоці до і після обробки молока за термовакуумною технологією

Після термовакуумної обробки розміри більшої частини жирових кульок не перевищують 1 мкм. Найбільші розміри жирових кульок досягають 6 мкм, але таких досить малий відсоток. Крім розмірів отриманих дисперсних частинок показником якості молочної емульсії є відсутність скупчень жирових кульок. За результатами мікроскопічних досліджень у натуральному молоці скупчення жирових кульок спостерігалось в 9 з 10 полів. У молоці, обробленому за термовакуумною технологією, у всіх полях скупчення жирових кульок були відсутні. Це пов'язано з якістю рекомбінованої оболонки жирових кульок, яку формують білки молока. Білки з підвищеним від'ємним зарядом при формуванні поверхневого адсорбційного шару надають йому від'ємного заряду. Такі властивості оболонки жирової кульки визначають стійкість емульсії та перешкоджають злипанню дисперсних частинок.

В отриманні якісної емульсії молока кавітаційні механізми відіграють важливу роль, оскільки вони характеризуються більш високими швидкостями та прискореннями рідини при схлопуванні кавітаційних бульбашок, ніж при зростанні бульбашок у процесах адіабатного закипання, а часовий масштаб таких процесів вимірюється наносекундами. Це обумовлює вплив кавітаційних процесів на зменшення розміру білкових структур, що є важливим при формуванні оболонки жирової кульки.

Комбінація процесів кавітації, адіабатного закипання та термічних ефектів, що протікають в апараті термовакуумної обробки, суттєво впливає на мікробіологічні показники молока. Високий ступінь при-

гнічення мікрофлори в даній технології (на 3,5 – 4 порядки) пов'язаний з різкими перепадами тиску, що, в свою чергу, впливає на стінки клітини мікроорганізмів. Температурний режим обробки також дає свій внесок у пригнічення мікрофлори.

Отже, комплексний вплив процесів закипання та кавітації має визначальне значення при обробці молока за термовакуумною технологією. Крім того, необхідно наголосити, що ініціювання явища кавітації у відцентрових насосах практично не потребує додаткової енергії, про що свідчить детальний аналіз енергетичних витрат на роботу апарата. Встановлено, що витрати енергії на роботу відцентрових насосів, основним завданням яких є перекачування рідини через камери апарата, складають близько 12 % від загальних витрат. Оскільки при розвиненій кавітації падіння ККД насоса не перевищує 4,5 % [6], то величину енергетичних втрат внаслідок кавітаційних явищ у насосах можна вважати незначною, а практика застосування розроблених в ІТТФ НАН України насосів показала їх високу надійність.

Висновки

Результати експериментальних досліджень показали наявність кавітаційних ефектів у технології термовакуумної обробки рідин, які в сукупності з процесами адіабатного закипання, а також термічними процесами чинять значний вплив на фазову структуру молока і його мікробіологічні показники, суттєво не впливаючи при цьому на рівень споживання енергії під час обробки.

Література

1. Долинский А.А., Иваницкий Г.К. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных системах. Теплофизические основы дискретно-импульсного ввода энергии. – К.: Наукова думка, 2008. – 381 с.
2. Иваницкий Г.К. Разрушение дисперсий в адиабатно вскипающих потоках // Промышленная теплотехника. – 1999. – № 4-5, Т. 21. – С. 10-15.
3. Каминер А.А., Яхно О.М. Гидромеханика в инженерной практике. – К.: Техника, 1987. – 175 с.
4. Целень Б.Я. Тепломасообмін та гідродинаміка при термовакуумній обробці рідин : Автореферат дис. канд. техн. наук, – Київ, 2010. – 21 с.
5. Сланік А.В. Використання механізмів дискретно-імпульсного введення енергії для обробки води : Автореферат дис. канд. техн. наук. – Київ, 2010. – 23 с.
6. Флоринский М.М., Рычагов В.В. Насосы и насосные станции: учебник для вузов. – 3-е изд. – М.: Колос, 1967. – 386 с.

УДК 637.3

АНАЛІЗ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ СИРНОЇ ПИЛЮКИ

Шинкарик М.М., канд. техн. наук, доцент, Кравець О.І., інженер
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, м. Тернопіль.

У статті подано результати досліджень гранулометричного складу сирної пилюки та проаналізовано можливість очистки молочної сироватки шляхом фільтрування
In the article the results of researches of particle-size of cheese dust are given and a treatability lactoserum is analysed by filtration
Ключові слова: молочна сироватка, сирна пилюка, гранулометричний склад, фільтрування

Молочна сироватка є побічним продуктом виробництва твердого сиру, сиру кисломолочного та казеїну. Той факт, що у процесі виробництва перелічених продуктів у сироватку переходить понад 50 % сухих речовин молока, у тому числі 30 % білків [1], дозволяє віднести її до цінної промислової сировини, втрати якої призводять до зниження ефективності переробки молока та додаткового забруднення навколишнього середовища: 1 т молочної сироватки, що потрапляє у каналізацію, за забруднювальною дією на водойми тотожна 10 м^3 господарсько-побутових стічних вод [2].

Таким чином, від вирішення завдання використання сироватки безпосередньо залежить подолання проблем комплексної переробки молочної сировини та зменшення забруднювальної дії молокопереробних підприємств на навколишнє середовище.

Відомі різноманітні способи переробки сироватки: виробництво молочного цукру (лактози), спирту, окремих компонентів дитячого харчування, кормових добавок для тварин, сировини для фармацевтичної промисловості. Важливе місце в цих технологіях посідає очистка сироватки від сирної пилюки.

Часто для очистки сироватки на підприємствах використовуються тарілкові сепаратори. Проте в процесі роботи сепаратора виникають проблеми, пов'язані зі швидким забрудненням міжтарілкового простору в результаті адгезійного зчеплення частинок білка з поверхнею тарілки. Ефективна очистка сироватки спостерігається протягом усього 15-20 хвилин, а кожні 50-60 хв. необхідно зупиняти процес для очистки і миття сепаратора [3].

З метою очистки сироватки також можна використовувати центрифуги, але для ефективного їх застосування потрібні великі об'єми сироватки.

Багато фірм як першу стадію очистки використовують вібраційні сита. Цей спосіб, незважаючи на свою простоту, дозволяє від окреслювати до 60 % сирної пилюки. Серйозним недоліком вібраційних сит є додаткове надходження повітря в продукт, що, враховуючи схильність молочної сироватки до «піноутворення», є небажаним.

Також, з метою очистки сироватки, можна використовувати фільтрування. Цей спосіб доступний для підприємств різної потужності, а очистку на фільтрах можна здійснювати без доступу повітря та з періодичною регенерацією фільтрувального елемента. Проте ефективність застосування процесу фільтрування залежить від концентрації і гранулометричного складу сирної пилюки.

Попередньо було встановлено, що концентрація сирної пилюки в сироватці, отриманої при виробництві сиру кисломолочного, в середньому становить 3,12 г/л. [4]. Інформація про гранулометричний склад сирної пилюки у літературі відсутня.

Метою досліджень було встановлення гранулометричного складу сирної пилюки.

Дослідження ґрунтувались на методі ситового аналізу. У експериментах використовували молочну сироватку, одержану при виробництві сиру кисломолочного періодичним способом з використанням ванн ВС-5000. Проби сироватки об'ємом 1 л. відбирались кожні 5 хв. протягом усього часу зливу сироватки з ванни. Одержану таким чином сироватку зливали в одну ємність, перемішували та розділяли на певну кількість однакових за об'ємом порцій. Кожну порцію пропускали через сито з певним розміром отворів. З метою аналізу розподілу найбільш дрібних за розміром частинок, інтервали між розмірами отворів різних сит збільшували від 0,2 до 2,8 мм у геометричній прогресії з числом прогресії $D_{i+1}/D_i = 1,3$ [5]. Всього використовувалось 10 різних сит.

Масову частку фракції з усередненим еквівалентним розміром визначали за формулою:

$$g_i = \frac{G_i}{\sum_{i=1}^{n} G_i} = \frac{G_i}{G_{np}},$$

де n – число фракційних класів;

G_i – маса і-тої проби;

$\sum_{i=1}^{n} G_i = G_{np}$ – загальна маса сирної пилюки.

Середньоарифметичний розмір *i*-ї фракції матеріалу визначали за формулою:

$$d_{i_{c.a.}} = \frac{D_i + D_{i+1}}{2}.$$

Відповідно до отриманих результатів загальну масу сирної пилюки розподілили на дев'ять фракцій, середнім розміром від 0,23 до 1,9 мм. (рисунок 1). Максимальна масова частка становить 24,7 % і відповідає фракції з середнім розміром 1,1 мм. Близько 88 % від загальної маси сирної пилюки припадає на фракції, середній розмір яких перевищує 0,5 мм.

На основі одержаних даних можна зробити висновок, що основна частина сирної пилюки може бути відокремлена з сироватки шляхом фільтрування.

З іншого боку, той факт, що розміри часток сирної пилюки розкидані у досить великому діапазоні – від 0,23 до 1,9 мм і близько 11 % від їхньої загальної маси зосереджено в частках середнім розміром 1,9 мм, свідчить, що ефективну очистку сироватки можна забезпечити лише при фільтруванні у два етапи: спочатку на фільтрах грубої а потім тонкої очистки.

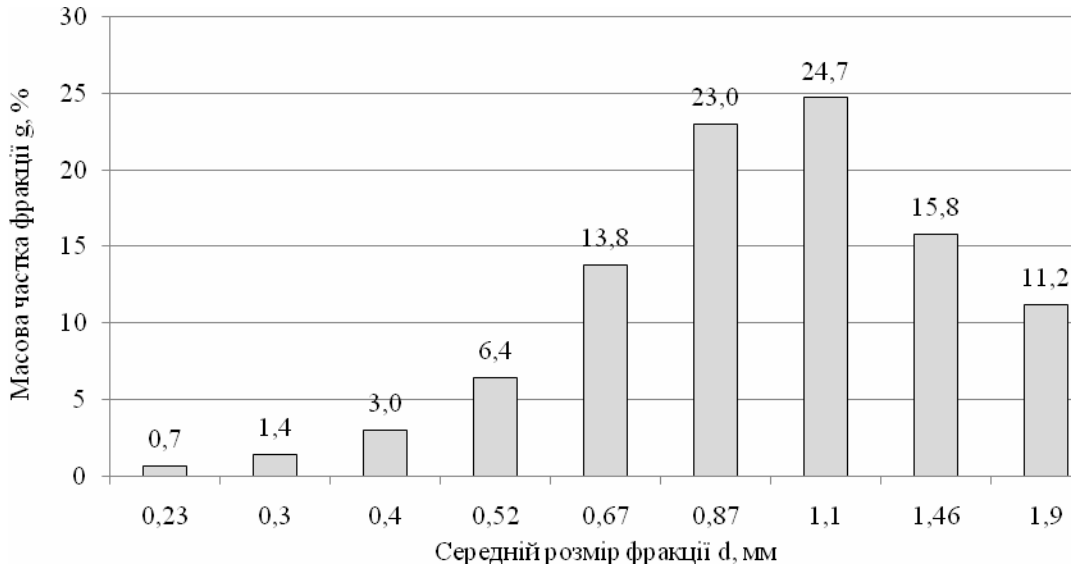


Рис. 1 – Відносна масова частка фракцій

Оптимальний розмір отворів фільтрувальних перегородок грубої і тонкої очистки визначали з допомогою гістограми (рисунок 2). У тих випадках, коли в дослідженнях використовуються сита, інтервали між розмірами отворів яких збільшуються в геометричній прогресії, при побудові гістограм замість масової частки рекомендується використовувати відносну масову частку певного фракційного класу q_i [5]. Ця величина рівна відношенню масової частки певної фракції g_i до відповідного інтервалу розмірів частинок Δd:

$$q_i = \frac{g_i}{\Delta d_i} = \frac{g_i}{d_{i+1} - d_i}$$

Аналізуючи одержану гістограму (рис. 2), слід зробити висновок, що хоча масова частка і є найбільшою для фракції розміром 1,1 мм (рис. 1), відносна масова частка буде максимальною для фракції, середній розмір якої становить 0,87 мм., що необхідно врахувати при виборі фільтра: щоб розмір отворів фільтра грубої очистки лежав у діапазоні 0,87-1,1 мм. Тому можна припустити, що на фільтрі грубої очистки буде відділятись до 52 % сирної пилюки.

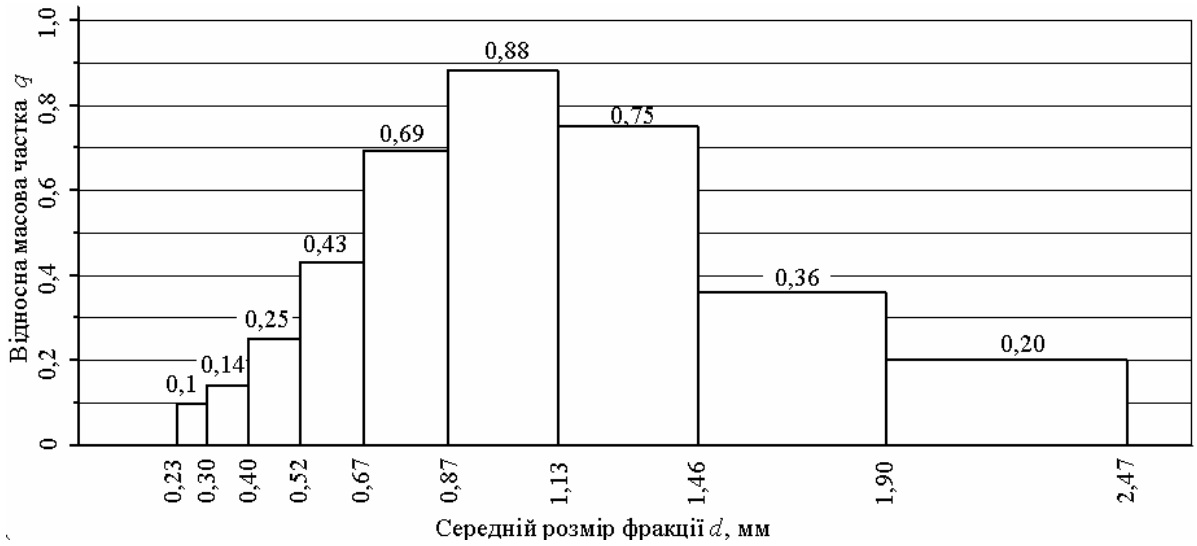


Рис. 2 – Гістограма розподілу фракцій сирної пилюки за розмірами

Для фільтра тонкої очистки оптимальним розміром отворів буде 0,5-0,6 мм, що дозволить відділити близько 36 % сирної пилюки (рис. 3). Використовувати для тонкої очистки фільтрувальні елементи з розмірами отворів менше 0,5 мм є невиправданим.

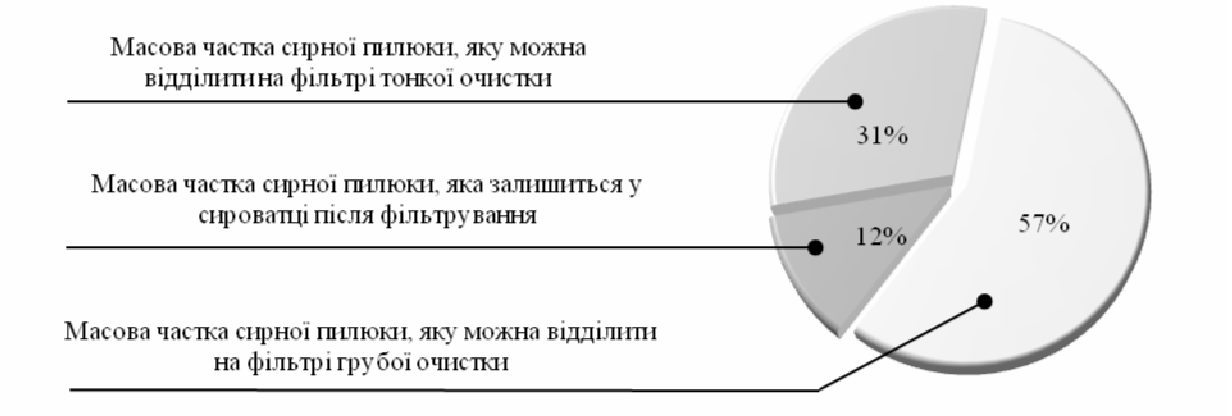


Рис. 3 – Діаграма розподілу сирної пилюки на фільтрах

Висновки

Основна частина сирної пилюки молочної сироватки зосереджена у фракціях, середній розмір яких дозволяє відокремити її шляхом фільтрування.

Для ефективної молочної очистки сироватки доцільно використовувати фільтрування у дві стадії. Перша стадія: відокремлення фракцій сирної пилюки, середній розмір яких перевищує 0,9-1,0 мм. Друга стадія – відокремлення фракцій розміром від 0,5 мм.

Література

1. Храмцов А.Г. Молочная сыворотка. - М.: Агропромиздат, – 1990. – 239 с.
2. Евдокимов И.А.Экологичность и экономичность переработки лактозосодержащего сырья // Евдокимов И.А., Рябцева С.А., Никульникова И.К, и др. – Углич: матер, науч-теор. конф, 1995.
3. Храмцов А.Г. Переработка и использование молочной сыворотки. Технологическая тетрадь. – М.: Росагропромиздат, – 1989. – 270 с.
4. Шинкарик М.М. Вдосконалення лінії очистки сироватки // Шинкарик М.М., Юкало В.Г., Кравець О.І. – Тернопіль: Вісник ТДТУ, 2005. – № 2. – С. 233-239.
5. Жигарев В.Г. Приближенное аналитическое описание гранулометрического состава дисперсного продукта методом ситового анализа // Жигарев В.Г., Казакова Е.Е. – Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2006. – №10. – С. 11-12.

ЗАВИСИМОСТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ МОЛОКА ОТ ПОРОДЫ КОРОВ ПРИ КОРМЛЕНИИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Николов В.С., д-р, доцент, Захариев Д.Л., докторант
Аграрный университет, г. Пловдив, Болгария
Михайлова Г.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Тракийский университет, г. Стара Загора, Болгария

Для нужд производства «экологически чистых» натуральных молочных продуктов проведен сравнительный анализ основных физико-химических и технологических свойств молока коров двух пород, выращиваемых экстенсивно, с использованием травы естественных пастбищ и комбикормов в летний период. Установлено, что сборное коровье молоко Болгарского черно-пестрого скота (БЧШГ) и Болгарского родопского скота (БРГ), полученное в условиях экстенсивного выращивания и кормления пастбищной травой и комбикормами в летний период, не отличалось достоверно по содержанию сухого обезжиренного остатка и кислотности. Молоко коров БРГ имело достоверно более высокую плотность (2.52 % P<0.05), жирность (23.4 % P< 0.01), общий белок (4.27 % P<0.01), растворимый белок (2.9 % P<0.05) и содержание кальция (13.5 % P<0.01). Данное молоко отличалось более высокой коагу-

ляционной способностью при производстве основных для Болгарии молочных продуктов – Болгарского кислого молока и Болгарского белого рассольного сыра типа брынзы. Необходимое при производстве Болгарского кислого молока время для коагуляции молока коров породы БРГ, выращиваемых в летний период, 3 h и 22 min. Технологические качества молока коров породы БРГ благоприятны для производства натурального кислого молока и натурального рассольного сыра с высокой жирностью.

A comparative analysis of the major physical, chemical and technological properties of milk of two cow breeds, grown extensively by using grasses from natural pastures and concentrated forages during summer, was carried out for the needs of producing ecologically sound natural milk products. It was established that the collective milk samples of cows of the Bulgarian Black and White and the Bulgarian Rhodope cattle breeds obtained under the conditions of extensive farming and feeding on pasture grasses and concentrated forage during summer did not differ significantly in the content of dry fat-free residue and acidity. Cow milk of the Bulgarian Rhodope breed has significantly higher density (2.52 % P<0.05), fats (23.4 % P< 0.01), total protein (4.27 % P<0.01), soluble protein (2.9 % P<0.05) and calcium (13.5 % P<0.01). It has better coagulation capacity for the production of major dairy products in Bulgaria – the Bulgarian yoghurt and the Bulgarian white cheese. The necessary coagulation time of cow milk of the Bulgarian Rhodope breed in the production of Bulgarian yoghurt is 3 h and 22 min in summer. The technological properties of the cow milk of the Bulgarian Rhodope breed are valuable for producing natural yoghurt and natural cheeses of high fat content.

Ключевые слова: качество молока; летний период; технология выращивания; кормление; крупный рогатый скот; порода.

В последние годы особенное внимание уделяется производству биологически полноценных и «экологически чистых» молочных продуктов. Это обязывает: получать сырье необходимого качества, нуждающегося в минимальном вмешательстве при обработке; избегать использования искусственных компонентов, стабилизаторов и т.д. После реформ 90-х годов прошлого столетия, фермы в Болгарии стали частными. Государственными остались только стада университетов и научных институтов. Большая часть фермерских стад смешанные, то есть в них выращиваются по две и более породы. В Болгарии выращивается широкая гамма пород – Чернопёстрая, Краснопёстрая, Болгарская коричневая, Болгарская родопская, Симентал, Монтбелиард и др. Молоко из ферм поступает как «коровье» молоко, причем отчитываются при закупке единственно содержание жира и протеина. В тоже время, ряд авторов сообщает о влиянии состава молока на количество и качество изготовляемых молочных продуктов. Так, Бузоверов [2] установил, что при производстве советского сыра из молока коров, получавших минеральную подкормку, вырабатывался продукт более высокого качества. С другой стороны известно, что порода оказывает влияние на ряд качественных показателей молока. Кроме разной калорийности, молоко отдельных пород имеет различные свойства. Федорова [7] установила, что молоко, полученное от животных Краснопёстрой породы, отличалось от помесных коров Чернопёстрой породы лучшими продолжительностью свертывания, наступлением фаз коагуляции и гелеобразования, лучшей плотностью сгустка, его эластичностью и синеретической способностью сгустка. При изучении химического состава и технологических свойств молока *бестужево* х *голштинских* коров разной кровности Миннебаев [5] установил, что молоко коров с кровностью менее 50 % характеризовалось лучшими сыродельческими свойствами. У них наблюдался высокий выход желательного плотного казеинового сгустка (60 %) и менее продолжительное время свертывания молока под действием сычужного фермента (24.1 min), также был меньше расход молока на выработку 1 kg сыра (8.82 kg), нежели у остальных помесей.

При разной калорийности и различающихся технологических качествах очень трудно прогнозировать качество исходного продукта.

В этой связи мы поставили **целью** нашего эксперимента выяснение физико-химических свойств и основных технологических качеств молока коров, принадлежащих к двум из самых распространенных пород Болгарии (Болгарский чернопестрый скот и Болгарский родопский скот) в идентичных условиях кормления и выращивания в летний период.

Исследование проводилось в учебно-опытной ферме Аграрного университета г. Пловдива. Все процессы на ферме, исключая дойку, проводятся вручную. Доят коров двукратно, в коровнике, механизировано в ведро. В эксперимент были включены 20 дойных коров. В летний период животные выращивались с использованием пастбищ. В дневной период коровы находились на пастбище, а ночью животных оставляли для отдыха во дворе с твердым покрытием. Летом коровы кормились исключительно за счет естественных пастбищ и подкармливались комбикормами – по 0.300 кг.l^{-1} молока. Комбинированные корма приготавливались на основе пшеницы, подсолнечного и соевого шрота, пшеничных отрубей и кукурузы. Состав пастбищной травы и комбинированного корма, использованных в эксперименте представлены в таблице 1 и 2.

Таблица 1 – Состав кормов (%), использованных для кормления коров в период исследования

Компонент / Корм	Влага	Сухое в-во	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Зола	БЭВ***
Пастбищная трава*	9.92	90.08	9.63	1.96	28.23	7.36	42.9
Комбикорм**	12.80	87.20	15.45	2.02	8.50	7.37	53.86

* – % от сухого вещества; ** – % в корме; *** – БЭВ-безазотистые экстрактивные вещества

Таблица 2 – Минеральный состав кормов, использованных для кормления коров в период исследования

Компонент / Фураж	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	%	%	%	%	%	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$
Пастбищная трава*	0.72	0.23	1,47	0.23	0.15	139.1	7.60	25.2	31.9
Комбикорм**	1.01	0.27	0.23	0.35	0.63	50.4	15.12	80.64	7.46

* – % от сухого вещества; ** – % в корме

Для исследования качественного состава и технологических свойств молока были отобраны пробы после соединения молока вечерней и утренней дойки, отдельно для каждой породы. Отбирались по три пробы от каждой породы с интервалом в 6 календарных дней, в период 7-19 апреля. Окачествление молока было проведено в лаборатории Тракийского университета (г. Стара Загора). Содержание сухого вещества, молочного жира, сухого обезжиренного остатка, общего белка определяли с помощью аппарата MilkoScan-104 (A/S Foss Electric, Denmark); плотность – согласно БДС 1110-73; титруемую кислотность – по методу Тернера (БДС 1110-80). Содержание кальция определено комплексонометрично по Кондратенко и др. [4], а pH – с помощью pH-метра. Время сычужного свертывания исследовано сычужным ферментом при концентрации 1:10000 (БДС 659-74), а время заквашивания (коагуляции) по Димову и др. [3]. Синерезис коагулята молока определяли по методу Шидловской, модифицированном Пейчевским [6]. Полученные результаты обработаны вариационно-статистически.

Описанные условия выращивания благоприятствуют получению молока высокого качества (табл. 3). Плотность молока приближается к верхней максимально-рекомендованной границе для коровьего молока (1.030), а жирность молока и содержание общего белка в нем находятся над референтными величинами молокоперерабатывающих предприятий, соответственно 3.6 и 3.2 %. Кислотность молока находится в оптимальных границах.

Таблица 3 – Физико-химические свойства молока коров пород БЧШГ и БРГ, в условиях одинакового выращивания и кормления в летний период

Показатели	БЧШГ			БРГ			В среднем	
	X	±Sx	SD	X	±Sx	SD	LS	±SE
Плотность, лактомерные градусы	29.07a	0.29	0.42	29.80a	0.19	0.26	29.43	0.14
Жирность, %	3.33b	0.11	0.16	4.11b	0.11	0.16	3.72	0.07
Сухой обезжиренный остаток, %	8.64	0.04	0.06	9.00	0.05	0.07	8.82	0.03
Общий белок, %	3.26c	0.01	0.02	3.40c	0.02	0.03	3.33	0.01
Растворимый белок, %	1.04d	0.01	0.02	1.07d	0.01	0.01	1.05	0.01
Температура замерзания, °C	0.568e	0.003	0.004	0.588e	0.003	0.004	0.578	0.002
Кислотность, °T	16.27	0.41	0.58	16.93	0.41	0.58	16.6	0.24
Кислотность, pH	6.51	0.09	0.13	6.55	0.05	0.07	6.52	0.04
Кальций, mg%	0.111f	0.002	0.005	0.126	0.002f	0.002	0.118	0.001

a, d, f – $P<0.05$; b, c, e – $P<0.01$

Молоко коров породы БРГ, достоверно превосходит по качеству молоко БЧШГ по большей части исследованных показателей. Плотность молока выше на 2.52 %, жирность – на 23.4 %, а содержание белка в молоке – на 4.29 %. Достоверные различия по отношению указанных показателей прогнозируемы, так как БРГ принадлежит к группе породы Джерсей. При его создании скрещивался местный брахицерный скот с несколькими породами, основной из которых была порода Джерсей. Кровность по Джерсею в БРГ достигает 62.5 %.

Интересно, что в данном случае, изучаемые породы отличаются и по другим показателям, характеризующим качество молока. Достоверно выше в молоке коров породы БРГ содержание кальция (на 13.5

%), что при идентичных условиях кормления и выращивания, показатель более хорошей его усвояемости животными этой породы. Достоверные, в пользу коров БРГ, и различия по содержанию растворимого белка и температуры замерзания.

Породы не отличаются достоверно по уровню сухого обезжиренного остатка, независимо от того что его количество в молоке коров породы БРГ на 4.13 % выше, в сравнении с молоком коров породы БЧШГ. У последних более низкая кислотность молока.

Балтаджиева [1] отмечает, что количество жира в сырной массе отражается на консистенции и вкусовых качествах сыра, при этом у сыра, полученного из цельного молока, более мажущая консистенция при ярче выраженных вкусе и аромате. Но при производстве сыра важно соотношение казеин/жир. Для белого рассольного сыра из коровьего молока, продукта с самым большим относительным объемом производства в Болгарии, оптимальным является соотношение 0.70-0.73, а при производстве твердых сыров – 0.74-0.80. У молока исследованных животных породы БЧШГ соотношение ниже оптимального – 0.67, а у коров породы БРГ еще ниже – 0.57. Очевидно, что при производстве сыров необходимо обезжиривание молока, что неизбежно приводит к увеличению производственных расходов. С другой стороны, в последние годы цена натурального коровьего масла на внутреннем рынке Болгарии выросла почти в два раза.

Кроме физико-химических свойств, молоко коров этих двух пород отличается и по технологическим качествам. Молоко коров породы БРГ отличается лучшей коагуляционной способностью (табл. 4). Показатель свертывание, характеризует способность молока коагулировать под влиянием сычужного фермента при производстве сыров, и определяется временем от введения фермента до появления первых сгустков. У породы БРГ свертывающая способность молока на 9.5 % выше, в сравнении с молоком коров породы БЧШГ. Время коагуляции (заквашивания) показывает коагуляционную способность молока при производстве Болгарского кислого молока. И по этому показателю, независимо от небольшой разницы – 6.5 %, лучше молоко коров породы БРГ. Необходимо отметить, что пробы, отобранные в отдельные интервалы исследования, показали значительную динамику по показателям «время сычужного свертывания» и «коагуляционная способность». Вероятно, это является причиной недостоверных различий между породами по показателям. Очевидно, порода оказывает влияние на коагуляционную способность молока при производстве сыра и кислого молока, но основными являются факторы, не учтенные в настоящем анализе.

Таблица 4 – Технологические свойства молока коров пород БЧШГ и БРГ, в условиях одинакового выращивания и кормления в летний период

Порода		ВСС*	ВК**	Синерезис, ml							
				5′	10′	15′	30′	45′	60′	120′	180′
БРГ	X	200.67	193.33	11.00	18.00	22.33	32.67	41.33	46.67	57.67	62.67
	±Sx	42.52	46.01	2.83	4.64	4.97	6.18	5.76	5.35	2.86	0.82
	SD	60.14	65.06	4.00	6.56	7.02	8.74	8.14	7.57	4.04	1.15
БЧШГ	X	221.67	206.67	12.67	17.67	24.00	33.67	42.00	47.33	57.67	62.00
	±Sx	63.29	43.20	3.89	4.55	6.04	6.72	8.83	9.39	9.65	7.38
	SD	89.51	61.10	5.51	6.43	8.54	9.50	12.49	13.28	13.65	10.44
В среднем	LS	211.17	200.00	11.83	17.83	23.16	33.16	41.66	47.00	57.67	62.33
	±SE	31.13	25.77	1.96	2.65	3.19	3.73	4.30	4.41	4.11	3.03

*ВСС – Время сычужного свертывания, s; **ВК – Время коагуляции (заквашивания), min

Балтаджиева [1] отмечает, что коагулят, полученный из молока с более высокой жирностью, более лабилен и с менее выраженным синерезисом. Из таблицы 4 видно, что молоко, полученное от коров двух изучаемых пород, на практике не отличается по синерезису. В течение первых 5 min, отделение сыворотки у БЧШГ более интенсивно, но уже на 10-й минуте результаты выравниваются и к концу периода наблюдения (3-й час), разница по синерезису молока между породами составляет едва 1.1 %.

Выводы

Сборное молоко коров пород БЧШГ и БРГ, полученное в условиях экстенсивного выращивания и кормления пастбищной травой и комбикормом в летний период, не отличается достоверно по содержанию сухого обезжиренного остатка и кислотности. Молоко коров породы БРГ имеет достоверно более высокие – плотность (2.52 % $P<0.05$), жирность (23.4 % $P< 0.01$), общий белок (4.27 % $P<0.01$), раствори-

мый белок (2.9 % P<0.05) и содержание кальция (13.5 % P<0.01). Данное молоко отличается лучшей коагуляционной способностью при производстве основных болгарских молочных продуктов – Болгарского кислого молока и Болгарского белого рассольного сыра. Необходимое при производстве Болгарского кислого молока время для коагуляции молока коров породы БРГ, выращиваемых в летний период, 3 h и 22 min. Технологические качества молока коров породы БРГ благоприятны для производства натурального кислого молока и натурального рассольного сыра с высокой жирностью.

Литература

1. Балтаджиева М. Технология молочных продуктов. – С.: Земиздат – 1993. – 244 с. (Bg)
2. Бузоверов С.Ю. Влияние уровня микроэлементного питания лактирующих коров на состав молока и качество сыра. – Б.: Алтайский государственный аграрный университет. http://www.asau.ru/doc/nauka/conf/2010/part3/seminar6.pdf#page=41
3. Димов Н., И. Георгиев, С. Велев, Х. Чомаков. Контроль молока и молочных продуктов. С.: Земиздат – 1974. (Bg)
4. Кондратенко М.С., К.П. Мутафова, Н.А. Манафова, С.В. Велев, Л.В. Горанова. Руководство для технохимического и микробиологического контроля в молокоперерабатывающем предприятии. – С.: Техника. – 1981. (Bg)
5. Миннебаев М.М. Молочная продуктивность, химический состав и технологические свойства молока бестужево × голштинских коров разной кровности в условиях Среднего Поволжья. – Автореферат Диссертации на соискание ученой степени к.с.н. – 2009. – 112 с.
6. Пейчевски И. Сравнительное изучение состава, свойств и технологических качеств молока некоторых пород скота. – Ст.З.: Диссертация на соискание ученой степени д.с.н. – 1983. (Bg)
7. Фёдорова Е. Г. Белковый состав и структурно-коагуляционные свойства молока коров южной зоны Красноярского края. Автореферат Диссертации на соискание ученой степени к.с.н. – 2006. – 130 с.

ЗАВИСИМОСТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ МОЛОКА ОТ ПОРОДЫ КОРОВ ПРИ КОРМЛЕНИИ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Николов В.С., д-р, доцент, Захариев Д.Л., докторант
Аграрный университет, г. Пловдив, Болгария
Михайлова Г.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Тракийский университет, г. Стара Загора, Болгария

Для нужд производства «экологически чистых» натуральных молочных продуктов проведен сравнительный анализ основных физико-химических и технологических свойств молока коров двух пород, выращиваемых экстенсивно с использованием зимних рационов кормления. Установлено, что сборное коровье молоко Болгарского черно-пестрого скота (БЧШГ) и Болгарского родопского скота (БРГ), полученное в условиях экстенсивного выращивания и кормления зимними рационами, не отличается достоверно по содержанию сухого обезжиренного остатка, растворимого белка, температуры замерзания, pH и по содержанию кальция. Молоко коров породы БРГ имеет достоверно более высокую плотность (2.4 % P<0.05), жирность (27.9 % P< 0.05), общий белок (4.7 % P<0.05) и кислотность (15.1 % P< 0.001). Данное молоко отличается лучшими сыродельческими качествами – свертыванием и синерезисом. Необходимое время коагуляции молока коров породы БРГ при производстве Болгарского кислого молока 3 h. Технологические качества молока коров породы БРГ благоприятны для производства натуральных сыров с высокой жирностью.

A comparative analysis of the major physical, chemical and technological properties of milk of two cow breeds grown extensively and fed on winter feeding rations was carried out for the needs of producing ecologically sound natural milk products. It was established that the collective milk samples of cows of the Bulgarian Black and White and the Bulgarian Rhodope cattle breeds raised extensively and fed on winter ration, did not differ significantly in the content of dry fat-free residue, soluble protein, freezing temperature, pH and calcium content. The cow milk of the Bulgarian Rhodope breed has significantly higher density (2,4%, P<0.05), fat content (27.9%, P< 0.05), total protein (4.7%, P<0.05) and higher acidity (15.1%, P< 0.001). The milk has higher cheese-yielding capacity and higher syneresis. The necessary milk coagulation time in the production of Bulgarian yoghurt from the Bulgarian Rhodope breed is 3 h. The technological properties of the cow milk of the Bulgarian Rhodope breed are valuable for producing natural cheeses of high fat content.

Ключевые слова: качество молока; зимний период; технология выращивания; кормление; крупный рогатый скот; порода

В Республике Болгария в последние годы особое внимание обращается на качество и безопасность продуктов питания. Причиной является то, что после присоединения страны к Европейскому союзу, национальные стандарты производства продуктов питания практически потеряли смысл, в связи с необязательным их применением. Вместе с повышением разнообразия продуктов в продаже, увеличилось количество и разнообразие используемых консервантов, красителей, различных наполнителей и т.д. Практически стало невозможно найти в продаже молочные продукты без содержания растительных жиров (в основном пальмового). Нарастающее недовольство покупателей вынудило Министерство земледелия и продуктов питания Болгарии предпринять меры для возвращения стандартов, и в первую очередь тех для Болгарского кислого молока (БДС 12:2010) и Болгарского белого рассольного сыра типа брынза. Согласно требованиям БДС 12:2010 кислое молоко производится из овечьего, коровьего, буйволинного, козьего молока или их смеси посредством заквашивания симбиотичными культурами, произведенными в Болгарии из штаммов *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*, которые изолированы в Болгарии и не были подвергнуты генетическим модификациям. Готовый продукт не должен содержать консервантов, стабилизаторов и эмульгаторов. Данные стандарты остались не обязательными для исполнения, но сейчас покупатели имеют право на информацию и выбор. Ограничение возможности использования не специфических добавок при производстве двух самых распространенных болгарских пищевых продуктов привело к повышенному спросу на качественное сырье. При описании технологических требований к молоку для производства сыра, проф. Балтаджиева [2], подчеркивая ведущую роль концентрации казеина, минерального заряда и pH, отмечает, что «другие составные части молока тоже имеют значение для сыродельческих качеств, но роль некоторых из них еще недостаточно изучена».

Вместе с такими факторами как качество и полноценность кормов [1;3], сезон отела [5;8], стадии лактации [2] и других, на качество молока, как сырье для производства молочных продуктов влияние оказывает и порода. При сравнении молочной продуктивности голштино-фризских и коричневых коров, выращиваемых в Болгарии Фенерова [8] установила, что коровы последней породы продуцируют молоко с лучшим качественным составом, более высоким содержанием минеральных веществ, общего белка и казеина. Установлены междупородные различия по отношению казеиновых фракций и частоты генов, которые их детерминируют. Barlowska and Litwinczuk [9] установили различия по времени свертывания молока между коровами голштинской породы, симентала и местной породы «Белоспинная».

В эксперименте по изучению факторов, связанных с повышением качества сырья для производства традиционных молочных продуктов, мы поставили **целью** изучение физико-химического состава и основных технологических качеств молока коров двух самых распространенных в Болгарии пород – Болгарской черно-пестрой (БЧШГ) и Болгарской родопской (БРГ), в условиях одинакового кормления и выращивания в зимний период.

Исследование проводилось на базе учебно-опытной фермы Аграрного университета г. Пловдива. Все процессы на ферме, исключая дойку, проводятся вручную. Зимой животные выращиваются в условиях привязной технологии в коровнике закрытого типа, при использовании двора для прогулок. Доят коров двукратно, в коровнике, механизировано в ведро. В эксперимент были включены 20 дойных коров. В зимний период при кормлении коров рацион базировался на кукурузном силосе, люцерновом сене, приготовленных на ферме университета по классическим технологиям, без добавления консервантов. Для балансирования рациона, учитывая физиологическое состояние и продуктивность коров, применялся комбикорм, изготовленный на основе пшеницы, подсолнечного и соевого шротов, пшеничных отрубей, кукурузы, с содержанием: кормовые единицы для молока – 1.07, сырой протеин – 15.23 %, сырой жир – 2.12 %, сырая клетчатка – 8.55 %, зола – 7.43 %, БЭВ (безазотистые экстрактивные вещества) – 52.72 %, Ca – 0.97 %, P – 0.29%. Корма помещали в кормушки в коровнике, силос после утренней, а сено – после вечерней дойки. Концентрированные корма обеспечивались перед доением на основе индивидуальных рационов.

Для исследования качественного состава и технологических свойств молока были отобраны пробы после соединения молока от вечерней и утренней дойки, отдельно для каждой породы. Отбирали по три пробы от каждой породы с интервалом в 6 календарных дней, в период 7-19 апреля. Окачествление молока было проведено в лаборатории Тракийского университета г. Стара Загора. Содержание сухого вещества, молочного жира, сухого обезжиренного остатка, общего белка определяли с помощью аппарата MilkoScan-104 (A/S Foss Electric, Denmark); плотность – согласно БДС 1110-73; титруемую кислотность – по методу Тернера (БДС 1110-80). Содержание кальция определено комплексонометрично по Кондратенко и др. [6], а pH – с помощью pH-метра. Время сычужного свертывания исследовано сычужным ферментом при концентрации 1:10000 (БДС 659-74), а время заквашивания (коагуляции) по Димову и др. [4]. Синерезис коагулята молока определяли по методу Шидловской, модифицированного Пейчевским [7]. Результаты анализов обработаны вариационно-статистически.

Полученные результаты показали, что при описанном выше кормлении в зимний период, на ферме с экстенсивным выращиванием молочных коров, производится молоко высокого качества (табл. 1). Плотность молока приближается к верхним рекомендуемым уровням для коровьего молока (1.030), а количество жира и общего белка находятся над минимальными величинами, определенными молокоперерабатывающими предприятиями нижней границей, соответственно 3.6 и 3.2 %.

Молоко коров породы БРГ, достоверно превосходит молоко черно-пестрых по плотности на 2.4 %, содержанию жира – на 27.9 %, и общему белку – на 4.7 %. Эта разница логична, так как порода относится к группе брахицерного скота, а основную роль при ее создании сыграла английская порода Джерсей (кровность 62.5 %). Интересно в данном случае достоверное различие по отношению кислотности молока. Молоко коров породы БРГ имеет на 15.1 % более высокую кислотность. Известно, что кислотность молока влияет как на скорость свертывания, так и на структурно-механические свойства сычужного сгустка. Чем выше кислотность молока, тем быстрее оно свертывается. При низкой кислотности образуется неплотный вялый сгусток, при повышенной – излишне плотный сгусток, из которого получается сыр крошливой консистенции. Оптимальной для сыроделия считается титруемая кислотность молока 19-21 (^{o}Т (твердые сыры), 21-25 (^{o}Т (мягкие сыры).

Таблица 1 – Физико-химические свойства молока коров пород БЧШГ и БРГ, в условиях одинакового выращивания и кормления в зимний период

Показатели	БЧШГ			БРГ			В среднем	
	X	±Sx	SD	X	±Sx	SD	LS	±SE
Плотность, лактомерные градусы	28.80a	0.24	0.35	29.50a	0.25	0.36	29.15	0.14
Жирность, %	3.493b	0.186	0.263	4.467b	0.247	0.349	3.980	0.126
Сухой обезжиренный остаток, %	8.610	0.021	0.030	9.007	0.020	0.029	8.809	0.019
Общий белок, %	3.250c	0.007	0.010	3.403c	0.004	0.006	3.327	0.003
Растворимый белок, %	0.867	0.203	0.287	0.643	0.101	0.143	0.755	0.092
Температура замерзания, ^{o}С	0.572	0.009	0.013	0.580	0.008	0.011	0.576	0.005
Кислотность, ^{o}Т	17.67d	0.41	0.58	20.33d	0.82	1.15	19.00	0.372
Кислотность, pH	6.447	0.015	0.021	6.430	0.028	0.040	6.438	0.013
Кальций, mg%	0.119	0.001	0.001	0.121	0.041	0.006	0.120	0.002

a, b, d – P<0.05; c – P<0.001

В условиях нашего эксперимента, титруемая кислотность молока коров породы БРГ составила 20.33, что свидетельствует о его пригодности для производства сыра. Молоко двух изучаемых пород не отличалось достоверно по температуре замерзания, pH и содержанию кальция. Различия по качественному составу молока не привели к существенным различиям по технологическим его качествам, независимо от значительных различий по отдельным показателям (табл. 2). Так различия по времени свертывания составили 38.2 %. Причиной статистической недостоверности различия явилось значительное варьирование показателя в исследованных пробах, что наблюдалось и у двух пород.

Таблица 2 – Технологические свойства молока коров пород БЧШГ и БРГ, в условиях одинакового выращивания и кормления в зимний период

Порода		ВСС*	ВК*	Синерезис, ml							
				5′	10′	15′	30′	45′	60′	120′	180′
БРГ	X	176.33	178.33	10.33	16.00	20.33	28.67	34.00	37.67	47.00	52.00
	±Sx	33.91	47.00	2.04	3.54	3.56	4.81	5.10	5.93	6.28	6.28
	SD	47.96	66.46	2.89	5.00	5.03	6.81	7.21	8.39	8.89	8.89
БЧШГ	X	243.67	166.00	9.00	13.67	16.67	24.67	29.00	33.00	42.33	49.67
	±Sx	45.96	9.57	3.24	4.81	4.71	6.18	6.04	4.64	3.49	3.63
	SD	65.00	13.53	4.58	6.81	6.66	8.74	8.54	6.56	4.93	5.13
В среднем	LS	210.00	172.83	9.66	14.83	18.5	26.67	31.50	35.33	44.67	50.83
	±SE	23.32	18.19	1.56	2.43	2.41	3.20	3.23	3.07	2.93	2.96

*ВСС – Время сычужного свертывания, s; **ВК – Время коагуляции (заквашивания), min

Время свертывания молока является важным показателем при производстве сыров и демонстрирует время начальной коагуляции. Независимо, что и у двух изучаемых пород молоко можно отнести к молоку с «быстрой коагуляцией», так как свертывающая способность молока у них около 5 min, свертывающая способность молока коров породы БРГ значительно выше.

Время коагуляции (заквашивания) молока, показатель коагуляционной способности при производстве Болгарского кислого молока. Оптимальной коагуляционной способность считается время около 2.5 до 3h. Полученное молоко на ферме имеет нормальную коагуляционную способность – 2.87h. У молока коров БРГ коагуляция более медленная, но находится в рамках нормальной. Необходимо отметить сильное варьирование данного показателя в отдельных экспериментах, на фоне слабого варьирования у породы БЧШГ. Очевидно, порода оказывает влияние на коагуляционную способность молока при производстве сыра и кислого молока, но ведущими являются другие факторы, реакция на которые различается у животных отдельных пород.

Балтаджиева [2] отмечает, что синерезис молочного геля зависит от размера казеиновых частиц, от их потенциальной энергии и от размера жировых шариков, которые включаются механично в структуру геля. Автор подчеркивает, что сырная масса, полученная из молока, содержащего более высокие количества жировой материи, делает вялой структуру геля, а крупные жировые шарики перекрывают капилярные канальцы, что затрудняет отделение сыворотки. Наше исследование показывает, что при значительно более высоком содержании жира в молоке коров породы БРГ (27.9 %) синерезис молока выше. В течение первых 5 min отделение сыворотки у породы БРГ на 14.7 % выше, по сравнению БЧШГ. До 15 min различие нарастает, а потом постепенно уменьшается, достигнув 4.7 % в конце периода наблюдения. Одной из причин более высокого синерезиса молока коров породы БРГ, на фоне более высокой жирности, может являться меньший размер жировых шариков, которые на препятствуют отделению сыворотки. Так или иначе, хороший синерезис молока животных породы БРГ, является благоприятным показателем для производства натуральных сыров с высокой жирностью.

Выводы

Сборное коровье молоко Болгарского черно-пестрого скота (БЧШГ) и Болгарского родопского скота (БРГ), полученное в условиях экстенсивного выращивания и кормления зимними рационами, не отличается достоверно по содержанию сухого обезжиренного остатка, растворимого белка, температуры замерзания, pH и по содержанию кальция. Молоко коров породы БРГ имеет более высокую плотность (2.4 % $P<0.05$), жирность (27.9 % $P< 0.05$), общий белок (4.7 % $P<0.05$) и кислотность (15.1 % $P< 0.001$). Данное молоко отличается лучшими сыродельческими качествами – свертыванием и синерезисом. Необходимое время коагуляции молока коров породы БРГ при производстве Болгарского кислого молока 3 h. Технологические качества молока коров породы БРГ благоприятны для производства натуральных сыров с высокой жирностью.

Литература

1. Ачкасова Е.В. Влияние паратипических факторов на молочную продуктивность и технологические свойства молока коров-первотелок черно-пестрой породы. – Автореферат Диссертации на соискание ученой степени к.с.н. – 2009. – 166 с.
2. Балтаджиева М. Технология молочных продуктов. – С.: Земиздат – 1993. – 244 с. (Bg)
3. Волохина Е.А., Егоров М.А. Влияние качества молока на изготовление сыров на Юго-Западе Германии. – Фундаментальные исследования – 2006. – № 3: 74-75.
4. Димов Н., И. Георгиев, С. Велев, Х. Чомаков. Контроль молока и молочных продуктов. С.: Земиздат – 1974. (Bg)
5. Ермошина Е.В. Молочная продуктивность и технологические свойства молока коров черно-пестрой и айрширской пород в зависимости от сезона отела. – Автореферат Диссертации на соискание ученой степени к.с.н. – 2009. – 112 с.
6. Кондратенко М.С., К.П. Мутафова, Н.А. Манафова, С.В. Велев, Л.В. Горанова. Руководство для технохимического и микробиологического контроля в молокоперерабатывающем предприятии. – С.: Техника. – 1981. (Bg)
7. Пейчевски И. Сравнительное изучение состава, свойств и технологических качеств молока некоторых пород скота. – Ст.З.: Диссертация на соискание ученой степени д.с.н. – 1983. (Bg)
8. Фенерова Й. Количественные и качественные характеристики молока коров голштино-фризийской и коричневой популяций. – Ст.З.: Диссертация на соискание ученой степени к.с.н – 1993. – 184 с. (Bg)
9. Barlowska J., Z. Litwinczuk. Technological usefulness of milk from two local breeds maintained in the regions with great grassland share. – Arch. Tierz., Dummerstorf 49, Special Issue – 2006. – 207-213.

УДК 664.36.022.3:621.796

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АНТИОКСИДАНТІВ ФЕНОЛЬНОЇ ПРИРОДИ НА ГАЛЬМУВАННЯ ОКИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ЗБЕРІГАННІ СПРЕДІВ

Лисогор Т.А., канд. техн. наук, доцент, Могилянська Н.О., канд. техн. наук, асистент,
Дідух Н.А., д-р техн. наук, професор, Кручек О.А., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В роботі наведені результати досліджень впливу фенольних сполук екстрактів чаю та кави на гальмування окислювальних процесів при зберіганні спредів.

The article presents results of research of influence of phenolic connections of extracts of tea and coffee on inhibition of oxidizing processes at storage of spreads.

Ключові слова: спреди, гальмування окислювальних процесів, екстракти чаю та кави, поліфенольні сполуки, зберігання.

На фоні нестачі сировини в Україні та зниженні цін на сухе молоко, виробництво вершкового масла втратило свою рентабельність, це стало невигідним для виробника [1], тому на українському ринку з'явився новий продукт – комбіноване масло (спред). При виробництві спредів використовуються замінники молочного жиру на рослинній основі, з їх допомогою регулюється жирнокислотний склад вершкового масла. Але в процесі зберігання спредів можуть відбуватись процеси, які призводять до псування продукту і появи небажаних присмаків: картонного, металевого, олійного, сального, рибного та інших, які поєднують загальним терміном «окислений» присмак.

При зберіганні жирів, особливо в несприятливих умовах, відбуваються зміни внаслідок яких утворюється ряд хімічних сполук з неприємним смаком і запахом. Псування жиру може протікати як під впливом ферментів, так і під дією кисню повітря. Дію ферментів прискорюють підвищення вологості і температури, світло, солі металів: міді, заліза, свинцю, цинку. Розрізняють гідролітичне і окислювальне псування жиру. Вид псування залежить від складу жиру та умов його зберігання [2].

Гідроліз – це процес розпаду жиру на гліцерин і жирні кислоти. У дійсності ж гідроліз тригліцеридів йде в три стадії: тригліцерид → дигліцерид + жирна кислота → моногліцерид + жирна кислота → гліцерин + жирна кислота. Ці стадії протікають послідовно, але з різними швидкостями.

Гідроліз жиру викликає, головним чином, фермент ліпаза. Однак він може проходити і без її участі – при високій вологості і температурі зберігання в результаті впливу на жир кисню повітря і світла. Гідроліз жиру характеризується накопиченням жирних кислот. Поява в жирі при гидролітичному розпаді високомолекулярних жирних кислот, що не мають смаку і запаху, не змінює органолептичних показників продукту. Звільнення таких летких низькомолекулярних жирних кислот, як масляна, капронова, каприлова, що володіють неприємним запахом і специфічним смаком, різко погіршує органолептичні властивості масла [2].

Окислювальне псування молочного жиру протікає при низьких температурах у присутності кисню повітря та світла. При цьому відбувається глибокий розпад жиру з утворенням пероксидів, альдегідів, кетонів, оксикислот та інших сполук, яким притаманний неприємний смак і запах. Таким чином, окислення жиру супроводжується появою сторонніх небажаних присмаків, внаслідок чого, продукт набуває різні вади смаку (прогірклий, силосний та ін.). Окисненню піддаються в першу чергу поліненасичені жирні кислоти, тобто найбільш біологічно цінна складова частина тригліцеридів жиру і фосфоліпідів.

Жир окислюється шляхом вільнорадикальних ланцюгових реакцій з утворенням проміжних продуктів пероксидного типу.

Істотну роль у початковій стадії окислення грають вільні радикали, що з'являються в жирі під впливом енергії (світлової, теплової), металів, кисню тощо. Згідно сучасних уявлень, утворення вільних радикалів, яке призводить до ініціювання ланцюгів окислення, відбувається при відриві атома гідрогену від молекули жиру або жирної кислоти RH = R '+ H'. Ці радикали дуже активні і негайно вступають в реакцію з оксигеном, утворюючи пероксидні радикали R '+ O_2 → RO - O'. Пероксидні радикали, реагуючи з новою неактивною молекулою речовини, що окислюється, дають гідропероксид і новий вільний радикал ROO '+ RH → ROOH + R'. Вільний радикал, який утворився, знову реагує з киснем повітря, тобто виникає ланцюгова реакція.

Під стійкістю жирів розуміють їх здатність зберігати тривалий час високу якість. Тому стійкість жирів визначають факторами, які обмежують їх псування хімічного та біохімічного походження. Швидкість

протікання ферментативних та хімічних процесів та склад продуктів, що утворюються, залежить від хімічного складу жиру, температури зберігання, вмісту вологи тощо. На процес окислення впливають деякі хімічні речовини, які або прискорюють його (прооксиданти), або уповільнюють (антиоксиданти).

Швидкість окислення жиру збільшується при підвищенні температури, вмісту вологи, доступі окисгену, світла тощо. Сильно прискорюють окислення жиру метали змінної валентності (Cu, Fe, Co, Mn та ін.) Їх прискорююча дія полягає, по-перше, в ініціювання ланцюгів окислення, по-друге, в каталізуванні процесу розпаду гідропероксидів, продукти якого дають початок новим ланцюгам окислення. Метали проявляють прооксидантну дію тільки при низькому їх вмісті, а при високих концентраціях вони можуть обривати ланцюги окислення і уповільнювати окислення жиру.

Найбільшими антиоксидантними властивостями володіють флавоноли та катехіни.

Таким чином, антиоксидантна активність фенольних сполук пояснюється двома обставинами:

1) фенольні сполуки зв'язують іони важких металів у стійкі комплекси, тим самим позбавляючи останніх їх каталітичної дії;

2) вони є акцепторами вільних радикалів, що створюються при аутооксидації (тобто, фенольні сполуки здатні гасити вільнорадикальні процеси) [3].

Аналіз літературних джерел щодо вмісту поліфенольних речовин у різних рослинах показав, що чай зелений і чорний, кава зелена і чорна мають високий вміст катехінів і флаванолів, які характеризуються високою антиокислювальною активністю. Але, на наш погляд, антиокислювальні можливості цих продуктів для гальмування окислювальних процесів при зберіганні жирів недостаньо вивчені.

Тому, досить актуальною є задача вивчення впливу рослинних антиоксидантів фенольного походження (екстрактів чаю зеленого і чорного, кави зеленої і чорної) на процес окиснення спредів з метою розробки науково-обґрунтованих технологічних заходів щодо їх використання.

Метою роботи є дослідження впливу антиоксидантів фенольної природи, які містяться в екстрактах чаю (зеленого і чорного) та кави (зеленої та чорної), на гальмування окислювальних процесів при зберіганні спредів.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі задачі:

— вибір способу прискореного окислення жирів;

— дослідження процесу прискореного окиснення спреду з різними добавками антиоксидантів;

— надання рекомендацій щодо підвищення стійкості до окислення спредів за рахунок внесення антиоксидантів.

Для проведення дослідів був виготовлений спред з масовою часткою жиру 73 ±0,5 % із вершків та замінника молочного жиру «Делікон».

В вершках визначали масову частку жиру, нормалізували їх знежиреним молоком до 40 % жирності, пастеризували при температурі 98±2 ˚С без витримування, додавали знежирене молоко та ЗМЖ «Делікон» відповідно до рецептури.

Далі суміш розмішували до однорідної маси, охолоджували до температури (10…12) ºС, та залишали у холодильнику при температурі (4…5) ºС для фізичного визрівання. Фізичне визрівання сприяє пригніченню розвитку залишкової мікрофлори, збереженню смаку та запаху вершків набутих при пастеризації та інтенсивному отвердінню тригліцеридів молочного жиру. Метою цієї операції перевести частину жиру 32...35 % у твердий стан. При цьому вершки з емульсії переходять у емульго-суспензію. Всередині жирової кульки з'являється твердий жир, завдяки чому вона змінює свою форму, оболонка стає тоншою та легше руйнується при подальшому збиванні. Після визрівання суміш збивали. Водні екстракти чаю і кави додавали при збиванні спреду після утворення масляного зерна і вилучення маслянки, у «критичній» точці, коли вміст вологи у напівфабрикаті мінімальний. Вносили водні екстракти у зерно у кількості 2, 4, 6, 8, 10 %. Для отримання спреду однакового хімічного складу відповідно добавляли до зразків 8, 6, 4, 2 $см^3$ води.

Екстракти чаю (зеленого і чорного) і кави (зеленої і чорної) готували наступним чином: 10 г чаю і кави заливали 90 $см^3$ окропу і витримували на водяній бані при 100 ºС 5 хв., охолоджували і фільтрували. В екстракті визначали вміст таніно-катехінового комплексу, катехінів, флавонолів, лейкоантоціанів.

У спреді визначали вміст вологи, СЗМЗ, вміст жиру, кислотне та перекисне числа, органолептичні показники.

Контрольним зразком був спред без екстрактів чаю і кави, у який для досягнення вмісту жиру 73 % впрацьовували виділену плазму.

Для дослідження прискореного окиснення жирів існує кілька способів:

1. При температурі 100 ºС та постійному продуванні повітря через жир протягом 8…10 год. до досягнення перекисного числа 10 ммоль ½ O_2;

2. При температурі 100 ºС без продування повітря;

3. При кімнатній температурі і відсутності прямих сонячних променів у відкритих чашках Петрі протягом місяця;

4. При опромінюванні інфрачервоними і ультрафіолетовими променями протягом 4 годин.

Перший і другий спосіб, на наш погляд, більш придатні для жирів, які не містять вологи. Для дослідження прискореного окислення спреду їх недоцільно використовувати, тому що спред містить до 35 % вологи і при такій високій температурі буде відбуватись розшаровування продукту на водну та жирову фракцію, отже змінюватись структура продукту, а також випаровування вологи, що призведе до зміни хімічного складу спреду.

За цими причинами, третій і четвертий способи, на наш погляд, придатні для дослідження окислювальних процесів спредів, тому саме ці способи були використані у подальшій роботі.

Вироблені спреди з екстрактами і контрольний зразок поміщали у чашки Петрі по 30 г товщиною шару 5 мм. Чашки у відкритому вигляді зберігали у скляній шафі протягом місяця. Досліди органолептичних і фізико-хімічних показників проводили щотижня.

Виготовлені для дослідів прискореного окислення зразки спредів (контрольного варіанту і з екстрактами чаю зеленого і чорного та кави зеленої та чорної) за фізико-хімічними показниками не відрізнялись і відповідали вимогам діючої нормативної документації України на спреди.

Дослідні зразки з екстрактами чаю і кави містили поліфенольні сполуки, які не тільки мають антиоксидантні властивості, а і підвищують біологічну цінність спреду, оскільки є біологічно активними речовинами.

У виготовлених зразках спредів в процесі зберігання визначали кислотне та перекисне числа.

На рис. 1. представлена динаміка змін пероксидного числа контрольного зразку та спредів з екстрактами зеленого чаю в процесі зберігання при кімнатній температурі.

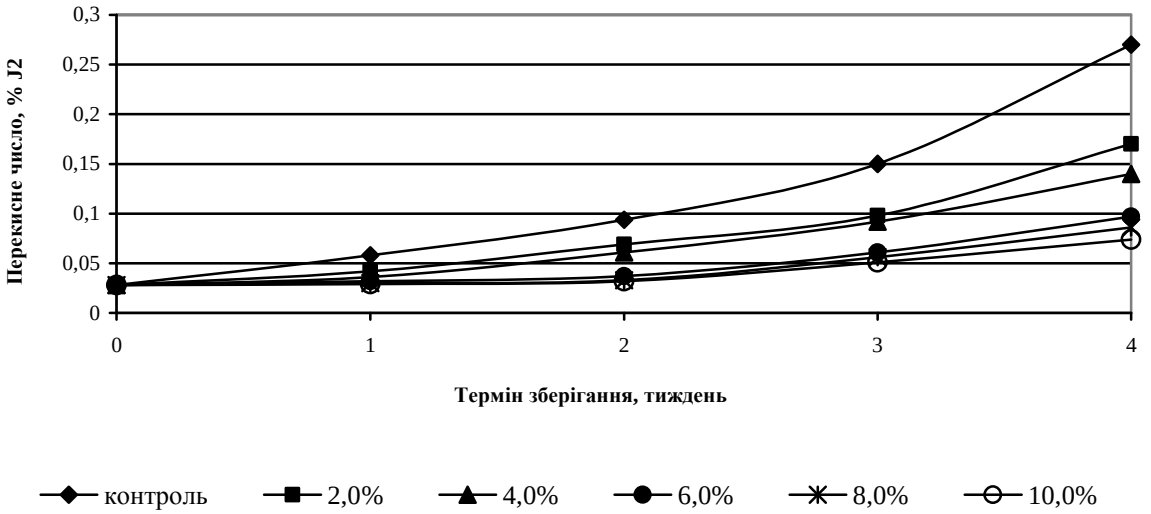


Рис. 1 – Динаміка змін перекисного числа контрольного зразку спреду та спредів з екстрактами зеленого чаю в процесі зберігання при кімнатній температурі

У свіжевироблених зразках спредів пероксидне число було 0,028 % J_2. В процесі зберігання при кімнатній температурі в присутності світла і відсутності прямих сонячних променів спостерігається зростання перекисного числа, що свідчить про те, що мають місце вільнорадикальні ланцюгові реакції, які супроводжуються на перших етапах утворенням перекисів і гідроперекисів. Вже через тиждень зберігання перекисне число збільшується від 0,028 до 0,058 % J_2 у контрольному зразку, спред з таким числом ще залишається свіжим, але вже не підлягає зберіганню. У дослідних зразках процес окиснення уповільнюється залежно від кількості екстракту. У спреді, який містить 2 % екстракту зеленого чаю, перекисне число майже не відрізняється від контрольного зразка. Зі збільшенням вмісту екстракту до 8 і 10 % процес окислення гальмується суттєво і в цих зразках майже за тиждень не зростає. Через два тижні перекисне число у контрольному зразку зростає до 0,1 % J_2. З таким значенням пероксидного числа продукт має сумнівну свіжість. В ньому змінюються органолептичні показники, з'являється сторонній запах, що свідчить про початок розпаду пероксидів. У зразках спреду з екстрактом зеленого чаю у кількості 2 і 4 % цей процес гальмується порівняно з контрольним, перекисне число складає 0,08 % J_2. Ці зразки спреду теж

набувають сумнівної свіжості. Інша картина спостерігається у зразках з вмістом екстрактів 6, 8 і 10 %, де перекисне число не досягає 0,05 % J_2. Продукт залишається ще свіжим.

На третій і четвертий тиждень відбувається подальше зростання пероксидного числа: у контрольному зразку відповідно до 0,15 і 0,27 % J_2. Перевищення пероксидного числа жиру за величину 0,1 % J_2 свідчить, що жир зіпсований. Органолептична оцінка підтверджує це. Спред набуває прогірклого смаку, який може бути обумовлений вже продуктами розпаду гідроперекисів і перекисів – альдегідами, кетонами, альдо- і кетокислотами, оксикислотами та ін.

Характер змін пероксидного числа спреду з екстрактом чорного чаю аналогічний спреду з екстрактом зеленого чаю. Вміст екстракту чорного чаю 2 і 4 % уповільнює процес окислення, але у більшій мірі це відбувається при додаванні 6, 8 і 10 %. Так, вже через два тижні зберігання, коли контрольний зразок досягнув значення пероксидного числа 0,1 % і став зіпсованим, у зразках з вмістом екстракту понад 6 % жир ще залишався свіжим. Тільки через три тижні значення пероксидного числа у цих зразках наблизилось до мінімальної величини, що характеризує сумнівну свіжість. Через чотири тижні зберігання при кімнатній температурі значення пероксидного числа в цих зразках не перевищувало 0,7…0,8 %. В зразках з'явився ледь відчутний сторонній запах. Зразки спреду з вмістом екстракту чорного чаю 2 і 4 % вже через два тижні зберігання мали сумнівну свіжість, а через три тижні зразок з вмістом 2 % екстракту чорного чаю був зіпсованим. В ньому, як і контрольному зразку, відчувався запах зіпсованого продукту.

На рис.2 представлена динаміка змін перекисного числа зразків спреду з екстрактами зеленої кави в процесі зберігання.

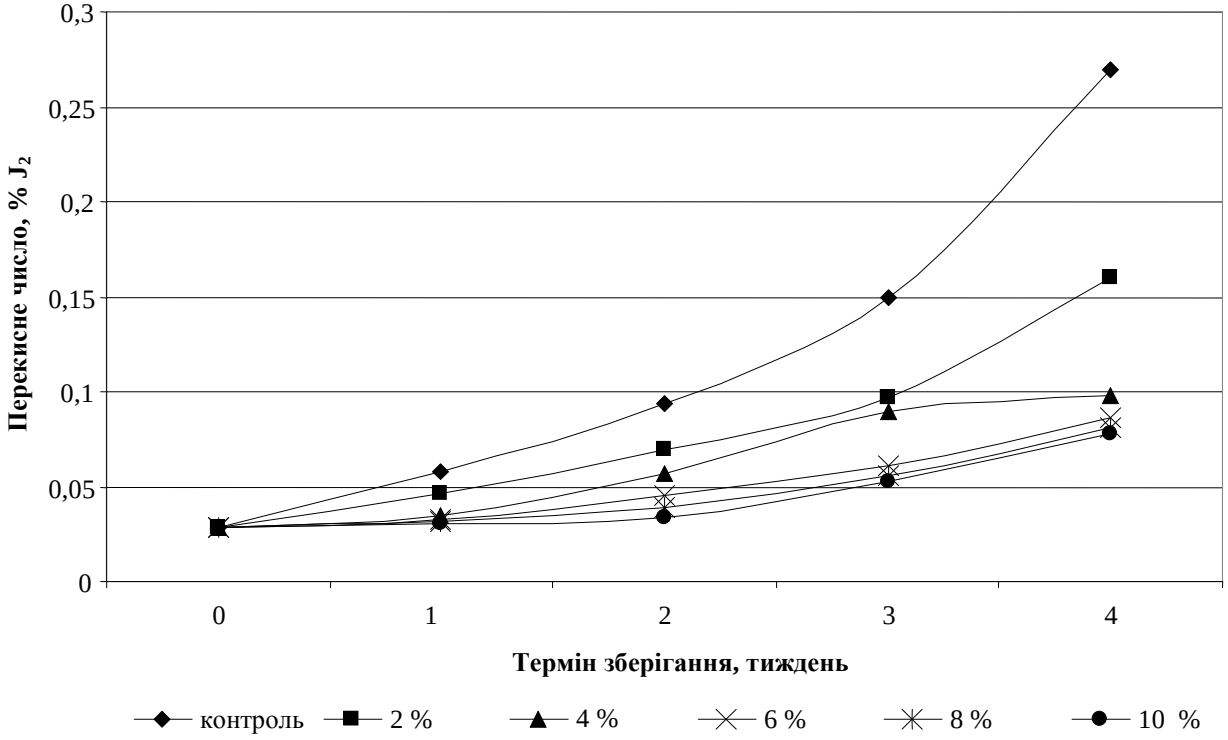


Рис. 2. Динаміка змін перекисного числа контрольного зразку спреду та спредів з екстрактами зеленої кави в процесі зберігання при кімнатній температурі

Порівнюючи в процесі зберігання протягом 4 тижнів перекисне число дослідних зразків з контрольним, слід зазначити, що поліфенольні сполуки зеленої кави, а це насамперед хлорогенова кислота, мають антиокислювальну дію. До того ж, вміст екстракту 2 і 4 % у меншій мірі гальмує процес окислення і вже через два тижні зберігання ці продукти набули сумнівної свіжості, в той час як спреди, що містять 6, 8 і 10 % екстракту зеленої кави за цей час ще зберігали свіжість, тільки через три тижні стали сумнівної свіжості. В той час як перші два дослідні зразки (2 і 4 %) через три тижні вже були зіпсовані, перекисне число в них перевищувало 0,1 %. Через чотири тижні зберігання зразки з екстрактом зеленої кави понад 6 % мали перекисне число до 0,1 %, отже набули сумнівної свіжості.

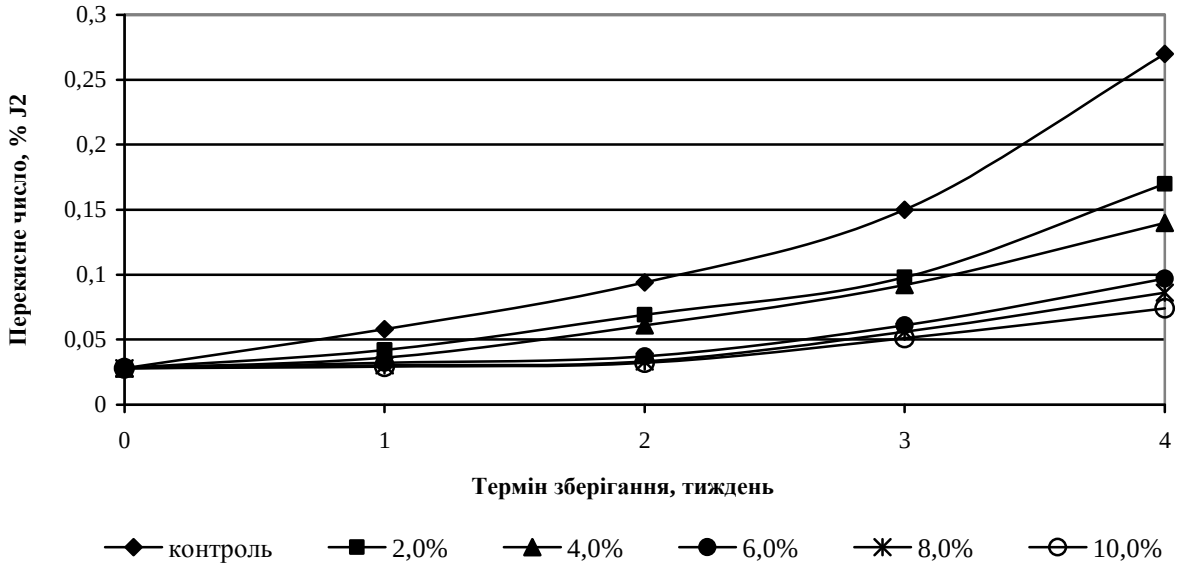


Рис.3 – Динаміка змін перекисного числа контрольного зразку та зразків спредів з екстрактом чорної кави в процесі зберігання при кімнатній температурі

Зміна пероксидного числа спреду з екстрактом чорної кави аналогічний спреду з екстрактом зеленої кави (рис. 2 та 3). У більшій мірі уповільнення процесу окиснення відбувається при додаванні чорної кави у кількості 6, 8 і 10 %, ніж 2 і 4. Так, вже через два тижні зберігання, коли контрольний зразок досягнув значення пероксидного числа 0,1 % і набув сумнівної свіжості, у зразках з вмістом екстракту понад 6 % жир ще залишався свіжим. Тільки через три тижні значення перекисного числа у цих зразках стали більше 0,06 % J_2, що характеризує сумнівну свіжість. Через чотири тижні зберігання при кімнатній температурі значення перекисного числа вже наближались до 0,1 % J_2. В зразках з'явився сторонній запах. Зразки спреду з вмістом екстракту чорної кави 2 і 4 % вже через два тижні зберігання мали сумнівну свіжість, а через три тижні зразки вже були зіпсовані. В них, як і контрольному зразку, відчувався запах зіпсованого продукту.

Кислотне число характеризує процес ферментативного або неферментативного гідролізу жиру. Розпад жиру з утворенням жирних кислот може сприяти прискоренню процесу окиснення, тому що в першу чергу окислюються вільні, не зв'язані у тригліцериди кислоти. Саме тому у всіх дослідних зразках визначали кислотне число.

Кислотне число свіжовиробленого спреду в контрольному зразку і зразках з екстрактом зеленого чаю у кількостях від 2 до 10 % з інтервалом у 2 % складало 1,01…1,3 мг *КОН*, або 1,8 ºК.

Через тиждень зберігання при кімнатній температурі кислотне число у контрольному зразку збільшилось і досягло величини 1,48 мг *КОН*, або 2,64 ºК. У дослідних зразках з екстрактом зеленого чаю, незалежно від кількості екстракту, кислотне число за той же термін зберігання майже не відрізнялось від контрольного зразка і складало від 1, 40 до 1,46 мг *КОН* (відповідно 2,5 і 2,6 ºК). Незважаючи на збільшення кислотного числа, яке свідчить про накопичення вільних кислот, в продукті не спостерігалось змін органолептичних показників.

Через два тижні зберігання кислотне число збільшилось до 2,68 мг *КОН* (4,8 ºК) у контрольному зразку. Майже таке значення кислотного числа визначено у дослідному зразку з 2 % екстракту зеленого чаю і незначно нижче (2,5 мг *КОН* або 4,45 ºК) у дослідних зразках з 6, 8 і 10 % екстракту зеленого чаю.

Через три тижні зберігання в усіх зразках спостерігалось подальше збільшення кислотного числа до 3, 25 мг *КОН* (5,8 ºК) у контрольному зразку і дослідному з вмістом екстракту 2 %. Усі інші дослідні зразки мали кислотне число того ж порядку (3, 15 мг КОН).

Через чотири тижні зберігання у контрольному зразку кислотне число досягло 4, 6 мг *КОН* (8,2 ºК) і незначно нижче 4,5 мг *КОН* (до 8 ºК) в усіх зразках з екстрактом зеленого чаю.

Таким чином, при зберіганні зразків спреду (як контрольного так і з екстрактом зеленого чаю) при кімнатній температурі і відсутності прямих сонячних променів у відкритих чашках Петри відбувався гідроліз жиру, про що свідчить кислотне число. Процес йшов майже з однаковою швидкістю в контро-

льному зразку та у зразках з екстрактами. Пояснюється це тим, що антиоксиданти гальмують процеси окиснення, обривають вільнорадикальні ланцюгові реакції, а на гідроліз ацилгліцеридів не впливають.

При зберіганні спредів при кімнатній температурі спостерігається збільшення кислотного числа. Через тиждень воно збільшилось у контрольному зразку від 1,01 мг *КОН* (1,8 ºК) до 1,45 мг *КОН* (2,6 ºК), а у дослідних зразках – до 1,35…1,4 мг *КОН*. Подальше зберігання при температурі біля 20 ºС супроводжувалось підвищенням вмісту вільних жирних кислот, на другому тижні до 2, 1 мг *КОН* у контрольному зразку і до 2 мг *КОН* у зразках спреду з екстрактом чорного чаю, на третьому – кислотне число у контрольному зразку перевищило 2, 5 мг *КОН*, а у дослідних з вмістом екстракту чорного чаю 4, 6, 8 і 10 % досягло значення 2,35 мг *КОН*; на четвертому тижні у контрольному перевищило 3,5 мг *КОН*, а у дослідних – майже досягло цієї величини.

Порівнюючи динаміку змін кислотного числа спреду з екстрактом зеленого і чорного чаю, слід зазначити, що на швидкість гідролізу жиру не впливає вид екстрагенту.

В процесі зберігання зразків спреду з екстрактом зеленої кави відбувається розщеплення ацилгліцеридів, що супроводжується збільшенням кислотного числа. Через тиждень зберігання воно в усіх зразках було майже на одному рівні і складало 1,38…1,46 мг *КОН*. При зберіганні протягом наступних трьох тижнів відбувалось подальще збільшення кислотного числа, на другому тижні – до 2,5 …2,6 мг *КОН*, на третьому – до 3,2…3,3 мг *КОН*, на четвертому – до 4,4…4,6 мг *КОН*.

Як свідчать дані, процес зберігання зразків спреду з екстрактом супроводжується накопиченням вільних жирних кислот. Практично поліфеноли чорної кави не гальмують гідроліз тригліцеридів. Як в контрольному варіанті, так і дослідних зразках кожного тижня збільшується кислотне число і його значення знаходяться майже на одному рівні. За чотири тижні кислотне число збільшилось у 4,5 рази. Характер змін кислотного числа у зразках спреду з екстрактом чорної кави аналогічний характеру змін в зразках спреду з екстрактом зеленої кави.

Слід зазначити, що в усіх дослідних зразках, незалежно від виду екстракту, кислотне число несуттєво менше за контрольний зразок. Це може бути пов'язане з наступним. Відомо, що процес гідролізу може іти як ферментативним шляхом під дією ліпаз, так і хімічним – під дією високих температур, вологи і т.і. В наших дослідах температура не перевищувала 20 ºС, тому можна припустити, що процес відбувався ферментативним шляхом. Очевидно, поліфеноли, які присутні в екстрактах чаю і кави, маючи бактерицидні властивості, гальмували дію ліполітичних ферментів.

Висновки

1. Внесення екстрактів чаю і кави у спреди в концентрації від 2 до 10 % гальмує процес прискореного окислення при кімнатній температурі у різному ступеню.
2. Встановлено, що концентрація екстрактів чаю і кави 6 % є раціональною, оскільки перекисне число спредів з таким вмістом екстрактів суттєво нижче за перекисне число з вмістом 2 і 4 % і незначно відрізняється від перекисного числа спредів з вмістом 8 і 10 %.
3. Несуттєво вищу антиокислювальну активність мають екстракти зеленої кави і чорного чаю. Так, за перекисним числом спред з вмістом екстракту зеленої кави і чорного чаю 6 % протягом трьох тижнів залишався свіжим. В той же час контрольний зразок після двох тижнів зберігання при кімнатній температурі був зіпсованим. Антиоксиданти фенольної природи здатні гальмувати окислювальні процси при зберіганні спредів.
4. Встановлено, що в процесі прискореного окиснення при кімнатній температурі відбувається гідроліз жиру, кислотне число в контрольному і дослідних зразках змінюється майже в однаковій мірі.

Література

1. Викторова, Е.В. Спреды – современные жировые продукты, особенности их химического состава и перспективы использования/ Е.В. Викторова, С.Н. Кулокова// Масложировая промышленность-2007-№1-С.4-5.
2. Горбатова, К.К. Химия и физика молока: Учебник для вузов.-СПб.:ГИОРД, 2003. – 288 с.
3. Gordon, M. H. Antioxidant activity of flavonoids isolated from licorice: 85 th AOCS Annu. Meet and Expo, Atlanta, Ga, May 8-12, 1994 // Inform: Int. New Fats, Oils and Relat. Mater. - 1994. - Vol.5, №4. - P. 519.

УДК 664.8.036.5

КОНСЕРВИРОВАНИЕ ТОМАТНЫХ СОУСОВ И КЕТЧУПОВ В ПОЛИМЕРНОЙ ТАРЕ ТИПА «ДОЙ-ПАК»

Верхивкер Я.Г. д-р техн. наук, профессор, Мирошниченко Е.М. канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Разработаны параметры тепловой обработки томатных соусов и кетчупов. Используется комбинация двух способов консервирования – тепловой стерилизации методом «горячего розлива» и применением консервантов. Фасование продукта ведут в полимерную тару типа «Дой-Пак».

Advantages of method of the aseptic canning of food products and prospect of the use of this method are considered on the canneries of Ukraine.

Ключевые слова**:** кетчупы, соусы, консерванты, тара типа «Дой-Пак», асептика, горячий розлив.

В целях предотвращения порчи пищевых продуктов и создания условий для их длительного хранения существуют различные способы консервирования: путем тепловой обработки, добавления консервирующих химических веществ и другие. Наиболее широко применяется тепловая обработка – это стерилизация и пастеризация, горячий розлив, асептическое консервирование.

Термическая обработка продукта уничтожает микроорганизмы и инактивирует ферменты. Это позволяет получить консервы, т.е. пищевые продукты микробиологически стабильные при длительном хранении и безопасные в употреблении. Режим тепловой обработки определяется продолжительностью и температурой. Для каждой температуры существует свое летальное смертельное время, т.е. время, необходимое для уничтожения микроорганизмов при данной температуре. Это время зависит от температуры стерилизации, химического состава продукта, вида и количества микроорганизмов, присутствующих в продукте.

Между температурой и летальным временем существует обратная зависимость: чем выше температура стерилизации, тем меньше времени требуется на уничтожение микроорганизмов, причем даже небольшое повышение температуры приводит к резкому уменьшению летального времени.

Устойчивость микроорганизмов к действию тепла изменяется в зависимости от химического состава среды. Особенно большое значение имеет концентрация водородных ионов (pH). При высокой активной кислотности (pH ≤4,2) в пищевых продуктах (соках и пюре плодовоягодных, джемах, маринадах) развивается нетермостойкая микрофлора (плесени, дрожжи и др.), поэтому температуры стерилизации меньше 100 ^{o}C. Такая тепловая обработка называется пастеризация. Если активная кислотность низкая (pH ≥ 4,2), тогда в этих продуктах (мясные, рыбные консервы, овощные соки и напитки, томатопродукты) могут развиваться термоустойчивые спорообразующие микроорганизмы и их стерилизуют при температурах выше 100 ^{o}C.

Нагревание вызывает и качественные изменения в консервах. Длительное нагревание при сравнительно невысокой температуре отрицательно влияет на качество продукта, чем кратковременное нагревание при высоких температурах. На этой основе разработан метод высокотемпературной кратковременной стерилизации. В настоящее время в производстве консервов применяют для предохранения их от порчи три основных вида тепловой обработки:

— пастеризация при температурах ниже 100 ^{o}C и стерилизация при температурах выше 100 ^{o}C в укупоренной таре;

— горячий розлив, при котором продукт нагревается в потоке;

— асептическое консервирование с мгновенным нагревом продукта до высокой температуры и охлаждением.

Стерилизация (пастеризация). Герметично укупоренный однородный пищевой продукт (соки, пюре, соусы) стерилизуют при температурах (100–120) ^{o}C. В зависимости от температуры стерилизации, вида продукта, тары продолжительность процесса в автоклавах составляет 10 – 30 минут. В пастеризаторе непрерывного действия, гомогенный продукт фасуется при температуре пастеризации (75-100) ^{o}C и выдерживается соответствующее время при этой температуре. После стерилизации консервы интенсивно охлаждают.

Горячий розлив. Если гомогенные, густые по консистенции консервы вырабатывают из сырья с высокой активной кислотностью, то их иногда консервируют методом горячего розлива. Продукт подогревают и стерилизуют при высоких температурах (85–95) ^{o}C, затем в горячем виде фасуют в предварительно простерилизованную крупную жестяную или стеклянную тару (вместимостью 3 дм^{3} или 10 дм^{3}, уку-

поривают и без последующей стерилизации в специальном оборудовании и охлаждения банки отправляют на складское хранение. За счет большого объема продукта в таре, идет его медленное самоохлаждение и одновременно его самостерилизация, благодаря чему достигается стерилизующий эффект. Но при этом, длительное сохранение высокой температуры внутри тары с продуктом дает толчок меланоидиновым реакциям, в результате которых, страдают органолептические показатели консервов (цвет, вкус), пищевая ценность продукта, а также внешний вид тары (возможна вакуумная деформация металлической банки).

Асептическое консервирование.

При асептическом консервировании гомогенный по консистенции продукт кратковременно стерилизуют в тонком слое в потоке при повышенной температуре, быстро охлаждают и фасуют в стерильных условиях в предварительно стерилизованную тару с укупоркой в асептических условиях, при этом не используется ни автоклавы, ни пастеризаторы.

Наряду с сохранением исходных свойств продукта и значительным сокращением продолжительности обработки асептическое консервирование имеет следующие достоинства:

— обеспечение одинакового качества консервируемого продукта при неизменном режиме стерилизации независимо от размеров и формы тары, так как передача теплоты через слой продукта разной толщины исключена;

— увеличение без ущерба для качества сроков хранения консервированных продуктов, так как в результате кратковременной стерилизации достигается их полная стерильность и более точный контроль стерилизации, так как регулируемая величина – температура стерилизуемого продукта, а не теплоносителя (как в автоклавах);

— значительная экономия средств за счет непрерывности и кратковременности стерилизации, охлаждения, автоматизации производственного процесса, значительного сокращения расхода пара, воды, электроэнергии и производственных площадей на единицу продукции и более высокий коэффициент безопасности обслуживания оборудования технологических линий.

Применение химических консервантов.

В пищевой промышленности используются и другие методы сохранения продуктов от порчи, например, применение антисептиков или консервантов – бензойной и сорбиновой кислот и их солей. Это химические вещества, которые в небольших дозах (не более 0,1 %) ядовиты для микроорганизмов и безвредны для человека, они не вступают в химические соединения с пищевыми компонентами продукта, не меняют его органолептических свойств. Данные консерванты не реагируют с материалом технологического оборудования и с консервной тарой, удобны в обращении; однако удалить эти вещества из продукта перед употреблением в пищу не возможно, также такие продукты подлежат последующей стерилизации в специальном оборудовании (автоклавах, пастеризаторах).

Целью данной работы является: использование различных методов консервирования пищевых продуктов, а также их комбинаций; разработка параметров режимов пастеризации для этих методов; продуктами для исследований были томатные соусы и кетчупы, которые фасовались в мелкую потребительскую полимерную тару типа «Дой-Пак».

Пакеты «Дой-Пак» (плоские, стоячие упаковки) относятся к мягкой полимерной таре, консервирование пищевых продуктов в которых с каждым годом растет. Плоские пакеты могут быть изготовлены из обычного пленочного материала с четырьмя или тремя сварными швами, из рукавного материала – с двумя поперечными сварными швами или двумя поперечными швами и одним продольным. Тара выдерживает высокие температуры фасования, температуры пастеризации, удобна в употреблении и транспортировании. Пакеты «Дой-Пак», различной вместимости, используют при производстве кетчупов, майонезов, горчицы, джемов, повидла и других продуктов.

В первом варианте применена комбинация двух способов консервирования – тепловой стерилизации методом «горячего розлива» и использования консервантов. При этом продукт, фасованный в мелкую потребительскую полимерную тару типа «Дой-Пак» подвергается тепловой обработке таким образом, что не достигается 100 % требуемого стерилизующего эффекта. Недостающая летальность обеспечивается за счет применения консервантов (сорбиновой кислоты), что обеспечивает промышленную стерильность продукции и более полное сохранение пищевой и питательной ценности готовой продукции.

Разработаны параметры тепловой обработки кетчупов «Нежный», «Томатный», «Шашлычный», «Чили» и томатного соуса «Краснодарский», при этом добавлялся консервант, и продукт фасовали в тару типа «Дой-Пак», массой нетто – 300 г (ТУ У 15.8.2427920134-001-2003).

В лабораторных условиях путем теплофизических исследований разработаны режимы пастеризации для данных продуктов, которые осуществляются в выпарном аппарате МЗС-320.

Так как по показателю pH эти продукты относятся к одной группе консервов, поэтому разработан один унифицированный режим пастеризации для всего ассортимента кетчупов и соусов: температура пастеризации – 95 °С, время выдержки продукта при температуре пастеризации – 15 мин.

Для обеспечения промышленной стерильности и качества продукции необходимо:

— при фасовании соблюдать температуру продукта не менее 85 °С;

— pH продукта должна быть не более 4,0;

— консервант, сорбиновую кислоту, добавлять в продукт в конце процесса пастеризации и в количестве минимально необходимом для достижения микробиологического эффекта (0,05 %), в соответствии с утвержденными «Санитарными правилами по применению пищевых добавок»;

— пастеризацию кетчупов и соуса вести в закрытом аппарате;

— подготовку специй и пряностей проводить в соответствии с утвержденной инструкцией.

Во втором варианте применяется асептический способ консервирования томатных соусов и кетчупов.

Были разработаны параметры пастеризации консервов – кетчупы, соусы (в ассортименте), в таре «Дой-Пак», массой нетто 200 г и 300 г., пастеризация ведется в аппаратах выпарных двутелых типа МЗС-320, рабочий объем 1 $м^3$:

— для кетчупов «Томатный», «Нежный», «Шашлычный», «Чили», pH=3,0 – 3,7, температура пастеризации (**95 ± 1**) **°С,** время пастеризации **20 минут** (режим унифицирован для всего ассортимента кетчупов), затем продукт направляется на фасование;

— для соусов томатных «Краснодарский», «Мексиканский», «Сацебели», «Итальянский», pH = 3,8 – 4,5; температура пастеризации (**99 ± 1) °С**, время пастеризации **45 минут** (режим унифицирован для всего ассортимента соусов), затем продукт направляется на фасование. Температура фасования кетчупов и соуса в тару не ниже 85 °С.

При производстве данного ассортимента консервов следует неукоснительно соблюдать ряд условий, что обеспечит выработку промышленно-стерильной и качественной продукции:

1. При фасовании консервов необходимо соблюдать температуру продукта – не менее 85 °С.
2. pH продукта должен быть: кетчупы pH=3,0 – 3,7; соусы pH= 3,8 – 4,5.
3. Пастеризацию продуктов вести в закрытом аппарате.
4. Продукт нагревается, в соответствии с утвержденной технологической инструкцией, от 50 °С до температуры пастеризации: для кетчупов t = 95±1 °С, для соусов t = 99± 1 °С и затем продукт пастеризуется в соответствии с разработанным режимом.
5. Подготовка специй и пряностей проводится в соответствии с технологической инструкцией ТИ. 46.12 Украины 7-92 «Соусы томатные».
6. Роздув пакета осуществляется стерильным воздухом.
7. Колпачок-крышку для упаковки «Дой-Пак» обрабатывать перед укупориванием стерильным воздухом.

Выводы

Согласно действующему регламенту по разработке режимов стерилизации и пастеризации консервов режимы были проверены в производственных условиях путем изготовления опытных партий консервов, в количестве не менее 1000 упаковок, каждого ассортимента и хранения партии в течение 3 месяцев. Анализ изготовленной продукции по физико-химическим и органолептическим показателям на соответствие ТУ У 15.8.2427920134-001-2003 и микробиологический контроль на промышленную стерильность консервов дали положительные результаты производственных испытаний. Разработанные режимы тепловой обработки (режимы стерилизации) утверждены и переданы для использования в производстве для указанного ассортимента на действующем предприятии пищевой промышленности.

Литература

1. Флауменбаум Б.Л., Танчев С.С., Гришин М.А. Основы консервирования пищевых продуктов. Учебник. – М.: Агропромиздат, 1986. – 496 с.
2. Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы / А.Ф.Фан-Юнг, Б.Л.Флауменбаум, А.К.Изотов и др. – М.: Пищевая пром-сть, 1980. – 320 с.

РОЗДІЛ 4

НОВІ ТЕХНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ У ВИНОРОБСТВІ

УДК 663.2.036

КРИОКОНЦЕНТРИРОВАНИЕ СТОЛОВЫХ СУХИХ ВИНОГРАДНЫХ ВИНОМАТЕРИАЛОВ КАК СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ДЕСЕРТНЫХ ВИННЫХ НАПИТКОВ

Радионова О.В., канд. техн. наук, Осипова Л.А., д-р техн. наук.
Одесская национальная академия пищевых технологий

Работа посвящена обоснованию технологии десертных винных напитков, которые производят на основе концентратов белых столовых виноградных виноматериалов, полученных методом блочного вымораживания. Представлен баланс материалов и функциональная схема низкотемпературной технологии десертных винных напитков. Приведены показатели качества десертных винных напитков.

Work is devoted the ground of technology of dessert winy drinks, which make on the basis of concentrates of white table of vine wine materials, got the method of the sectional freezing. Balance of materials and functional diagram of low temperature technology of dessert winy drinks is presented. The indexes of quality of dessert winy drinks are resulted.

Ключевые слова: столовые сухие виноградные виноматериалы, блочное вымораживание, вакуум-сусло, десертные винные напитки, химический состав, органолептическая оценка.

Современный этап развития пищевых технологий характеризуется широким использованием холода. Роль холода возрастает, главным образом, в отрасли консервирования сырья и производства продуктов питания, а также концентрирования жидких пищевых продуктов. Многие исследователи рассматривают процесс концентрирования вымораживанием как наиболее предпочтительный среди существующих методов удаления воды [1-4]. В винодельческой промышленности процесс концентрирования вин вымораживанием применяется для увеличения содержания основных компонентов (спирта, сахара, фенольных веществ). На некоторых винодельческих заводах совмещают концентрирование вымораживанием со стабилизацией виноматериалов, склонных к кристаллическим помутнениям [5-9].

На кафедре технологии виноделия совместно с кафедрой процессов и аппаратов Одесской национальной академии пищевых технологий проводили исследования блочного вымораживания столовых сухих виноградных виноматериалов. Продуктами вымораживания были низко- и высокоалкогольная фракции (криоконцентраты), используемые в дальнейшем для приготовления слабоалкогольных напитков [10, 11].

С целью расширения ассортимента винных напитков, получаемых с помощью блочного вымораживания столовых сухих виноградных виноматериалов, исследовали возможность использования криоконцентратов для приготовления напитков с кондициями виноградных десертных вин.

По традиционной технологии десертные виноградные вина производят из сортов винограда с повышенной способностью к сахаронакоплению, которые перерабатывают отдельно по сортам или в сортосмеси [12]. Виноград подвергают дроблению, полученную мезгу настаивают, нагревают или подбраживают, сусло отделяют и дображивают, останавливают брожение после достижения нормируемых кондиций по спирту и сахару спиртом этиловым ректификованным.

Разрабатываемая низкотемпературная технология десертных напитков позволит при приготовлении десертных винных напитков уменьшить количество вносимого этилового спирта. Необходимые кондиции по сахару можно обеспечить купажированием криоконцентратов с виноградным вакуум-суслом.

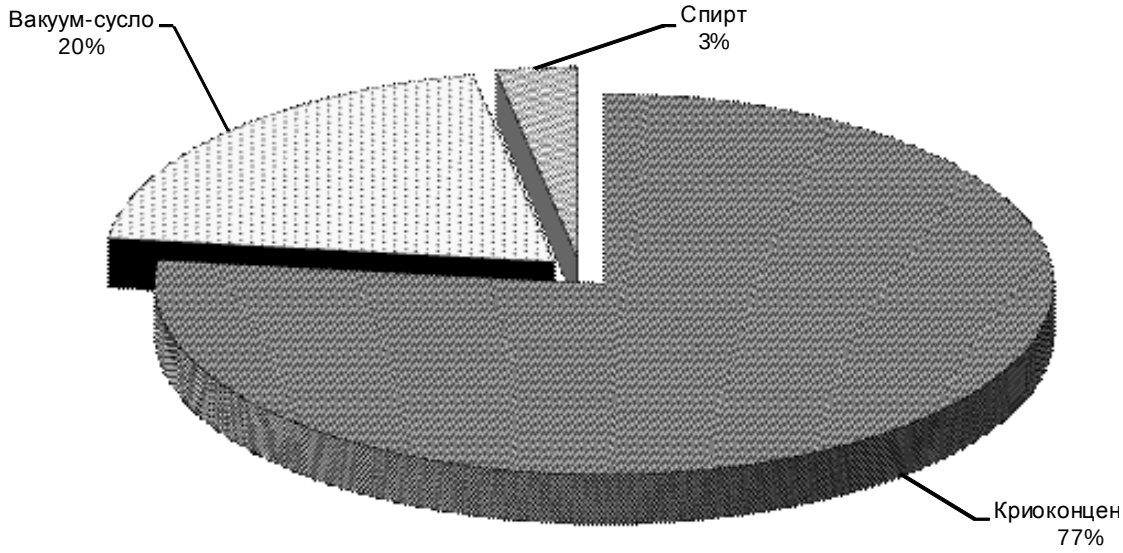
Целью исследования являлась обоснование технологии десертных винных напитков с использованием в качестве купажных материалов криоконцентратов и вакуум-сусла.

Использовали криоконцентраты белых столовых сухих виноматериалов сортовых (Совиньон, Сухолиманский белый, Шабское белое), вакуум-сусло (ЧП «Сфинкс», г. Болград), спирт этиловый ректификованный.

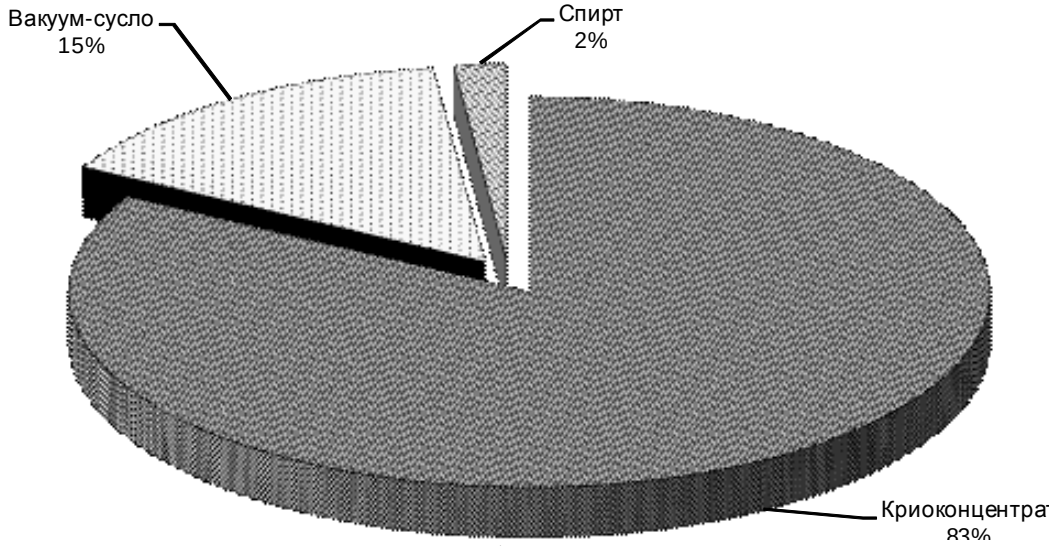
Технология десертных винных напитков состоит из следующих основных этапов: блочное вымораживание столовых сухих ординарных виноградных виноматериалов, гравитационное сепарирование блоков льда, купажирование криоконцентратов с вакуум-суслом, спиртование, выдержка, обработка до розливостойкого состояния и розлив.

Для получения криоконцентратов белые столовые сухие виноградные виноматериалы охлаждали до температуры 2…4 °С и направляли на вымораживание в кристаллизатор при температуре испарителя минус 20 °С.

Полученные в процессе вымораживания блоки льда с плотной укладкой кристаллов подвергали гравитационному сепарированию (разделению под действием сил тяжести) при температуре 18…20 °С. Стекшие с блока льда фракции объединяли с незамерзшей фракцией виноматериала. Полученный криоконцентрат с объемной долей спирта 17,2 % направляли на купажирование с вакуум-суслом и этиловым спиртом до нормативных кондиций по спирту и сахару, соответствующих десертным винам. Используемое вакуум-сусло характеризовалось следующими показателями качества: массовая концентрация сахаров – 796 г/дм^3, массовая концентрация титруемых кислот – 6,7 г/дм^3. Процентное соотношение купажных материалов в готовых десертных винных напитках представлено на рис. 1.



а



б

а) объемная доля этилового спирта 16 %; массовая концентрация сахаров 160 г/дм^3
б) объемная доля этилового спирта 16 %; массовая концентрация сахаров 120 г/дм^3

Рис. 1 – Баланс материалов в низкотемпературной технологии десертных винных напитков

Приготовленные десертные винные напитки направляли на кратковременную выдержку и обработку. По достижении розливостойкого состояния напитки разливали в стеклянную тару.

Функциональная схема производства десертных винных напитков на основе криоконцентратов представлена на рис. 2.

Исходные виноматериалы, криоконцентраты и готовые напитки анализировали по общепринятым в виноделии методам. Основные показатели химического состава (объемная доля этилового спирта и мас-

совая концентрация общего экстракта) в исходных образцах и фракциях, полученных после вымораживания белых столовых сухих виноградных виноматериалов, представлены на рис. 3. Анализ приведенных данных показывает, что при вымораживании по рекомендуемым параметрам происходит перераспределение показателей химического состава в получаемых фракциях. Полученные данные распределения объемной доли этилового спирта и массовой концентрации общего экстракта в низко- и высокоалкогольной фракциях в процессе вымораживания коррелируют с данными, полученными при исследовании криоконцентрирования других жидких пищевых продуктов [1, 3, 4].

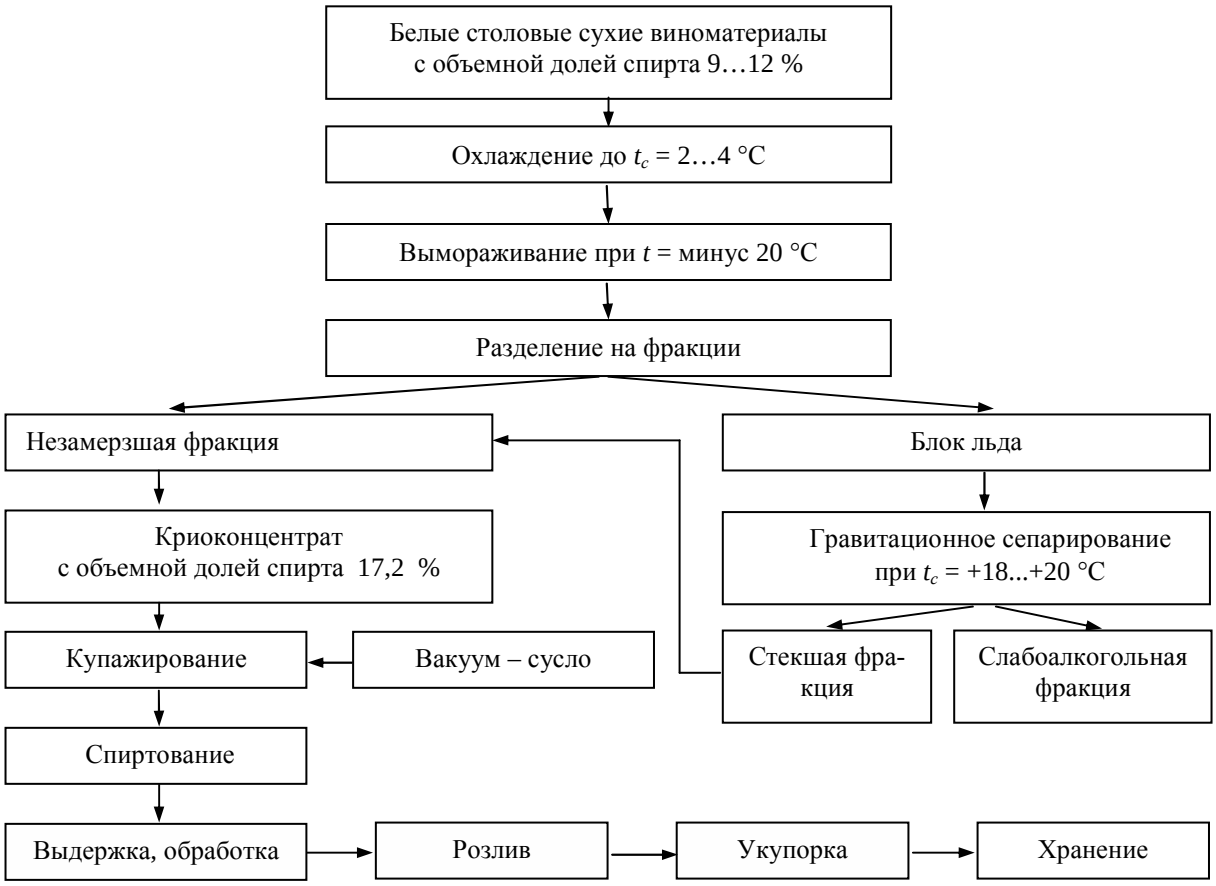


Рис. 2 – Функциональная схема производства десертных напитков на основе криоконцентратов белых столовых сухих виноматериалов

В результате низкотемпературной технологии разделения белых столовых сухих виноградных виноматериалов были получены десертные напитки с объемной долей этилового спирта 16 % и массовой концентрацией сахаров 120 г/дм^3 и 160 г/дм^3.

Показатели качества исходных виноматериалов, криоконцентратов и готовых напитков представлены в табл. 1. Как видно из таблицы, полученные десертные винные напитки по всем показателям соответствуют типу десертных вин. Все напитки отличаются высоким содержанием общего экстракта и фенольных соединений.

По органолептическим показателям (табл. 2) каждый из напитков характеризуется специфическим букетом десертного вина, нарядным цветом и кристальной прозрачностью. Образец с массовой концентрацией сахаров 160 г/дм^3 отличается более ярко выраженными десертными тонами в букете и более слаженным вкусом по сравнению с напитком с массовой концентрацией сахара 120 г/дм^3.

На основании органолептической оценки, являющейся одним из наиболее важных критериев качества готовой продукции, установлено, что лучшим образцом после хранения в течение 6 месяцев является десертный винный напиток, массовая концентрация сахаров в котором составляет 160 г/дм^3 (табл. 2). Процентное соотношение купажных материалов следующее: криоконцентрат – 77 %, вакуум-сусло – 20 %, этиловый спирт – 3 %. Купажные материалы, взятые в указанных соотношениях, позволили получить напитки с объемной долей этилового спирта 16 % и массовой концентрацией сахаров 160 г/дм^3.

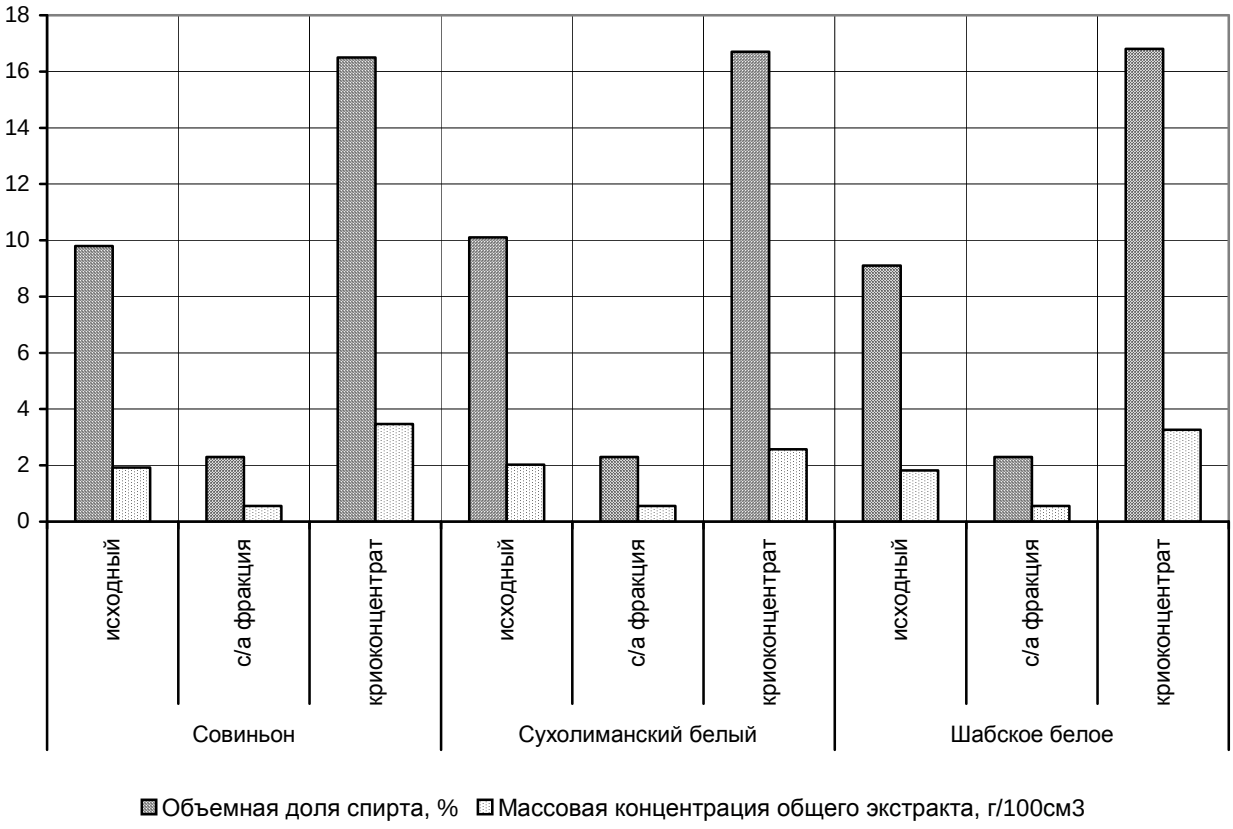


Рис. 3 – Распределение показателей химического состава между фракциями, полученными в результате вымораживания белых столовых сухих виноградных виноматериалов

По истечении шести месяцев хранения в обоих образцах букет стал сильным, сложным, а вкус – более зрелым и гармоничным.

Таблица 1 –Показатели качества купажных материалов и десертных винных напитков

Наименование показателей	Исходные виноматериалы			Криоконцентрат	Десертный напиток с массовой концентрацией сахара			
					160 г/дм^3		120 г/дм^3	
	Совиньон	Сухолимаский белый	Шабское белое		до хранения	после хранения	до хранения	после хранения
Объемная доля этилового спирта, %	10,1	9,8	9,1	17,2	16,0	16,0	16,0	16,0
Массовая концентрация сахара, г/дм^3	–	–	–	–	160	160	120	160
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм^3	5,63	6,60	5,85	9,53	8,55	8,48	8,63	8,25
Массовая концентрация общего экстракта, г/дм^3	20,1	19,1	18,1	34,9	185,8	181,2	146,2	142,1
Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм^3	428	354	618	692	832	812	1009	978
Массовая концентрация железа, мг/дм^3	3,67	8,35	10,36	11,78	11,11	12,43	11,90	13,52

Таблица 2 – Органолептические показатели десертных напитков

Показатель	Десертный винный напиток *(объемная доля спирта 16 %, массовая концентрация сахаров 120 г/дм^3)*		Десертный винный напиток *(объемная доля спирта 16 %, массовая концентрация сахаров 160 г/дм^3)*	
	до хранения	после хранения	до хранения	после хранения
Прозрачность	кристально-прозрачный	кристально-прозрачный	кристально-прозрачный	кристально-прозрачный
Цвет	соломенный	светло-соломенный	соломенный	светло-соломенный
Букет	букет десертного вина	сильный, сложный, тонкий	ярко выражены десертные тона	сильный, сложный, с небольшими пряными тонами
Вкус	гармоничный, полный	более зрелый, гармоничный, свежий	более мягкий, гармоничный, полный, более слаженный	более зрелый, гармоничный, свежий, мягкий
Дегустационная оценка, балл	7,6	7,8	7,8	8,0

Разработанная низкотемпературная технология десертных напитков позволила уменьшить количество вносимого этилового спирта. По разработанной технологии можно получать и натуральные десертные напитки (без добавления спирта этилового ректификованного). Необходимые кондиции по спирту в готовом напитке можно получить за счет более концентрированной (высокоалкогольной) фракции виноматериалов. Для этого процесс гравитационного сепарирования блоков льда, полученных после вымораживания виноматериалов, необходимо проводить до определенной степени, обеспечивающей в криоконцентрате более высокие значения объемной доли этилового спирта. Т.е. работа в этом направлении составляет отдельное исследование и должна быть продолжена.

Литература

1. Буртов О.А., Разуваев Н.И. Методы концентрирования соков и вин (Обзор). – М.: ЦНИИТЭИ Пищепром, 1971. – 35 с.
2. Холодильные установки / Чумак И.Г., Чепурненко В.П. и др.; под ред. д-ра техн. наук, проф. И.Г.Чумака. – М.: Агропромиздат, 1991. – 495 с.
3. Грубы Я. Производство замороженных продуктов / Пер. с чешск., ред. и предисл. д-ра техн. наук, проф., И.Ф.Бугаенко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.
4. Безусов А.Т. Концентрирование соков методом блочного вымораживания и производство продуктов на основе криоконцентратов / А.Т. Безусов, О.Г. Бурдо, Е.А. Коваленко // Труды V метод. конф. «Людина та навколишнє середовище – проблеми безперервної екологічної освіти в вузах». – Одеса: ОДАХ, 1996. – С. 89.
5. Ковалевский К.А., Ксенжук Н.И., Слезко Г.Ф. Технология и техника виноделия. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2004. – 560 с.
6. Пути повышения стабильности вин и виноматериалов: Сб. научн. тр. / М-во пищ. пром-сти СССР, ВНИИ виноделия и виноградарства «Магарач»; Под общ. ред. Г.Г. Валуйко. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 112 с.
7. Шольц Е.П., Пономарёв В.Ф. Технология переработки винограда. – М.: Агропромиздат, 1990.– 447 с.
8. Родопуло А.К. Основы биохимии виноделия. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 240 с.
9. Нилов В.И., Скурихин И.М. Химия виноделия. – М.: Пищевая пром-сть, 1967. – 444 с.
10. Радионова О.В. Кинетика формирования блока льда при разделении виноматериалов на низко- и высокоалкогольную фракции методом блочного вымораживания / О.В. Радионова, Л.А. Осипова, О.Г. Бурдо // Холодильная техника и технология. – 2005. – № 6 (98). – С. 87-92.
11. Бурдо О.Г. Обобщение результатов экспериментальных данных по процессам блочного вымораживания столовых сухих вин / О.Г. Бурдо, О.В. Радионова, Л.А. Осипова // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: 2006. – Вип. 28. – Т. 2. – С. 58-66.
12. Валуйко Г.Г. Технология вина / Г.Г. Валуйко, В.А. Домарецкий, В.О. Загоруйко. – Киев: Центр учебной литературы, 2003. – 604 с.

УДК 663.43

ЗМІНИ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПРИ ФЕРМЕНТАЦІЇ ЯЧМІННОГО СОЛОДУ

Ємельчнова Н.О., д-р техн. наук, проф., Мукоїд Р.М., ст. наук. співробітник,
Чумакова О.В., наук. співробітник, Безсмертна Л.О., лаборант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Досліджено зміни вмісту амінокислот, цукрів, кольору і кислотності при ферментації ячмінного солоду.

The research of changes in content of amino acids of sugar, color and acidity during the fermentation of barley molt was made.

Ключові слова: солод, солодорощення, ферментація, ферменти, амінокислоти, цукри, колір, кислотність.

Дослідженнями, проведеними багатьма медичними закладами, в тому числі Інститутом педіатрії, акушерства та гінекології АМН у співдружності з НУХТ, доказано, що пророщені злаки мають лікувальні властивості і сприяють оздоровленню людини.

Великого поширення як у нашій країні, так і за рубежем набули солодові екстракти, основною сировиною для яких є ячмінний солод. Екстракти, які використовуються в харчовій промисловості, мають відрізнятися високим вмістом цукрів і низькомолекулярних білків, а також мати приємний смак і аромат [1].

При пророщуванні злаків активуються і синтезуються ферменти, під дією яких проходять процеси гідролізу запасних речовин зерна. При цьому в зерні накопичуються низькомолекулярні водорозчинні біологічно-активні речовини: амінокислоти, цукри, вітаміни, фітогормони, ауксини.

Спеціальним технологічним прийомом можна здійснити більш глибокий гідроліз запасних речовин зерна. Для цього пророщеному зерну створюють умови, при яких можуть продовжуватись гідролітичні процеси: підвищена вологість і паузи при оптимальних для дії ферментів температурах. Така технологічна стадія називається ферментацією, а солод ферментованим [2]. Крім високого вмісту низькомолекулярних речовин він має приємний смак і аромат завдяки наявності специфічних речовин – меланоїдинів [3].

Використання ферментованого солоду при виробництві харчових продуктів буде надавати їм, крім дієтично-лікувальних, приємні смакові якості.

Але, на жаль, у спеціальній літературі даних щодо процесів при ферментації солоду вкрай мало, хоча визначення складу ферментованого солоду має як теоретичний, так і практичний інтерес.

Тому метою роботи було визначення змін хімічного складу ячмінного солоду при його ферментації.

Ферментацію проводили на лабораторній установці протягом 3-х діб. Свіжопророщений солод витримували послідовно при температурах: 45 ± 2 °С; 55 ± 2 °С; 65 ± 2 °С по одній добі при кожній з них. Такий температурний режим було вибрано тому, що при виробництві темного солоду на діючих підприємствах створюються саме такі умови. Крім того, витримки пророщеного зерна при таких температурах створюють оптимальні умови для дії гідролітичних ферментів. При температурі 45 ± 2 °С під дією цитолітичних ферментів проходить гідроліз геміцелюлоз і гумі-речовин. Температурна пауза при 55 ± 2 °С є оптимальною для протеолітичних і амілолітичних ферментів. У результаті витримки при цій температурі в зерні збільшується вміст цукрів і амінокислот. Пауза при 65 ± 2 °С оптимальна для дії амілолітичних ферментів. При цьому проходить і гідроліз білків з утворенням середньомолекулярних фракцій.

Таким чином, при всіх названих температурних режимах проходить гідроліз білкових речовин із утворенням низькомолекулярних білків і амінокислот, а також гідроліз крохмалю з утворенням декстринів і цукрів.

Кількість і склад вільних цукрів при ферментації ячмінного солоду визначали методом хроматографії на папері. В роботі використовували хроматографічний папір Filtrak №1, потік розчинника – висхідний.

Результати визначення якісного і кількісного вмісту цукрів показано в табл. 1, з якої видно, що вміст глюкози, фруктози і мальтози в результаті ферментації помітно збільшується, а вміст цукрози і глюкозидів – зменшується.

Таблиця 1 – Зміна вмісту вільних цукрів при ферментації ячмінного солоду

Тривалість ферментації, діб	Вміст цукрів в зразках солоду, % СР							
	Фруктоза	Глюкоза	Цукроза	Мальтоза	Глюкозид	Загальний вміст цукрів, % СР		
						Хроматографічний метод	Хімічний метод	
							До гідролізу	Після гідролізу
До ферментації	1,2	1,3	4,4	0,8	0,4	8,1	3,9	9,9
1	1,3	2,2	4,5	0,9	0,5	9,4	4,8	10,8
2	1,9	5,2	1,1	2,6	0,3	11,1	12,1	13,8
3	2,3	5,7	0,7	3,1	–	11,8	13,9	14,7

Слід зазначити, що з цукрів найбільш ефективно і швидко організмом людини засвоюється глюкоза. А найбільш сприятливий біологічний вплив належить фруктозі. Вона не дає збільшення концентрації цукру в крові, не визиває карієсу зубів та ін.

Щодо загальної кількості цукрів, то вона значно збільшується за перші 2 доби, а на третю – майже не змінюється. Одержані дані чітко показують, що процес ферментації збагачує солод вільними цукрами, особливо глюкозою, фруктозою та мальтозою. При цьому вміст фруктози збільшується вдвічі, глюкози – в 4,4 і мальтози – майже в 4 рази.

Звертає на себе увагу високий вміст цукрози в солоді до ферментації, тобто після пророщування зерна. Але при ферментації її вміст зменшується в 6 разів і в ферментованому солоді цукроза наявна в невеликій кількості (0,7% від маси сухих речовин), тобто її втричі менше, ніж фруктози і у 8 разів, ніж глюкози.

Найціннішою складовою частиною зерна є білкові речовини. Характерні властивості і цінність білків визначаються їхнім амінокислотним складом.

Деякі амінокислоти, необхідні для утворення білка, можуть синтезуватися в організмі людини і тварин з інших амінокислот. Їх називають замінними. Інші амінокислоти не можуть утворюватися в організмі і називаються незамінними. До них належить 8 амінокислот: лізин, треонін, валін, метіонін, лейцин, ізолейцин, фенілаланін і триптофан. У разі нестачі незамінних амінокислот утруднюється розвиток організму. Біологічна цінність білків знижується не тільки через відсутність незамінних амінокислот, а й через їх недостатній вміст.

Раніше з проведених авторами досліджень з'ясовано, що у результаті солодорощення злаків кількість амінокислот значно збільшується: в 6,4 рази у пшениці, в 4 – у кукурудзи , в 5,3 – у вівса і в 9,5 – у ячменю порівняно з непроросщеним зерном [4]. Результати змін при ферментації пророщених злаків у спеціальній літературі відсутні.

У зразках солоду до і після ферментації визначали вміст загальних і вільних амінокислот на амінокислотному аналізаторі Т339 виробництва «Мікротехна» (Чехія). Зміни кількості вільних амінокислот наведено в табл. 2.

З одержаних даних видно, що солод до ферментації відрізнявся високим вмістом амінокислот, при цьому частка незамінних складала 28,7 %. У процесі ферментації це співвідношення практично не змінювалось і було на рівні 28,7-30,2 %.

З табл. 2 також видно, що в свіжопроростому солоді до ферментації вільних амінокислот було 7,2 %. Вже після однієї доби – 13,0 %, після другої – 15,4 %, після третьої – 16,1 %.

Одержані результати показують, що при ферментації проходить глибокий гідроліз білків до утворення вільних амінокислот, тому ферментований солод буде джерелом цих цінних речовин при приготуванні дієтичних харчових продуктів.

Одночасно з гідролізом при ферментації проходять і процеси синтезу. Амінокислоти і цукри утворюють нові продукти – меланоїдини, які придають готовому солоду темний колір та приємний хлібний смак і аромат.

Результати визначення кольору представлені в табл. 3, з якої видно, що процес утворення барвних речовин проходить протягом усіх 3 діб ферментації.

Таблиця 2 – Зміни складу вільних амінокислот при ферментації ячмінного солоду

Назва амінокислоти	мг на 100 г солоду			
	Солод до ферментації	Тривалість ферментації, діб		
*Лізин	23	25	11	15
Гістидин	22	17	7	12
Аргінін	54	55	37	38
ГАМК	12	43	24	40
Аспарагінова к-та	27	34	38	63
*Треонін	18	26	27	38
Серин	19	25	32	50
Глутамінова к-та	70	61	53	107
Пролін	279	237	214	425
Гліцин	14	17	24	40
Аланін	31	49	68	117
Цистин	3	7	7	7
*Валін	37	43	48	79
*Метіонін	7	6	19	55
*Ізолейцин	24	31	40	67
*Лейцин	39	58	65	87
Тирозин	15	39	37	44
*Фенілаланін	38	46	47	60
СУМА	729	818	797	1344
В тому числі: – незамінні, мг – незамінні, %	 186 28,7	 235 28,7	 257 30,1	 401 30,2
% вільних до загальних	7,2	13,0	15,4	16,1

*незамінні амінокислоти

Таблиця 3 – Зміни кольору при ферментації ячмінного солоду

Тривалість ферментації, діб	Колір солоду, $см^3$ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/$дм^3$	
	на 100 $см^3$ витяжки	на 100 г сухого солоду
До ферментації	0,4	1,6
1	1,4	6,6
2	5,0	23,3
3	8,5	40,5

При цьому після однієї доби ферментації при 45 °С колір стає інтенсивнішим у 3 рази. В результаті ферментації протягом 2-х діб (45 і 55) °С колір стає інтенсивнішим у 20 раз у порівнянні з кольором до ферментації і майже у 4 рази у порівнянні з солодом після однієї доби ферментації.

Одночасно з кольором появляється приємний хлібний смак і аромат. Безумовно, додавання ферментованого солоду до сировини при виготовленні різних харчових продуктів (печива, хліба та ін.) буде позитивно впливати на їхні смакові якості і одночасно підвищувати лікувальні властивості.

Кислотність помітно збільшується як при солодорощенні, так і при ферментації головним чином у результаті розчинення кислих фосфатів, гідролізу білкових речовин і утворенні органічних кислот, як проміжних продуктів при окисленні вуглеводів.

На табл. 4 показано зміни кислотності при ферментації ячмінного солоду залежно від його вологості.

Таблиця 4 – Зміни кислотності ячмінного солоду при його ферментації

Тривалість ферментації, діб	Вологість солоду при ферментації, %					
	39,0		44,0		49,0	
	на 100 $см^3$ витяжки	на 100 г солоду	на 100 $см^3$ витяжки	на 100 г солоду	на 100 $см^3$ витяжки	на 100 л солоду
	Кислотність, $см^3$ розчину NaOH концентрацією 1,0 моль/$дм^3$					
До ферментації	2,0	8,8	2,0	8,8	2,0	8,8
1	3,1	13,2	5,0	22,6	5,1	33,4
2	6,6	20,9	7,2	32,8	8,5	39,3
3	7,4	33,4	8,7	41,3	9,5	44,2

З даних табл. 4 видно вплив вологості солоду при ферментації на його кислотність. Якщо ферментація проводилась при вологості 39,0 %, то за першу добу кислотність збільшилась на 50 %, за другу – в два рази, а за третю – лише на 12 %.

При більш високій вологості солоду при ферментації утворення кислотності було активнішим. Так, якщо ферментація проходила при вологості 44,0 %, то за першу добу кислотність зростала в 2,5 рази, за другу – на 45 %, а за третю – на 17 %.

Аналогічні зміни були і при вологості 49,0 %, але ще більш активні.

Якщо порівняти кислотність ферментованого солоду з тим, що подається на ферментацію, то вона вища в 3,5-4,5 рази.

Можна стверджувати, що присутність у ферментованому солоді органічних кислот (молочної, янтарної та ін.) робить його цінною добавкою при виготовленні дієтичних харчових продуктів.

Висновок. У результаті ферментації солод збагачується низькомолекулярними біологічно-активними речовинами, харчовими кислотами, а також кольоровими і ароматичними сполуками – меланоїдинами, що робить його цінною добавкою при виробництві оздоровчих харчових продуктів.

Література

1. Ємельянова Н.О. Технологія солодових екстрактів, концентратів квасного сусла і квасу : [навч. посібник] / Н.О. Ємельянова, Н.Я. Гречко, М.В. Кошова, В.Х. Суходол. – К. : ІСДО, 1994. – 151 с.
2. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива : підруч : [для студ. вищ. навч. закл. освіти, що навчаються за спец. «Технологія бродил. вир-в і виноробства»] / В.А. Домарецький. – К. : Урожай, 1999, – 544 с.
3. Колотуша П.В. Технологія солоду / П.В. Колотуша. – К.: Ін-т систем. дослідж. освіти, 1993. – 136.с.
4. Вміст амінокислот при пророщуванні злаків / Н.Ємельянова, А.Українець, С.Потапенко, [та ін.] // Харчова і переробна промисловість. – 2007. – серпень-вересень. – С. 16-17.

УДК 663.41

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ПИВА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БІОЛОГІЧНОГО ПІДКИСЛЕННЯ

Дерій О.І., аспірант, Мелетьєв А.Є., проф., д-р техн. наук,
Герасименко Н.В., магістр, Задорожній І.А., магістр
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Авторами досліджується вплив застосування біологічного підкислення на процеси приготування і зброджування сусла та якості пива.

Authors investigated the impact of acidification on the application of biologicalprocesses of cooking and fermentation of wort and beer quality.

Ключові слова: ферменти солоду, дріжджі, біологічне підкислення, молочнокислі бактерії, активна кислотність, ступінь зброджування, діацетил.

Приготування пива — комплекс складних фізико- та біохімічних процесів, вирішальне значення в яких належить ферментам і дріжджам.

Найважливішим технологічним процесом при приготуванні сусла є перетворення шляхом ферментативних реакцій нерозчинних компонентів солоду і несолоджених зернопродуктів у розчинний екстракт. Під час приготування затору відбувається перетворення крохмалю у цукри, які потрібні для подальшого зброджування пивного сусла, а також розчинення білкових речовин, які підтримують нормальну життєдіяльність дріжджів. Для високоякісного перебігу цих процесів необхідно контролювати та регулювати як оптимальні температурні умови, так і активну кислотність для інтенсифікації дії ферментів.

Механізм процесу зброджування теж має ферментативну природу, але джерелом ферментів при цьому є дріжджі. Для їхнього метаболізму найбільш значущими є оптимуми pH і температури, під час яких дріжджі виділяють у пиво цілий ряд продуктів, що кількісно і якісно змінюються, в тому числі і завдяки реагуванню один з одним. Побічні продукти бродіння, як правило, мають вирішальне значення для якості готового пива, тому їхнє утворення і конверсію потрібно контролювати шляхом забезпечення необхідного складу середовища, pH та температури.

Регулювання pH під час приготування сусла здійснюють додаванням «кислого» солоду, молочної кислоти або молочнокислої закваски. Останню виготовляють зброджуванням молочнокислими бактеріями неохмеленого сусла до вмісту молочної кислоти 0,7...1 % [2].

Авторами проведено експериментальні дослідження впливу біологічного підкислення на процеси приготування і зброджування сусла та встановлення оптимальних значень pH для здійснення даних процесів.

Головними температурними паузами в технології заторів є 40...45 °С для розрідження затору під впливом цитолітичних ферментів, 50...52 °С — для дії протеаз, 60...65 °С — для дії β-амілази і 70...72 °С для α-амілази. Оптимальне значення pH для β-амілази 5,4-5,5, для α-амілази 5,6-5,8 [1].

Таким чином, змінюючи температуру, тривалість витримування затору та значення pH, можна регулювати ферментативні процеси і забезпечувати потрібний вихід екстракту, одержувати необхідні співвідношення між окремими продуктами гідролізу крохмалю та білків.

У першій серії дослідів готували лабораторне сусло стандартним методом [3] із заміною 15 % несолодженим ячменем. Проби підкислювали молочнокислою заквaскою (МКЗ). Результати впливу підкислення на тривалість оцукрення, фільтрацію сусла та вихід екстракту наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика процесу приготування сусла із використанням МКЗ

Номер зразка	Доза МКЗ мл/100мл сусла	pH	Тривалість оцукрення, хв	Тривалість фільтрації, хв	Вихід екстракту, %
Контроль 1	–	6,38	20	94	73,66
2	0,6	5,93	15	70	74,15
3	1,2	5,56	15	65	74,15
4	3	4,82	10	66	74,15

Як видно з табл. 1, зниження pH сусла зменшує тривалість оцукрення і фільтрації на 25...30 %, а отже, суттєво інтенсифікує процес приготування сусла. Вихід екстракту збільшується на 0,49 % у порівнянні з контрольним зразком.

У табл. 2 наведено хімічний склад сусла до і після зброджування за результатами трьох серій дослідів. Першу (зразки: 1, 2, 3, 4) готували за методикою лабораторного сусла, інші дві (5, 6, 7, 8 та 9, 10, 11) як високогустинне сусло. Всі зразки, крім 8, готували із заміною 15 % солоду несолодженим ячменем, а 8-й зразок із заміною 15 % патокою мальтозною.

З табл. 2 видно, що зі зменшенням pH затору збільшується кількість загального і амінного азоту в суслі внаслідок підвищення активності протеолітичних ферментів. А це в свою чергу створює сприятливі умови для життєдіяльності дріжджів. У зразках з початковим значенням pH 4,5–4,7 спостерігається максимальний вміст спирту, що свідчить про інтенсифікацію гідролізу вуглеводів під час приготування затору.

У процесі бродіння відбуваються перетворення екстрактивних речовин сусла на продукти метаболізму дріжджів та, частково, на утворення їхньої біомаси. Розрізняють речовини, що формують букет готового пива (вищі спирти, ефіри) та речовини, що формують букет молодого пива (діацетил, альдегіди, сірчисті сполуки). Останні надають пиву незрілого смаку і аромату, та при підвищеній концентрації суттєво негативно впливають на якість пива.

У наступній серії дослідів підкислення проводили на етапі кип’ятіння сусла з хмелем і досліджували вплив активної кислотності на процес бродіння і добродження пива.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники сусла і готового пива

Номер зразка	Вміст СР у початк. суслі, %	pH	Вміст мальтози		Вміст амінного азоту		Кислотність, $см^3$ 1 н NaOH/100 $см^3$ пива	Вміст спирту, %об.
			в суслі, г/100 $см^3$	в пиві, г/100 $см^3$	в суслі, мг/100 $см^3$	в пиві, мг/100 $см^3$		
Контроль 1	8,4	6,38	6,4	2,56	–	9,8	2,2	1,89
2	9,0	5,93	6	1,79	–	11,06	2,36	2,01
3	9,0	5,56	5,89	1,88	–	14	2,72	2,02
4	9,0	4,82	3,42	1,96	–	16,8	3,28	2,2
Контроль 5	15,1	6,13	10,68	2,13	30,8	22,4	2,1	4,01
6	15,0	4,79	10,43	3,13	49	32,2	3,2	4,41
7	15,1	4,42	11,88	2,56	44,8	29,4	3,3	5,46
8	14,75	4,79	8,12	2,30	42	28	3,21	3,94
Контроль 9	16,0	5,75	11,97	3,42	29,4	16,8	2,25	4,01
10	15,8	5,26	11,88	3,93	30,8	19,6	2,5	4,20
11	15,5	4,95	10,94	3,93	33,6	19,6	3	3,94

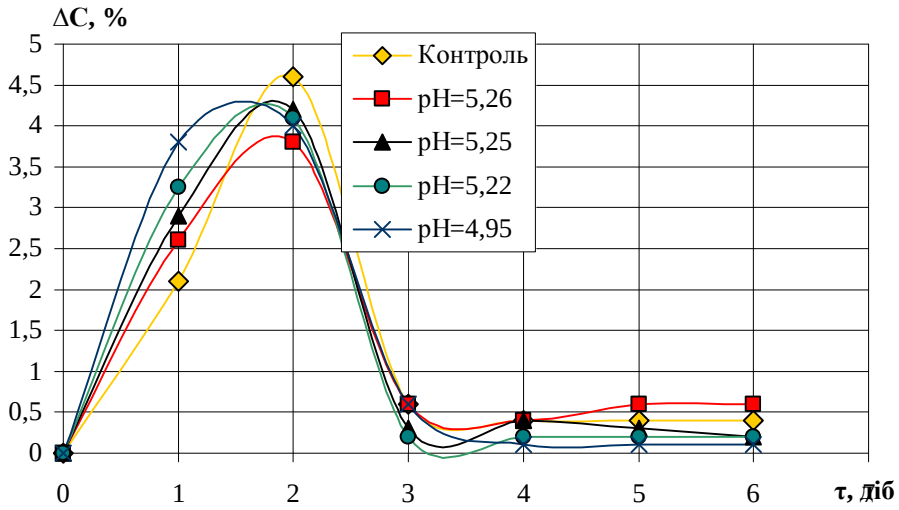


Рис. 1 – Динаміка зброджування пива

З рис. 1 видно, що в контролі і дослідних зразках активне зброджування екстракту відбувається на 1-3 доби. Але в підкислених зразках бродіння проходило активніше, зброджування екстракту було швидшим і повнішим. Це можна пояснити тим, що при збільшеній кількості азотного живлення краще накопичується біомаса дріжджів, що сприяє процесам бродіння.

Проаналізувавши дослідні дані, можна зробити висновок, що підкислення молочнокислою заквакою позитивно впливає на хід бродіння і фізіологічний стан дріжджів.

Вміст діацетилу прийнято вважати критерієм ступеня дозрівання пива, тому при скороченні часу бродіння і дозрівання великого значення набуває контроль за його вмістом.

Для дослідження впливу біологічного підкислення на вміст діацетилу в пиві брали на аналіз зразки зброженного молодого пива з різною концентрацією pH, яке коригували молочнокислою заквакою. У ході проведення експерименту важливим було прослідкувати за накопиченням діацетилу в пиві. Результати даних досліджень наведені на рис. 2.

З отриманих даних можна зробити висновок, що зниження pH сприяє зменшенню концентрації діацетилу в пиві.

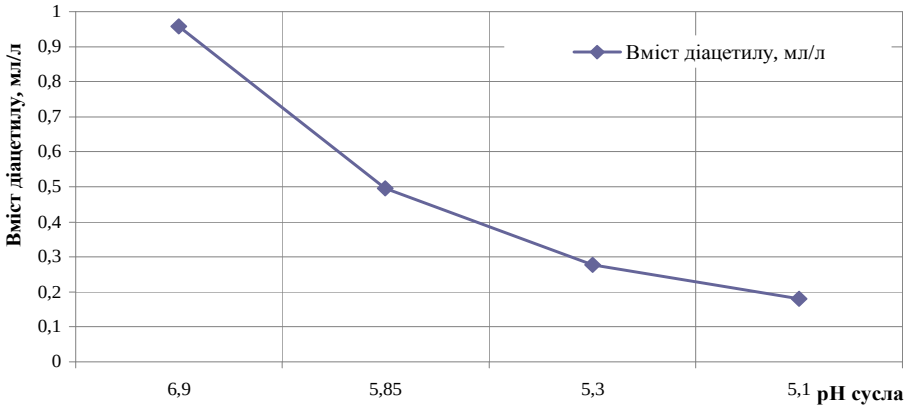


Рис. 2 – Залежність вмісту діацетилу від pH сусла

Висновки

Отже, біологічне підкислення МКЗ до оптимальних значень pH для процесів приготування і зброджування сусла сприяє їхній інтенсифікації. Під час приготування сусла скорочується тривалість оцукрення і фільтрування. При зброджуванні скорочується період адаптації дріжджів до середовища та зменшується вміст діацетилу у готовому пиві. Також застосування МКЗ дозволяє уникнути витрат на харчову молочну кислоту або спеціальні типи солоду.

Література

1. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: Підручник. – Київ: «Фірма «ІНКОС», 2004. – 426 с.
2. Краткий курс пивоварения / Нарцисс Л., Бак В. – СПб.: Профессия, 2007. – 640с.
3. Мелетьєв А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: Підручник / За ред. А.Є. Мелетьєва. – Вінниця: Нова Книга, 2007. – 392 с.

УДК 663.4.098-026.5

ФІЗИЧНІ ЧИННИКИ ЯК СТИМУЛЯТОРИ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Романова З.М., канд. техн. наук, Зубченко В.С., канд. фіз.-мат. наук
Карпутіна М.В., канд. техн. наук
Національний університет харчових технологій, м. Київ
Мельник І.В., канд. техн. наук
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Метою роботи були теоретичні та експериментальні дослідження впливу електромагнітного випромінювання на біологічні середовища.

The purpose of the work is theoretical and experimental research of electromagnetic radiation influence on biological activity.

Ключові слова: електромагнітне випромінювання, рентгенівські промені, дріжджі, біологічне середовище, пиво.

На сьогодні існує багато різних методів обробки пива з метою підвищення його термінів зберігання: термічна пастеризація і стерилізація; використання хімічних речовин і консервантів; ультрафільтрація; електрофізичні методи обробки (електромагнітна обробка полями високої і надвисокої частоти, радіаційна пастеризація, ультрафіолетове опромінювання, обробка пружними хвилями, використання електрич-

них полів низької і високої напруги, використання постійного і змінного магнітних полів). Проте прикладів практичного застосування електрофізичного впливу на удосконалення процесів пивоваріння мало.

Так, наприклад, здатність ІЧ-випромінювання утворювати тепловий потік великої густини на поверхні і проникати в товщу матеріалу, простота апаратурного оформлення також створюють передумови до широкого його використання в харчовій промисловості [1,2].

УЗ-коливання забезпечують швидке протікання таких процесів, як екстракція, емульгування, диспергування, перемішування, дифузія, дозрівання напоїв тощо.

Разом з тим, за допомогою іонізуючої радіації можна пригнітити життєдіяльність мікроорганізмів, що викликають псування продуктів, без підвищення температури останніх. Ультразвуковий та іонізуючий впливи сприяють поліпшенню процесу фільтрації.

Таким чином, фізичні, хімічні й комплексні фізико-хімічні методи оброблення використовують на багатьох технологічних стадіях: на етапах одержання сировини, її перетворення, одержання готової продукції та оброблення з метою продовження термінів зберігання.

Електромагнітні хвилі є поєднанням електричних і магнітних полів. В окремих випадках переважає та або інша складова. Так, виникають електричні (зокрема, електростатичні) і магнітні поля як різновиди електромагнітних.

Спектр електромагнітних коливань широкий. Значення частоти коливань змінюються від декількох на секунду до 10^{20} Герц (Гц) і більше. Кількісні зміни в частоті коливань виявляються в істотних якісних перетвореннях. У результаті електромагнітні хвилі однакової природи, але різної частоти сильно розрізняються за своїми властивостями та ефектом упливу на речовину.

Можливість спрямованої дії фізичних факторів, а саме електромагнітного поля, ультразвуку, рентгенівського, лазерного, видимого та ультрафіолетового діапазону хвиль, — променів, НВЧ випромінювання на біологічні середовища доведена багатьма авторами [2,3].

Перевагами дії фізичних чинників є їхня екологічна чистота та простота використання, а основне — можливість безконтактно діяти на біологічне середовище та контактно діяти на перебіг хімічних, біохімічних та ферментативних процесів. Причому під впливом фізичних методів у харчових об'єктах нерідко проходять різноманітні реакції, що позитивно відбивається на технологічних процесах. Проте дія може бути, як стимулююча, так і інгібуюча. Отже, залежно від дози дії або самого впливового фізичного фактора процеси в біологічних середовищах можна пригнічувати або стимулювати.

З метою визначення найефективніших режимів дії всього спектру електромагнітних полів та випромінювань у напрямі стимуляції ферментативної активності солоду та ферментних препаратів Термаміл і Сан-Супер і дріжджів було проведено ряд досліджень.

У дослідженнях використовували такі електрофізичні чинники:

1. Лазерне випромінювання за допомогою геліонеонового лазера з $\lambda = 633$ нм при потужності 1 мВт, оброблення здійснювали від 10 до 120 секунд, оптимальні, найкращі показники отримали при випромінюванні зразків впродовж 30 сек.
2. Ультрафіолетове випромінювання за допомогою азотного газового лазера при $\lambda = 3{,}378 \cdot 10^{-7}$ м від 30 сек. до 15 хв. (5–8 хв).
3. Рентгенівське випромінювання при $\lambda = 1{,}542 \cdot 10^{-10}$ м від 30 секунд до 5 хвилин (2 хв).
4. Постійне однорідне магнітне поле напруженістю (20,0…80,0) кА/м від 1 до 25 хв.
5. НВЧ–випромінювання потужністю (0…3) кВт з частотою (1800…2450) мГц від 5 с до 30 хв (3–5 хв).
6. Ультразвуком частотою 44 Гц від 5 хв до 15 хв.

За результатами досліджень впливу постійного магнітного поля на амілолітичну активність ферментних препаратів Термаміл і Сан-Супер для інтенсифікації процесів розчинення, декстринізації та зцукрювання крохмалю зернової сировини встановлено, що ефект активації амілолітичної активності концентрованих ферментних препаратів магнітним полем присутній. Експериментально встановлено, що оптимальна напруженість постійного магнітного поля 75 кА/м, при якому досягнуто максимальне збільшення амілолітичної активності при тривалості впливу 5 хвилин для концентрованого ферментного препарату Термаміл на 10,4 % і при тривалості впливу 20 хвилин для концентрованого ферментного препарату Сан-Супер на 14,6 % порівняно з контролем [4].

Також досліджували вплив вищенаведених чинників на активність ферментів солоду. Експериментально встановлено, що оптимальна напруженість постійного магнітного поля для стимулювання а–амілази становить 75 кА/м, час дії 4–5хв (рис. 1).

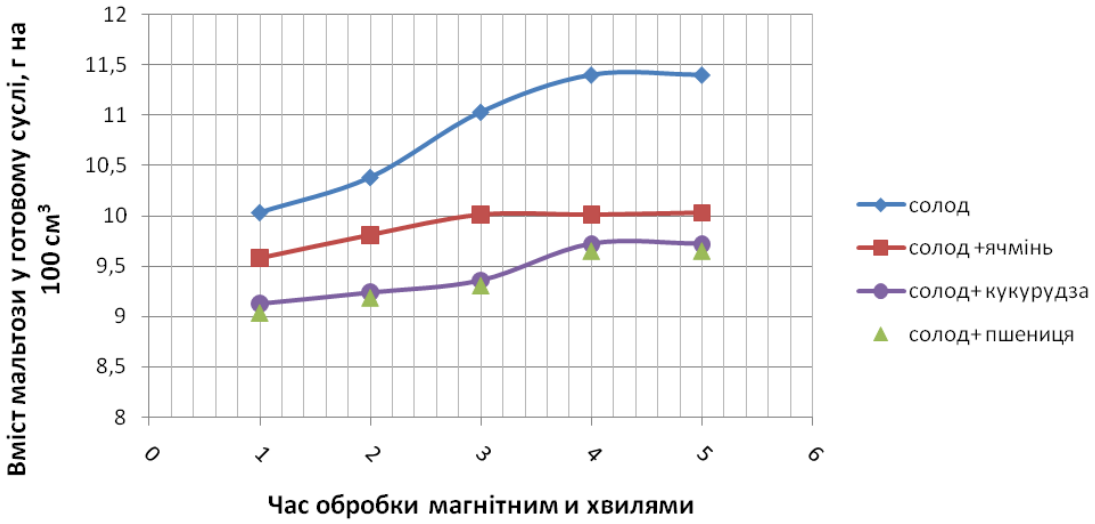


Рис. 1 – Динаміка зміни мальтози при використанні постійного магнітного поля

Оброблення фізичними чинниками дає можливість при менших затратах солоду і без використання концентрованих ферментних препаратів досягти максимального переведення в розчин компонентів як солоду, так і інших зернопродуктів (при сумісному їх затиранні разом із солодом), оскільки активність ферментів зростає.

Також були проведені дослідження впливу електромагнітних хвиль на активацію ферментів ячмінного та пшеничного солоду. За об'єкти досліджень брали водні розчини подрібнених зернопродуктів (затори), приготовлені п'ятьма способами:

I) на чистому солоді (солод);

II) з використанням несолодженої сировини — ячменю (солод + ячмінне борошно);

III) солод + пшеничне борошно;

IV) солод + кукурудзяна крупка;

V) солод + рисова крупка.

За джерело випромінювання брали також рентгенівські випромінювання при $\lambda = 1{,}542 \cdot 10^{-10}$ м від 30 секунд до 10 хвилин (рис. 2, 3).

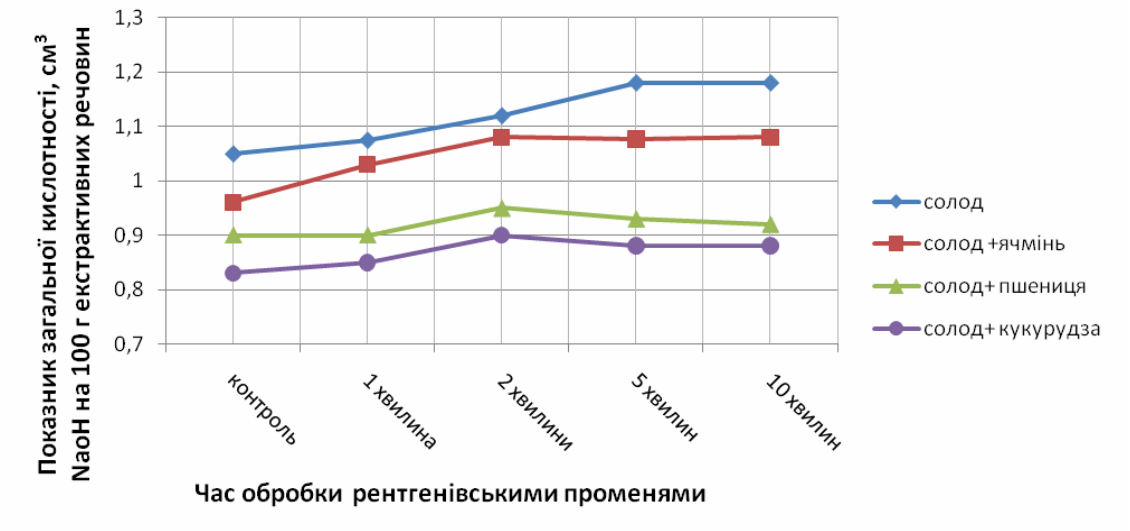


Рис. 2 – Зміна загальної (титрованої) кислотності при використанні рентгенівських променів

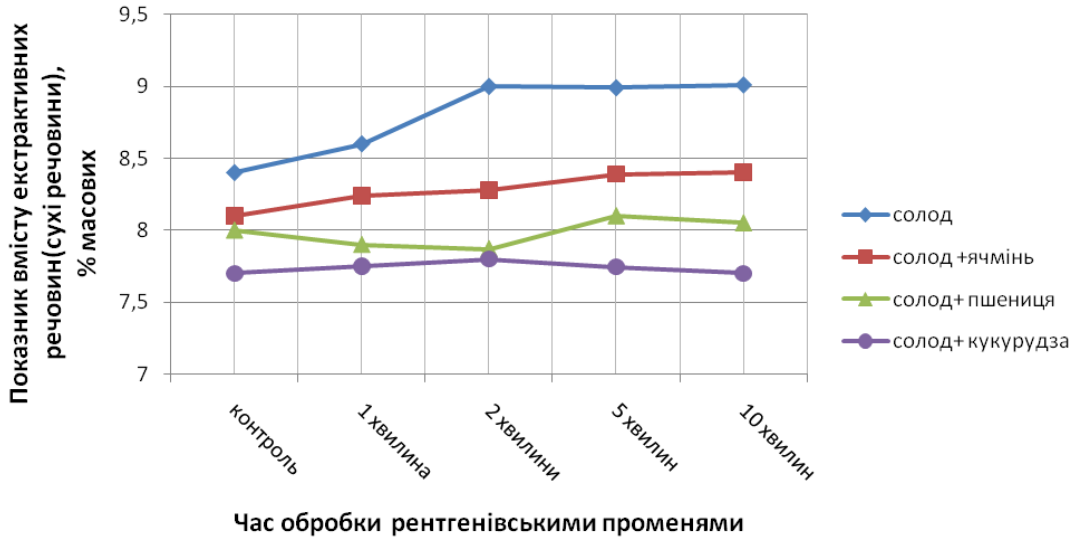


Рис. 3 – Динаміка екстрактивних речовин (СР) при використанні рентгенівських променів

Як видно з наведених графіків 2 і 3, достатньо 2 хвилин опромінення для активації ферментів солоду.

Важливим чинником інтенсифікації багатьох технологічних, у тому числі біотехнологічних, процесів є електромагнітні хвилі — хвилі, які впливають на ріст, розмноження та бродильну енергію дріжджоподібних грибів. Нами було вивчено та визначено часову залежність впливу (терміну обробки) рентгенівського випромінювання на показники залежності ступеня активації клітинних структур дріжджової культури *Saccharomyces cerevisiae* (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив ЕМ-опромінення на культуру *Sacch. Cerevisiae*

Зразок	Час опромінювання, хв	Середня кількість колоній, КУО × 10^5/см^3
Контрольний зразок	0	92
Електромагнітне опромінення	5	185
	10	92
	15	87
	20	64

Як об’єкт дослідження використовували також дріжджі *Saccharomyces cerevisiae paci Saflager* W 34/70, що вирощували на твердому скошеному поживному середовищі сусло-агарі при температурі 28 °С протягом 24 годин. Для опромінення використовували ультрафіолетове випромінювання за допомогою азотного газового лазера при $\lambda = 3{,}378 \cdot 10^{-7}$ м. від 30 с до 15 хв.

Після опромінення дріжджову суспензію з контрольними та опроміненими зразками переносили у стерильне рідке поживне середовище (солодове солодке пивне сусло) та інкубували при 28 °С протягом 24 годин.

Морфологію та розміри клітин, особливості поверхневої будови клітин, життєздатність клітин у популяції досліджували методом світлової мікроскопії.

Вивчення біохімічної активності пивних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae paci Saflager* W 34/70 проводили на стерильному виробничому пивному суслі, куди вносили біомасу пивних дріжджів, розведених до цехової стадії.

Результати дослідження опромінених дріжджів показали, що електромагнітна дія приводить до істотних змін дріжджових клітин.

Так, при оптимальному опроміненні впродовж (10-30) хв дослідні зразки дріжджів на солодовому суслі-агарі давали колонії круглої форми з дрібними радіальнимим смужками, плоскими злегка хвилястими краями і концентричним колом. Слід зазначити, що в порівнянні з контрольним зразком (рис. 3а), тобто неопроміненими клітинами дріжджів, деякі клітини збільшилися в розмірах у 1,5-2 рази (рис. 3 б, г). Це може свідчити про пригнічення життєдіяльності клітин.



а) б) в) г)

а – контрольний зразок; б, в – зразки, опромінені протягом 5 хв;
г – зразок, опромінений азотним лазером, протягом 15 хв

Рис. 3 – Колонії дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*

Опромінення дріжджів азотним лазером призводить до зміни морфологічно-фізіологічного стану клітин, прискорює процес розмноження та значно активує їх ферментативну діяльність: підвищується зимазна активність і зростає у 2 рази піднімальна сила. З багаторазово опромінених лазером клітин цукроміцетів одержано новий штам хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* V-503.

Висновки

Найкращі результати для стимулювання біохімічних процесів отримані при ультрафіолетовому випромінюванні за допомогою азотного газового лазера при $\lambda = 3{,}378 \cdot 10^{-7}$ м експеримент тривав від 30 с до 10 хв. (Найкращі результати 5–8 хв). Також при використанні рентгенівського випромінювання при $\lambda = 1{,}542 \cdot 10^{-10}$ м від 30 с до 5 хв (2 хв), а також при використанні постійного однорідного магнітного поля напруженістю 80,0 кА/м при дії впродовж 5 хв.

Література

1. Остапенко В.В. Вплив механічної і магнітної обробки на фізико-хімічні показники води / Остапенко В.В., Прибильський В.Л. // Харчова промисловість. – 2007. – №5. – С. 45-47.
2. Попова В. Екстрагування ароматичних речовин і ефірних олій з рослинної сировини з магнітною обробкою / Попова В., Кисла Л., Фефелов А. // Харчова і переробна промисловість, 2004. – №6. – С. 28-29.
3. Попова В. Зміна фізико-хімічних властивостей водних систем під впливом магнітних полів / Попова В., Кисла Л., Фефелов А. //Харчова і переробна промисловість. – 2004. - №7. – С. 28-29.
4. Романова З.М., Зубченко В.С. Вплив постійного магнітного поля на амілолітичну активність ферментних препаратів Термаміл і Сан-Супер для інтенсифікації процесів розчинення, декстринізації та зцукрювання крохмалю зернової сировини / Романова З.М., Зубченко В.С. // Харчова промисловість. – 2005. – №4. – С. 129-130.
5. Системи контролю кінетики процесів седиментації та дифузії магнітооброблених суспензій цукрового виробництва: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.11.13 / О.А. Буняк / Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Л., 2002. – 19 с. – укр.
6. Українець А. І. Вплив ультразвукового та ультрафіолетового випромінювання на мікрофлору харчових продуктів / А.І. Українець, І.С. Гулий, Ю.А. Дашковський, В.В. Ольшевський, Є.В. Гнітецький // – Харчова промисловість. – 1998. – № 43. – С. 18-19.

УДК 663.225:6348:631.8.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ И АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ШАМПАНСКИХ ВИНОМАТЕРИАЛОВ

Шум С.С., и.о. зав. отделом виноделия,
Тоня Е.Ю. ведущий специалист химико-аналитической лаборатории
ННЦ «ИВиВ им. В.Е. Таирова», г. Одесса
Ткаченко О.Б., д-р техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса
Ткаченко Д.П., канд. техн. наук
ЧАО «Одесский завод шампанских вин», г. Одесса

В статье изложены исследования в области влияния агроклиматических и агротехнических факторов на качество шампанских виноматериалов. Установлена зависимость между комплексом факторов и качеством шампанских виноматериалов.

The results of study in the sphere of agroclimatic & agrotechnological factors' influence on the quality of champagne base wines have been presented in the article. It has been stated the dependence between the complex of the factors and the quality of champagne base wines.

Ключевые слова: температура, почвы, виноград, схема посадки, формировка винограда, система удобрений, виноматериалы, физико-химические показатели.

Известно, что на 90 % качество будущего вина формируется именно на винограднике, а особый подход к агротехнике виноградарства позволяет гарантировать высокое качество будущего вина.

Качество винограда, в свою очередь, обусловливается многими факторами. Главнейшими факторами, предопределяющими качество шампанских виноматериалов, являются: сортимент используемого винограда; условия его культуры; приемы агротехники и фитотехники. Вопросам влияния агроклиматических и агротехнических условий на качество шампанских виноматериалах посвящен целый ряд отечественных и зарубежных работ [1-5].

На наш взгляд, в Украине уделяется недостаточно внимания вопросам агротехники в связи с формированием органолептического профиля будущего вина и его качества в целом, что заметно сказывается и на количестве урожая, и на состоянии самих виноградников и, естественно, на качестве готовой продукции. Поэтому целью данной работы являлось проведение сравнительной характеристики агроклиматических и агротехнических условий регионов Одесской области и исследование шампанских виноматериалов различных хозяйств по физико-химическим показателям.

Для исследований нами были отобраны четыре предприятия, которые располагают собственной сырьевой базой и производят шампанские виноматериалы: ООО ПТК «Шабо», ООО «Южный регион», винзавод «Янтарный», SRL "Sem-Vin Service".

В ходе работы рассматривались агроклиматические и агротехнические условия каждого из этих регионов в сравнении с эталоном – Шампань (Франция).

В сезон виноделия 2010 года были отобраны виноматериалы из сортов Рислинг, Шардоне, Пино гри, Пино блан, Пино нуар, Алиготе, Совиньон, Фетяска, Траминер и проанализированы по стандартной, и по разработанной нами системе показателей, к которой относится определение массовой концентрации альдегидов, белков, аминного азота, терпеновых спиртов, фенольных веществ, ОВ-потенциала, оптических характеристик, показателя желтизны.

Показатели качества определяли в условиях химико-аналитической лаборатории отдела виноделия ННЦ «ИВиВ» им. В.Е. Таирова по методам согласно действующей нормативной документации и современным методикам, разработанным в НИВиВ «Магарач».

Основные производители шампанских виноматериалов в Одесской области ООО «Южный регион», винзавод «Янтарный», ООО «ПТК «Шабо» расположены в Саратском, Тарутинском и Белгород-Днестровском регионе соответственно.

Площадь Тарутинского района составляет 187 тыс. га. На территории района насчитывается 62,5 тыс. га сельскохозяйственных угодий, из которых виноградники составляют 6,5 тыс. га, плодоносящие – 4,4 тыс. га. Территория Тарутинского района относится к Южным степным отрогам Центрально-Молдавской возвышенности.

На данной территории выделено 5 микроклиматических районов по значению минимальных температур (табл. 1).

Таблица 1 – Группы ампелоландшафтов территории Тарутинского района

Месторасположение участка	Морозоопасность, $t_{мин}$,°С		Тепловые ресурсы, $\Sigma t_{б/п} \geq 10$, °С
	50%	10%	10%
Водораздельный простор	> – 15,0	> -17,5	> 3200
Вершины и верхние части склонов	– 15,1 ~ – 17,5	– 17,5 ~ – 20,0	3151 – 3200
Широкие выравненные участки, средние части склонов	– 17,6 ~ – 20,0	– 20,1 ~ – 22,5	3101 – 3150
Нижние части склонов	– 20,1 ~ – 22,5	– 22,6 ~ – 25,0	3051 – 3100
Подножия склонов, нижние части балок	< – 22,5	< – 25,0	< 3050

Общая площадь Саратского района составляет около 150 тыс. га, из них около 130 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в том числе многолетних насаждений более 5 тыс. га [2]. Характеристика рельефа Саратского района представлена в табл. 2.

Таблица 2 – Группы ампелоландшафтов территории Саратского района

Месторасположение	Морозоопасность, $T_м$ (°С) Обеспеченность		Тепловые ресурсы, $\Sigma t_{б/п} \geq 10$,°С
	50 %	10 %	
Водораздельные плато, верхние части крутых склонов (крутизна более 7°)	> – 15.0	> – 17.5	> 3350
Верхние части пологих склонов (менее 7°), средние части крутых склонов (более 7°)	– 15.0 ~ – 17.5	– 17.5 ~ – 20.0	3250 – 3350
Большие выравненные места (РМ), средние части пологих склонов (менее 5 °).	– 17.5 ~ – 20.0	– 20.0 ~ – 22.5	3150 – 3250
Нижние части склонов и дно широких долин	– 20.0 ~ – 22.5	– 22.5 ~ – 25.0	3100 – 3200
Нижние части склонов и дно широких долин	< – 22.5	< – 25.0	< 3100

Белгород-Днестровский район расположен в южном агроклиматическом районе, который характеризуется как достаточно теплый с суммой активных температур (выше 10 °С) – (3400-3600) °С.

Участки виноградников Белгород-Днестровского района расположены в зоне чернозёмов южных, по рельефу представляют собой равнинноволнистые и холмистые территории надпойменной террасы. Поверхность участков выравненная. Характеристика агроклиматических условий данных районов представлена в табл. 3.

Анализируя данные, приведенные в табл. 3, можно отметить, что для Шампани характерно большее количество осадков при большей сумме активных температур. Для регионов Одесской области характерны такие же суммы активных температур, как и для Шампани, но при этом количество осадков значительно меньше. Потребность в воде виноградного растения тем больше, чем больше сумма активных температур. Соответственно, виноградники Одесской области могут испытывать водный дефицит, что также влияет на качество урожая и шампанских вин.

Почва Шампани и регионов Одесской области значительно отличается: для Шампани характерны известковые почвы, для Одесского региона – черноземы. При этом почва является ключевым фактором в формировании качества шампанских виноматериалов.

Сортимент посадочного материала для производства шампанских виноматериалов по регионам представлен в табл. 4.

В Украине, в частности, в Одесском регионе, наблюдается значительный дефицит сортов винограда шампанского направления. Классические шампанские сорта Шардоне и группа Пино заменяют другими, менее пригодными (Алиготе, Фетяска). В Шампани используют посадочный материал региональных питомников. В Украине применяют посадочный материал, импортированный из Германии, Италии, Франции. Однако данный посадочный материал адаптирован к климатическим условиям той местности, где он был выращен, поэтому в Украине необходимо создавать собственный посадочный материал, при этом основное внимание необходимо уделять клоновой селекции.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика агроклиматических условий

	Сумма годовых температур	Сумма годовых осадков	Почвы
Франция (Шампань)	3100-3300	605	известковые
SRL “SemVin-Service” Страшенский район (Молдавия)	3000-3200	443	черноземы, серые лесные почвы
ООО «ПТК «Шабо», Белгород-Днестровский район	3400-3600	403	чернозём плантажированный супесчаный, аллювиальная дерновая плантожированная супесчаная почва, пески слабогумусированные
Винзавод «Янтарный» Тарутинский район	3050-3200	416	красно-бурые глины, черноземы на плотных глинах, степные черноземы, черноземы обыкновенные малогумусные и карбонатные
ООО «Южный регион» Саратский район	3150-3350	400	черноземы намытые песчанотяжелосуглинистые, мочаристые почвы, черноземы обыкновенные маломощные малогумусные мицеллярно-карбонатные

Таблица 4 – Сравнительная характеристика посадочного материала

Регион	Схема посадки	Сорта винограда
Шампань (Франция)	1,0×1,2	Шардоне, Пино нуар, Пино менье (Французские клоны, региональные питомники)
SRL «SemVin-Service» Страшенский район (Молдавия)	3,0×1,5	Совиньон зеленый, Траминер, Рислинг, Пино нуар (Массовая селекция, питомники Молдовы)
ООО «ПТК «Шабо», Белгород-Днестровский район	3,0×1,25	Рислинг, Шардоне, Пино нуар (Итальянские клоны, питомник Раушедо)
Винзавод «Янтарный», Тарутинский район	3,0×1,5	Совиньон зеленый, Алиготе, Фетяска (Украинские питомники)
ООО «Южный регион» Саратский район	3,0×1,0	Алиготе, группа Пино, Траминер, Совиньон зеленый, Фетяска, Шардоне (Немецкие клоны, питомник Сибус)

Сравнивая схемы посадки Одесского региона и Шампани можно сказать, что отечественные схемы посадки неэффективны. Подавляющее большинство виноградников в настоящее время имеет площадь питания 2,25×1,75 м, а значит, на гектаре размещается немногим более 2500 кустов. К сожалению, с такой «стандартной» площадью питания высажены и слаборослые, и сильнорослые сорта, как на бедных почвах склонов, так и на богатых землях. В настоящее время разработана и производится техника, позволяющая механизировать все процессы на виноградниках с междурядьями до 1 метра. Поэтому сейчас возможно закладывать преимущественно загущенные посадки с междурядьями в 1-2 метра и с расстоянием в ряду в зависимости от сорта, типа почвы от 1 до 1,5 метра, т.е. на гектаре размещают от 3300 до 10000 кустов.

Густые посадки позволяют иметь несколько более низкую шпалеру, так как сила роста кустов слабее, а также требуют формировок меньших размеров и меньших нагрузок на куст. При этом обеспечивается высокий урожая хорошего качества благодаря большому количеству кустов и плодовых лоз на гектаре.

В Шабо (а также в других виноградных хозяйствах) наиболее часто используемая плотность посадки – 2600 лоз/га (схема посадки 3×1,25 м), то есть намного меньше, чем в Шампани, где на один гектар высаживают от 8000 до 10000

Высота штамба в Шампани составляет 0,4 м**,** а в регионах Одесской области 0,6 м. Более высокий штамб делает более длительным процесс поступления питательных веществ из земли к листьям и гроздьям, что затрудняет процесс созревания винограда.

Чем меньше кустов на га, тем выше нагрузка на куст плодоносными побегами и гроздями, соответственно – выше урожайность в пересчете на куст. В результате проведенных химических анализов было установлено, что перегрузка куста резко снижает содержание питательных веществ, как в органах виноградного куста, так и в урожае, снижает качество продукции и устойчивость кустов к неблагоприятным

климатическим условиям, особенно к морозам, причем перегрузка куста отрицательно сказывается при любых площадях питания.

Снижение качества поступающего на переработку винограда происходит также из-за неправильного внесения азотистых удобрений.

Многие независимые исследования показали, что применение азотистых удобрений на виноградниках приводит к увеличению концентрации азота в ягоде, в сусле и вине. Различные компоненты винограда, которые участвуют в формировании букета и вкуса готового вина, также подвергаются влиянию азота, который применяется на виноградниках.

Таблица 5 – Сравнительная характеристика винограда шампанского направления по содержанию аминного азота в сусле

Сорт винограда	Алиготе	Ркацители	Совиньон зеленый	Пино нуар	Шардоне
Аминный азот, мг/дм^3	180-450 334	173-272 202	277-510 400	295-360 327	160-410 250

Как видно из результатов исследований (табл. 5), проведенных на виноградниках «Шабо», виноград содержит достаточное количество аминного азота для проведения брожения, так как критическим значением содержания азота для обеспечения дрожжевых клеток питательными элементами является 150 мг/дм^3 и меньше. Виноградники «Шабо» расположены на песчаных почвах, поэтому такие концентрации могут быть следствием внесенных минеральных удобрений.

Наличие или отсутствие водного стресса у винограда – важный фактор, определяющий качество урожая. Водный стресс может оказывать позитивное и негативное действие на виноград. В настоящее время в мировой практике существует два метода определения водного стресса:

1) измерение водного потенциала листа в компрессионной камере Шаландора. Значение данного показателя характеризует состояние виноградного растения в настоящий момент времени, что дает возможность управлять водным стрессом;

2) измерение соотношения изотопов углерода в сусле (Δ С13) – это итоговый показатель водного дефицита, которому подвергается виноград в течение вегетационного периода. Реализация данного метода позволяет определить стратегию агротехники конкретного виноградника, разработать комплексный перспективный план посадки винограда с учетом его технологической специализации.

В табл. 6 представлены результаты значений ΔС13 для винограда агрофирмы «Шабо», которые были получены в двух независимых исследовательских лабораториях Франции. Значение – 21 % свидетельствует о сильном водном дефиците, который испытывает виноградное растение, а значение – 26 % указывает на его отсутствие. Таким образом, из представленных данных видно, что виноград в условиях хозяйства «Шабо» не испытывает водного дефицита. Однако можно отметить, что виноград, произрастающий на черноземах, более подвержен водному дефициту, чем виноград, произрастающий на песчаных почвах. Также значение показателя варьирует в зависимости от сорта винограда.

Таблица 6 – Значение показателя ΔС13 виноградников «Шабо» 2009 года

Наименование образца	Δ С13 (%)
Шардоне (чернозем)	– 22,11
Шардоне 95	– 25,31
Шардоне (песок)	– 25,34
Шардоне R10	– 24,37
Каберне-Совиньон (песок)	– 25,79
Каберне-Совиньон (чернозем)	– 22,78
Мерло	– 24,54
Мускат	– 25,32
Траминер	– 24,20
Тельти-Курук (песок)	– 27,06
Тельти-Курук (лиман)	– 26,57

В табл. 7-8 представлены основные физико-химические характеристики шампанских виноматериалов четырех сырьевых зон по стандартной и разработанной нами системе показателей. Виноматериалы были проанализированы сразу после окончания сезона виноделия. Как видно из табл. 7, все представленные образцы отвечают основным требованиям, предъявляемым к шампанским виноматериалам. Показатели находятся в оптимальном диапазоне для всех представленных микрозон.

Таблица 7 – Характеристика стандартных физико-химических показателей шампанских виноматериалов

Наименование образца	Объемная доля спирта, %	Массовая концентрация			pH
		Титруемых кислот, г/дм^3	Летучих кислот, г/дм^3	SO_2 мг/дм^3 общ./своб.	
ООО «Южный регион»					
Рислинг	10,2	8,6	0,42	92,2/2,5	2,9
Шардоне	10,45	8,4	0,61	70,4/3,75	3,1
Пино Гри	10,1	8,0	0,55	76,8/3,1	3,1
Алиготе	11,05	8,0	0,37	60,8/2,5	3,1
Пино Нуар	10,3	7,6	0,40	70,4/5	3,12
Пино Блан	10,4	7,0	0,39	134,4/3,8	3,1
Винзавод «Янтарный»					
Совиньон	10,3	6,1	0,31	100/2,5	3,3
Алиготе	10,3	6,9	0,42	197/5	3,28
Фетяска	10,3	6,7	0,38	99/3,8	3,2
SRL «SemVin-Service»					
Пино Нуар	11,0	6,5	0,4	57,6/2,5	3,21
Алиготе	12,3	6,4	0,4	147,2/1,9	3,4
Рислинг	12,4	6,5	0,5	73,6/2,5	3,32
Траминер	11,2	6,0	0,5	70,4/3,1	3,3
ООО ПТК «Шабо»					
Шардоне	11,6	7,6	0,65	118,4/6,3	3,12
Пино Нуар	11,0	5,9	0,67	124,8/13,8	3,55
Рислинг	10,9	7,5	0,67	115,2/2,5	2,99

Для виноматериалов винзавода «Янтарный» и «Sem-Vin Service» характерны более низкие значения массовой концентрации титруемых кислот, что согласуется с климатической характеристикой зоны произрастания винограда. Соотношение между массовой концентрацией сахара (в данном случае объемной долей спирта) и тируемых кислот характеризует также происхождение посадочного материала. Высокий показатель титруемой кислотности во всех виноматериалах хозяйства «Южный регион» независимо от сорта может являться результатом немецкой клоновой селекции.

Таким образом, по стандартным показателям нормативной документации трудно достоверно определить различия, обусловленные комплексом агроклиматических и агротехнических факторов. Зарубежные исследователи также указывают, что интерпретация результатов должна учитывать интерференции технологического характера в процессе переработки винограда на виноматериалы. Например, массовая концентрация фенольных веществ зависит от комплекса факторов как климатических, так и технологических. Высокие температуры в летний период способствуют более высокому синтезу фенольных соединений в винограде. Количество фенольных соединений также зависит от сорта винограда. К технологическим факторам, оказывающим влияние на значение этого показателя, относятся: условия транспортировки винограда (в ящиках или насыпью), условия переработки (способ получения сусла), условия осветления, брожения.

Более низкое содержание фенольных соединений (на 69 %) в виноматериалах ООО «Южный регион» можно объяснить тем, что процесс брожения в условиях данного предприятия сопровождается применением дополнительных оклеивающих материалов, что приводит к уменьшению доли фенольных соединений (табл. 8).

Наиболее высокие этого показателя характерны для виноматериалов из хозяйств «Янтарный» и «Sem-Vin Service». Переработка винограда на этих предприятиях осуществляется на устаревшем оборудовании: дробление-гребнеотделение винограда, прессование осуществляют на прессах непрерывного действия.

Для ООО «ПТК «Шабо» характерны высокие значения фенольных веществ, однако многолетние наблюдения позволяют сделать вывод, что это особенности зоны, так как условия переработки винограда происходят в соответствии с современными принципами: транспортировка винограда в ящиках, прессование целыми гроздями. Виноградники «Шабо» сформированы на основе посадочного материала итальянских клонов, что также может оказывать влияние на данный показатель.

Таблица 8 – Динамика фенольных соединений в процессе хранения шампанских виноматериалов

Наименование образца	Массовая концентрация, мг/дм^3					
	Общих фенольных веществ	Мономерных форм	Полимерных форм, %	Ванилинреагирующих веществ	Белков	Аминного азота
ООО «Южный регион»						
Рислинг	162,8	158,0	3	9,6	56	174,9
Шардоне	173,6	168,4	3	12,3	90	305,8
Пино Гри	162,8	154,7	5	17,5	85	201,5
Алиготе	151,9	144,3	5	9,6	50	212,1
Пино Нуар	227,9	214,2	6	8,8	90	240,4
Пино Блан	173,6	166,7	4	14,0	92	190,9
Винзавод «Янтарный»						
Совиньон	249,6	217,2	13	22,7	40	212,1
Алиготе	325,5	276,7	15	25,0	40	263,4
Фетяска	249,6	214,7	14	23,5	52	273,9
SRL «SemVin-Service»						
Пино Нуар	293,0	249,1	15	25,0	64	166,2
Алиготе	260,4	229,2	12	24,5	60	224,5
Рислинг	347,2	305,5	12	21,3	44	183,8
Траминер	399,1	335,2	16	20,2	55	197,3
ООО ПТК «Шабо»						
Шардоне	260,4	244,8	6	22,5	38	385,3
Пино Нуар	379,8	341,8	10	24,8	37	369,3
Рислинг	238,7	224,4	6	18,9	28	259,8

Содержание аминного азота в виноматериалах зависит от типа почвы, на которой произрастает виноград, от типа и количества удобрений, которые применяются на винограднике и от условий питания дрожжей. Содержание аминного азота в виноматериалах «Шабо» больше, чем в виноматериалах других предприятий. Сравнивая данные значения с количеством аминного азота в винограде можно отметить, что концентрация азота в сусле и в виноматериале находится в одном диапазоне (250-400 мг/дм^3). Известно, что после окончания брожения концентрация аминного азота должна снизиться. Так как в данном случае этого не произошло, то это может свидетельствовать о систематическом применении азотистых подкормок для дрожжей в ходе спиртового брожения.

Содержание белков в шампанских виноматериалах напрямую связано с типом почвы, на которой произрастает виноградник. Наименьшее содержание белковых соединений наблюдается в виноматериалах винзавода «Янтарный». Виноградники данного хозяйства произрастают на глинистых почвах и малогумусных черноземах, которые бедны питательными веществами, особенно азотом. Виноматериалы «Шабо» также содержат незначительное количество белковых соединений, по сравнению с другими хозяйствами, что также может быть связано с бедными песчаными почвами, на которых произрастают виноградники «Шабо». Виноматериалы хозяйств «Sem-Vin Service» и «Южный регион» содержат среднее количество белковых соединений, при этом виноградники произрастают на обычных черноземах.

Таким образом**,** климатические условия и агротехнические условия оказывают значительное влияние на такие физико-химические показатели шампанских виноматериалов, как pH, массовая концентрация сахаров, титруемых кислот, фенольных веществ, аминного азота, белков. Однако сложность интерпретаци в результате интерференций технологического характера приводит к необходимости поиска дополнительных показателей, позволяющих установить прослеживаемость (traçabilité) в системе почва – виноград – виноматериал – вино.

Литература

1. Исследование качества виноматерилов для игристых вин, выработанных из новых сортов винограда Макаров А.С., Яланецкий А.Я., Загоруйко В.А., Лутков И.П. и др. // Магарач. Виноградарство и виноделие.-2009. – № 3. – С. 23-24.
2. О влиянии степени зрелости винограда на окисленность и качество шампанских виноматериалов / Ходаков А.Л., Макаров А.С., Гержикова В.Г., Погорелов Д.Ю. // Холодильная техника и технология. – 2003. – № 1(81) – С. 77-79.
3. Association viticole champenoise. Guide pratique. Viticulture durable en Champagne.

4. Differentiaion of sparkling wines (cava and champagne) according to their mineral content. A. Journal, I. Moreno, G. Repetto, A.M. Camean. Talanta. – 2004.– № 63.– P. 377-382.
5. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. Australian Journal of Grape and Wine Research. – 2005. – № 11.– P. 242-295.

УДК 663.241: 674.4/8

ИСТОЩЕНИЕ ДУБОВЫХ БОЧЕК ПРИ ВЫДЕРЖКЕ КОНЬЯЧНЫХ СПИРТОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА

Луканин А.С., д-р техн. наук, академик НААН Украины, Байлук С.И., канд. техн. наук
Институт агроэкологии и природопользования НААН Украины, г. Киев
Панахов Т.М., канд. техн. наук
Национальный институт виноградарства и виноделия Азербайджана

Во время выдержки коньячных спиртов в дубовых бочках в их древесине происходит уменьшение содержания основных дубовых компонентов. Истощение древесины зависит от частоты и длительности циклов выдержки спиртов. В работе изучена динамика истощения древесины дуба новой бочки в течение 7 ежегодных циклов выдержки в них коньячных спиртов. Установлено, что наиболее интенсивное экстрагирование компонентов дуба из древесины новой бочки происходит в первый цикл выдержки коньячных спиртов (49–71 % потенциального запаса), а почти полное истощение древесины дуба (на более 90 %) наблюдали уже на шестой и последующие циклы. При выдержке коньячных спиртов в старых истощенных дубовых бочках, имеющихся на отечественных коньячных заводах, рекомендовано для накопления в них основных дубовых компонентов, использовать продукты переработки древесины дуба.

There is a reduction of oak components content in oak barrels' wood during brandy spirits aging. Dynamics of an exhaustion of oak wood of the new barrel during 7 annual cycles of brandy spirits ageing is studied. It is established, that the most intensive extracted components of the oak wood occurs in the first cycle of aging brandy spirits (49-71 %), and the exhaustion of oak barrels' wood more than on 90 % occurs on the sixth and follow cycles. It is recommended the using of processed oak wood products for accumulation of oak wood components content in brandy spirits aged in exhausted oak barrels.

Ключевые слова: коньячный спирт, выдержка, дубовая бочка, древесина дуба, продукты переработки древесины дуба

Мировой рынок алкогольной продукции характеризуется стабильно высоким спросом на марочные вина и коньяки, которые прошли выдержку в дубовой таре. Основной составляющей формирования качества такой вино- и коньячной продукции является обогащение ее компонентами древесины дуба вследствие различных физико-химических процессов [3, 5, 6, 7].

Качество коньячных спиртов, выдержанных в бочках или в резервуарах с дубовой клепкой, отличается и в значительной мере зависит от длительности и количества циклов использования древесины дуба (бочек или клепок) [1, 6, 12, 13]. Во время первой заливки коньячных спиртов в новые бочки или при контакте спирта с новой клепкой (первый цикл выдержки) происходит наиболее интенсивная экстракция компонентов древесины дуба, которая, обычно, придает коньячным спиртам грубый привкус, иногда с тонами горечи «зеленого дуба» [1, 3, 5, 10, 14]. Такой привкус обусловлен экстракцией из древесины дуба низкомолекулярных компонентов, в частности еллаготанина, который находится преимущественно в поверхностных слоях древесины клепки (до 2 мм). Для гармонизации вкуса таких коньячных спиртов их направляют на многолетнюю выдержку в старые дубовые бочки, в которых происходит трансформация фенольных веществ и вкусовые показатели выдержанного спирта улучшаются за счет обогащения новообразовавшимися ароматическими соединениями.

Во время второй, третьей и последующих заливок в бочки молодого спирта (циклов выдержки) скорость экстракции компонентов дуба постепенно замедляется в связи с уменьшением их концентраций в древесине клепок. Так происходит до момента истощения древесины, после чего и в дальнейшем бочка «работает» уже не как источник компонентов дуба, а, преимущественно, как сосуд для хранения виноматериалов и коньячных спиртов без заметного улучшения их качества. Аналогичная тенденция наблюдается и с дубовой клепкой при выдержке коньячных спиртов в крупных резервуарах.

Информация о том, какой именно оптимальный срок и количество циклов их использования при

производстве вин и коньяков в научной литературе, отсутствует. Поэтому, целью наших исследований было изучить динамику истощения древесины дуба новой бочки в течение нескольких ежегодных циклов выдержки в них коньячных спиртов.

Материалами исследований были: молодые коньячные спирты, полученные в промышленных условиях ООО АПФ «Таврия» (г. Новая Каховка) из винограда сорта Ркацители; новая дубовая бочка, в которую ежегодно заливали один и тот же молодой спирт (1 цикл выдержки – 1 год). Бочка была изготовлена из колотой клепки, также как и продукты переработки древесины дуба (ДДП) – щепа и микрощепа разной степени измельчения – натуральная и термообработанная, изготовленная в соответствии с ТУ У 19412998.001–99 [2, 8] из древесины одного и того же дуба *Quercus robur*, возрастом старше 100 лет, заготовленного в Фастовском Гослесхозе Киевской обл. Естественную сушку клепки проводили 31 месяц. Полученные данные усредняли.

В исследованиях использовали стандартизированные методы анализа основных физико-химических показателей коньячных спиртов [4]. Ароматобразующие компоненты дуба обогащенных спиртов определяли на газовом «Кристал-2000М» и на жидкостном DIONEX хроматографах методом прямого введения пробы. Критерием оценки динамики истощения древесины дуба бочек было количество ароматических компонентов древесины дуба в коньячных спиртах, которые накопились за один цикл выдержки коньячного спирта в бочке. Природный (100 %) запас компонентов дуба в древесине дубовых клепок определяли по их содержанию в коньячном спирте, настоянном на измельченной древесине этих клепок в количестве, предусматривающем полное экстрагирование ароматических компонентов дуба.

Результаты исследований фенольных и ароматических компонентов дуба в коньячных спиртах, показывающих остаток этих компонентов в древесине дуба клепок бочки, представлены на рис. 1.

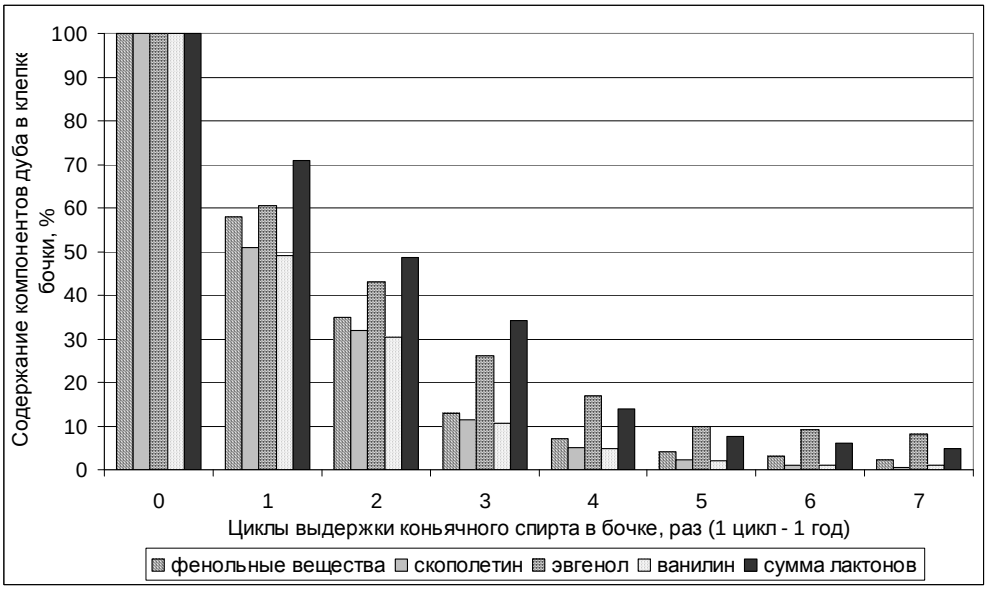


Рис. 1 – Динамика истощения древесины дуба клепок бочки в течение 7 циклов выдержки спирта коньячного

Было установлено (рис. 1), что при первой и второй заливках коньячные спирты накопили концентрацию компонентов дуба – (49-71) % и (30-48) % от природного запаса. Среди них больше было экстрагировано фенольных веществ, эвгенола и душистых лактонов. Коньячные спирты первого цикла характеризовались несколько грубым и разлаженным вкусом из-за высокой концентрации фенольных веществ. В производственных условиях такие спирты (после первой заливки) или смешивают с другими спиртами или направляют на созревание в старые дубовые бочки.

При третьей и четвертой заливках из древесины дуба экстрагировалось компонентов дуба, соответственно, (11–34) % и (4,8–17) % природного запаса. Эти коньячные спирты характеризовались лучшими ароматическими показателями (более мягким вкусом), чем спирты, полученные после первой заливки. Причиной этого является то, что в коньячные спирты меньше экстрагировалось дубильных веществ, а концентрации лигнина и ароматических компонентов (эвгенола и душистых лактонов) были на довольно высоком уровне.

Минимального уровня концентраций компонентов дуба (меньше 10 % от их общего количества) экстрагировалось в коньячный спирт из древесины бочки после пятой заливки.

Полученные результаты подтверждают практический опыт производителей коньяков во многих странах мира относительно количества заливок и оптимального срока использования дубовых бочек: для выдержки коньячных спиртов срок максимального использования дубовых бочек (до момента истощения древесины) составляет около 16-18 лет [12].

На отечественных предприятиях по производству марочных вин и коньяков в связи с системным кризисом существует острый дефицит в новой дубовой бочкотаре. Он покрывается лишь до (3-5) % в год. Поэтому, в последние годы предприятия вынуждены использовать старые бочки, возраст которых составляет более (20-25) лет, а для повышения качества продукции искать альтернативу новой дубовой бочки, в т.ч.за счет использования продуктов переработки дуба [9].

С целью обеспечения соответствующего качества продукции его типу было проведено исследование эффективности использования специально подготовленных продуктов переработки древесины дуба (ДДИ) в определенном соотношении 1:3 натуральной к термообработанной древесине (ДДИН к ДДИТ) для обогащения коньячных спиртов, выдерживаемых в истощенной дубовой таре, компонентами древесины дуба (табл. 1). Такой способ повышения качества выдержанных коньячных спиртов и вин получил название «эффект новой бочки» [2].

Таблица 1 – Концентрация компонентов древесины дуба в коньячных спиртах, выдержанных с ДДИ

Коньячный спирт	Массовая концентрация в спирте, мг/дм^3						Дегустационная оценка, балл
	феноль ных ве-ществ	скопо-летина	эвге-нола	ванилина	β–метил–γ–окталактона (душистый лактон)		
					транс-форма	цисформа	
Коньячный спирт (контроль)	–	–	–	–	–	–	78,5
Бочка новая	265,9	71,04	0,357	1,62	0,169	0,044	93,3
Бочка старая	51,2	0,382	0,0327	0,0158	0,012	0,003	86,4
Бочка старая с ДДИН	119,0	44,25	0,264	0,48	0,126	0,024	90,8
Бочка старая с ДДИ соотношением 1:3 (ДДИН:ДДИТ)	351,4	66,18	0,338	1,46	0,142	0,037	92,1
Резервуар с клепкой**	282,54	67,32	0,364	1,21	0,135	0,043	90,4
Резервуар с ДДИ соотношением 1:3 (ДДИН:ДДИТ)	368,3	68,214	0,353	1,55	0,162	0,048	91,8

* – количество ДДИ 1,5 г/дм^3;

** – количество клепки из расчета площади поверхности 76 см^2/дм^3

В результате исследований (табл. 1) установлено, что качественные показатели коньячных спиртов, которые выдерживались в истощенных бочках без ДДИ, значительно ниже, чем в новых (дегустационная оценка, соответственно, – 86,4 и 93,3 балла) [11]. Это обусловлено, преимущественно, низкой концентрацией компонентов дуба, которые должны накопиться в спирте за период выдержки.

Использование натуральной ДДИ при выдержке коньячных спиртов в истощенных бочках определяет накопление в спирте необходимых компонентов дуба. С дозой ДДИ натуральной 1,5 г/дм^3 уровень концентраций компонентов дуба достиг 40–45 % концентрации, которую накапливали спирты при выдержке в новой бочке. При сравнении компонентного состава древесины дуба, наиболее низкая концентрация среди них была выявлена у скополетина и ванилина (по сравнению со спиртом, выдержанным в новой бочке). Хотя органолептическая оценка этих коньячных спиртов (91,1 балл) является немного ниже, чем спиртов, выдержанных в новых дубовых бочках (93,3 балла), однако длительность их выдержки составляет всего 3 года, по сравнению с 5-ю годами выдержки в новых бочках. Такие качественные показатели коньячные спирты достигли за 3 года выдержки, что обеспечило им почти такую же высокую органолептическую оценку, как и спирты, выдержанные в новой бочке – 93,3 балла.

В отличие от использования только одной ДДИ натуральной, использование смеси ДДИ натуральной с термообработанной в соотношении 1:3 способствует, как и в экспериментах с резервуарной выдержкой, дополнительному повышению качества выдержанных коньячных спиртов и еще большему сокращению срока выдержки. В эксперименте при использовании ДДИ в соотношении 1:3 в количестве

1,5 г/дм^3, было установлено накопление скополетина и ванилина в одинаковых, а эвгенола и лактонов – в даже более высоких концентрациях, чем в спирте, выдержанном в новой бочке. Это обусловило повышение органолептической оценки коньячного спирта с 91,1 до 91,8 балла. При этом, накопление ароматобразующих компонентов дуба в коньячных спиртах со смесью ДДИ в соотношении 1:3 было достигнуто за 1 год выдержки, по сравнению с новой бочкой – за 5 лет.

Выводы. Таким образом, после третьего цикла заливки коньячных спиртов, бочку можно переводить в разряд старой, а на шестой и седьмой цикл – внутренняя поверхность клепок бочки является уже истощенной до 90 %. При выдержке коньячных спиртов в старых истощенных бочках или в резервуарах со старой клепкой, использование продуктов переработки древесины дуба в смеси натуральной к термообработанной (1:3) положительно влияет на их качество, при этом срок накопления ароматического комплекса дуба сокращается до 1 года по сравнению с выдержкой в новой бочке за 5 лет. Для получения качественных показателей коньячного спирта, характерных для 5-летних спиртов, молодые спирты предварительно (перед закладкой в старые бочки или в резервуары с клепкой), необходимо настаивать на продуктах переработки древесины дуба (на смеси ДДИ натуральной к термообработанной в соотношении 1:3 не менее 1 года).

Литература

1. Ахназарян Ф.А., Саакян А.С., Геворкян А.С., Азарян Р.А., Акопян Э.Л., Мнджоян Е.А. Многократное использование древесины дуба в производстве коньяка // Садоводство и виноградарство Молдавии. – 1986, № 4. – С. 34– 35.
2. Луканін О.С. Ефект нової бочки // Виноград і вино. – 2002.– №5.– С. 20–23.
3. Мартыненко Э.Я. Технология коньяка.– Симферополь: Таврида, 2003.– 320 с.
4. Методы технохимического контроля в виноделии. Под редакцией профессора Гержиковрой В.Г. – Симферополь: изд-во „Таврида”. – 2002. – 259 с.
5. Оганесянц Л.А. Дуб и виноделие. – М.: Пищевая промышленность, 1998. – 256 с.
6. Скурихин И.М. О химических процессах, происходящих при выдержке коньячных спиртов в дубовых бочках // Виноделие и виноградарство СССР. – 1960. – № 2 – С. 8.
7. Сборник технологических инструкций, правил и нормативных материалов по винодельческой промышленности / Под ред. Г.Г. Валуйко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 512 с.
8. ТУ У 19412998.001–99. Деревина дуба подрібнена. Технічні умови. 1999.Зміни 2.– 28 с.
9. 81^e assemblée générale en Australie/ L’OIV accepte les copeaux . Novembre 2001. – La Vigne. – 22 p.
10. Barrel symposium. International barrel symposium / St. Louis. – Missouri. – may 1997. – 198 p.
11. Crettenand J. Fiches de dégustation dans les concours internationaux des vins/ Des sciences de la vigne du vin № Hors série 1999. – P. 105–112
12. Chatonnet P., Boidron J. Incidence du traitement thermique du bois de chene sur sa composition chimique/ 1 Partie: definition des parametres thermiques de la chauffe des futs en tonnelleri. // Connaissance de la Vigne et du Vin. – 1989. – 23 (2). – P. 77–87.
13. Jeremy Hay. Barrel Washers. / Winebusiness. – 2001.– P. 231.
14. Vivas N. Manuel de tonnellerie à l’usage des utilisateurs de futaille/Editions Féret. – Bordeaux, 2002. – P. 207.

УДК 663.241: 674.4/8

ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА КОНЬЯЧНЫХ СПИРТОВ ПРИ ВЫДЕРЖКЕ С ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА

Луканин А.С., д-р техн. наук, академик НААН Украины, Байлук С.И., канд. техн. наук
Институт агроэкологии и природопользования НААН Украины, г. Киев
Панахов Т.М., канд. техн. наук
Национальный институт виноградарства и виноделия Азербайджана

Изучена динамика и кинетика процессов накопления в коньячных спиртах основных ароматических компонентов дуба при выдержке с продуктами переработки древесины дуба (ДДИ) натуральной и смеси натуральной (ДДИН) с термообработанной (ДДИТ). Установлено, что выдержка спиртов на мелких фракциях ДДИ проходит быстрее, чем на клепках. Накопление происходит до момента истощения дре-

весины ДДИ, наблюдающегося при достижении в спирте около 80 % потенциального запаса экстрактивных компонентов в дубе. При использовании ДДИ термообработаной в смеси с натуральной (ДДИН:ДДИТ 3:1) наблюдали значительное ускорение процессов экстракции компонентов дуба в спирт, увеличение их концентраций и улучшение качества выдержанных коньячных спиртов (через 15...20 месяцев достигает уровня концентраций 5-летней выдержки спиртов на клепке).

The dynamics and kinetics of accumulation processes of oak aroma components in brandy spirits during ageing with oak wood processed products (OWPP) natural and mixed natural with thermo (OWPPN:OWPPT) are studied. It is established, that the time of spirits ageing with the small fractions of OWPP is less, than with the clapboard. Accumulation occurs till the moment of the oak wood exhaustion, observed at achievement in spirit about 80 % of a potential extractives components in an oak. Using OWPPT in a mix with OWPPN (3:1). Considerable acceleration of extraction processes of oak components from wood to spirit, increasing in their content and improvement of aged brandy spirits quality (the level of oak component content in brandy spirits aged 15-20 months with mixed OWPP (OWPPN:OWPPT) reaches of their level in 5-years-old aged spirits with clapboard) are observed.

Ключевые слова: коньячный спирт, выдержка, дубовая бочка, древесина дуба, продукты переработки древесины дуба

Традиционная выдержка коньячных спиртов в дубовых бочках до сегодняшнего дня остается наилучшим способом производства высококачественных конкурентоспособных коньяков [5, 6].

Срок эффективного использования дубовых бочек для выдержки коньячных спиртов составляет 16-18 лет, в течение которого концентрация компонентов дуба, экстрагируемых в спирты, постепенно достигает минимального уровня, что свидетельствует об истощении древесины дуба. В дальнейшем бочка «работает», как правило, не как источник компонентов дуба для вин и коньячных спиртов, а лишь выполняет функции резервуара (сосуда) для хранения [1, 5, 12, 16].

На многих отечественных винных и коньячных предприятиях средний возраст бочек составляет более 20-25 лет, что не дает возможности производить конкурентоспособную продукцию. Со вступлением Украины в ВТО весомым фактором повышения качества продукции является замена старых бочек на новые, изготовленные в соответствии с требованиями международного рынка. Высокие биржевые цены на первосортную древесину дуба большого диаметра и неблагоприятная конъюнктура рынка, связанная с системным экономическим кризисом, не дают возможности отечественным винодельческим и коньячным заводам своевременно провести замену старых бочек на новые. В таких условиях единственно целесообразным способом повышения качества коньячных спиртов остается поиск альтернативных способов использования древесины дуба.

В последние 15 лет в мире приобретает распространение способ производства вин и коньяков с использованием продуктов переработки дуба – древесины дуба измельченной (ДДИ), которая прошла специальную предварительную обработку. Этот способ разрешен Международной организацией винограда и вина (OIV) резолюциями Oeno 6/2001 и 9/2001 и 1507/2006 [13]. Использование ДДИ, как и клепок для выдержки спиртов в резервуарах, улучшает их органолептические показатели, хотя готовая продукция не может быть переведена в категорию марочной. В Украине производители вин и коньяков (бренди) проявляют к этому способу выдержки практический интерес [11].

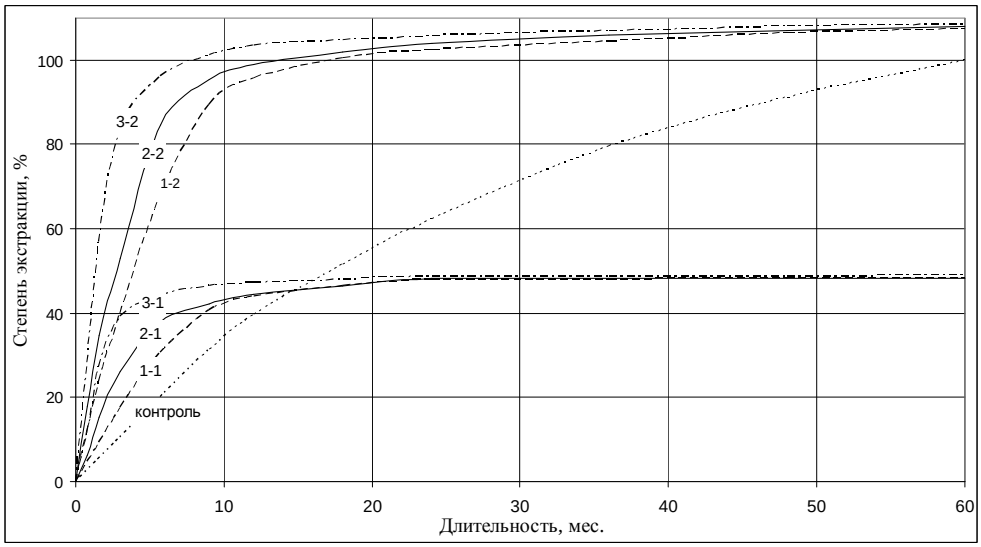
Процесс выдержки коньячных спиртов с древесиной дуба характеризуется определенными физическими и химическими процессами: окислением и гидролизом высокомолекулярных веществ древесины (лигнина и т.п.) с последующей экстракцией полученных низкомолекулярных компонентов в коньячный спирт. Предварительная подготовка древесины (традиционная сушка-созревание клепок, а также различные виды обработок (теплом, ультразвуком, кислотами, щелочами и др.)) стимулирует прохождение в ней этих процессов, что обуславливает развитие ее качественных характеристик для использования в виноделии и коньячном производстве [2, 7, 8, 9, 14, 16]. Одним из наиболее эффективных способов такой подготовки древесины дуба является ее термообработка [2, 8, 9, 14, 15]. Установлено, что использование термообработанных продуктов переработки древесины (ДДИТ), хотя бы и в смеси с натуральной древесиной (ДДИН), существенно улучшает органолептические характеристики коньяка [4]. Оптимальным соотношением натуральной к термообработанной древесине дуба при выдержке коньячных спиртов считают соотношение 3:1 ДДИТ:ДДИН [4].

В основе исследований по использованию клепок и/или продуктов переработки дуба для выдержки коньячных спиртов в резервуарах лежит соответствие количества древесины, которая «работает» в бочке. Для клепок это количество характеризуют удельной площадью поверхности зоны контакта древесины со спиртом [3, 10]. Для древесины дуба измельченной (щепы, микрощепы и др.), необходимое количество ДДИ рассчитывают уже не по площади поверхности контакта, а по объему древесины дуба, из которой экстрагируются компоненты (из расчета толщины слоя впитывания). При этом, в среднем, эффек-

тивно работающий слой древесины внутренней поверхности бочки составляет около 1,5 мм, что соответствует ДДИ в количестве 7,8 г/дм^3 [4].

Эти же различные особенности механизмов просачивания спирта в древесину влияют на динамику и кинетику процессов выдержки. Поэтому, целью исследований было изучить основные процессы, проходящие при выдержке коньячных спиртов в резервуарах с клепками (их динамику и кинетику), а также оценить их изменения при использовании продуктов переработки древесины дуба разной степени измельчения и предварительной термообработки.

Динамика процессов выдержки коньячных спиртов с разными фракциями ДДИ натуральной, а также с использованием ДДИ термообработанной (в соотношении натуральной к термообработанной ДДИН:ДДИТ 3:1), представлена на рис. 1. Полученные значения степени экстракции были рассчитаны как средние значения процентов концентраций компонентов дуба в коньячном спирте при его выдержке с ДДИ, отнесенных к содержанию этих компонентов в коньячном спирте, выдержанном в резервуарах с дубовыми клепками в течение 5 лет, что было принято в качестве контроля (степень экстракции 100 %).



Контроль – клепка; 1-1 и 1-2** – щепа крупной фракции; 2-1* и 2-2** – щепа средней фракции; 3-1* и 3-2** – микрощепа средней фракции; * – ДДИН; ** – соотношение ДДИН:ДДИТ (3:1)*

Рис. 1 – Динамика накопления ароматобразующих компонентов дуба в коньячном спирте при выдержке с ДДИ натуральной и со смесью ДДИН:ДДИТ 3:1 в количестве 7,8 г/дм^3

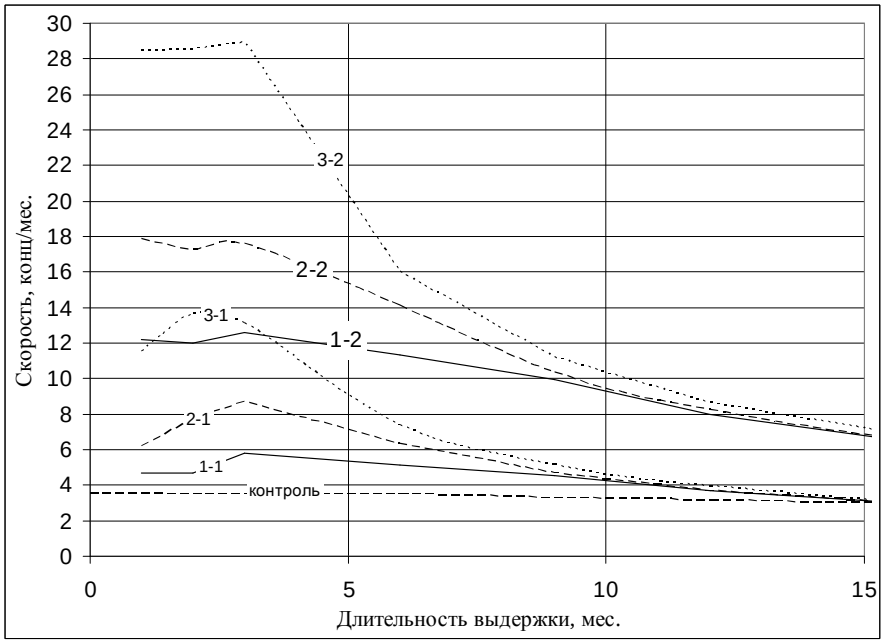
В процессе эксперимента по выдержке коньячного спирта с ДДИ наблюдали накопление разных ароматических компонентов дуба – виски-лактонов, эвгенола, а также продуктов деградации лигнина – ванилина, ароматических альдегидов и др., которые активно включаются в формирование букета коньяков с образованием ванильно-цветочных, пряных, карамельных и других тонов.

Полученные результаты (рис. 1) свидетельствуют, что, в целом, динамика экстракции компонентов дуба в коньячные спирты из разных фракций ДДИ является аналогичной, и значительно отличается от динамики их экстракции из клепки. Главной причиной этого, как уже сообщалось ранее, являются разные особенности и разная глубина и легкость просачивания спирта в древесину дуба: при использовании дубовых клепок просачивание спирта происходит через продольную сторону клепок (как у бочек) и сквозь их торцы и момент полного истощения древесины не наступает; при использовании же ДДИ мелких фракций происходит полное пропитывание частичек древесины и быстрая экстракция компонентов до момента полного их истощения в древесине. Этот момент истощения ДДИ, добавленной в количестве 7,8 г/дм^3, что отвечает толщине слоя древесины внутренней поверхности бочок 1,5 мм, наступал через (рис. 1): 18 месяцев – для щепы крупной фракции (кривая 1-1), 15 – для щепы средней фракции (кривая 2-1) и 12 месяцев – для микрощепы средней фракции (кривая 3-1). При этом, содержание компонентов дуба в коньячном спирте, выдержанном с ДДИ через 5 лет выдержки достигало (40...45) % содержания компонентов в коньячном спирте, выдержанном с клепками.

Дополнительное использование термообработаной древесины дуба (совместно с натуральной) для созревания коньячных спиртов значительно ускорило накопление в спирте ароматических компонентов дуба (рис. 1). Это отобразилось в почти вертикальных линиях динамики процесса экстракции в первый период выдержки, по сравнению с более пологими (плавными) линиями в образцах спирта, выдержан-

ных на ДДИ натуральной. Причем, последовательность расположения линий динамики выдержки коньячных спиртов с ДДИ разных фракций была аналогичной как при использовании ДДИН, так и при использовании смеси ДДИТ:ДДИН. Также, при использовании смеси ДДИТ:ДДИН (3:1) в том же количестве, что и ДДИН (7,8 г/дм^3), наблюдали существенное повышение общей концентрации компонентов дуба в спиртах (в 2,0...2,5 раза), что обусловило за (6...12) месяцев выдержки накопление таких же концентраций дубовых компонентов в спиртах, как и при традиционной выдержке в резервуаре с клепками в течение 5 лет.

Оценку влияния на коньячный спирт продуктов переработки дуба разного вида и степени измельчения проводили на основе исследования кинетики (скорости процесса экстракции дубовых компонентов в спирт) На рис. 2, представлена кинетика первых 15 мес. выдержки. Полученные значения кинетики были рассчитаны в соответствии с концентрациями компонентов дуба, которые накапливаются в коньячном спирте за 5 лет выдержки в дубовых бочках (приняли за 100 %).



Контроль – клепка; 1-1 и 1-2** – щепа крупной фракции; 2-1* и 2-2** – щепа средней фракции; 3-1* и 3-2** – микрощепа средней фракции; * – ДДИН; ** – соотношение ДДИН:ДДИТ (3:1)*

Рис. 2 – Зависимость скорости процесса насыщения коньячного спирта компонентами дуба при выдержке с ДДИН разного вида и степени измельчения от ее продолжительности (скорость – средний процент концентраций компонентов в спирте, выдержанном на ДДИ, отнесенных к спирту, выдержанном на клепках за соответствующий период выдержки)

Как видно из рис. 2, процесс выдержки коньячного спирта с клепкой характеризуется низкой скоростью (не более 3...4 % концентрации компонентов за месяц) в течении всего периода контакта.

При использовании для выдержки коньячного спирта мелких фракций ДДИ наблюдали более высокую скорость экстракции компонентов дуба: при использовании щепы крупной фракции – (5...6) % концентрации (компонентов) в месяц, щепы средней фракции – (6...9) %, микрощепы средней фракции – (12...14) %.

Процесс экстракции компонентов в течение первых трех месяцев (рис. 2) имеет тенденцию к ускорению, после чего, достигнув максимума, начинает замедляться. Это вызвано тем, что в первые месяцы после внесения ДДИ натуральной из-за значительной степени ее измельчения происходит быстрая экстракция в спирт высокомолекулярных веществ дуба, которые еще не прошли этапа окисления и етанолиза до низкомолекулярных компонентов (ароматических альдегидов и т.п.). Такая тенденция ускорения накопления компонентов дуба была характерна для всех видов мелкой фракции ДДИ. После 3-х месяцев выдержки коньячных спиртов скорость экстракции компонентов из древесины дуба достигла максимума и, в дальнейшем, начала уменьшаться.

Кроме того, при анализе колебаний скорости процесса экстракции компонентов дуба в коньячный спирт было установлено, что она сохраняется довольно высокой до перехода около 80 % естественного запаса веществ, после чего (после истощения древесины) резко уменьшается. Подобная тенденция характерна для всех видов мелкой фракции ДДИ.

При использовании коньячного спирта и мелкой фракции ДДИ с долей термообработанной древесины (в соотношении ДДИН:ДДИТ 1:3) скорость процесса экстракции компонентов дуба увеличилась, по сравнению с выдержкой только на ДДИН, с (5...6) % до (12...14) % конц./мес. для щепы крупной фракции, с (6...9) % до (17...18) % конц./мес. – для щепы средней фракции и с (12...14) % до (28...29) % конц./мес. – для микрощепы средней фракции. При этом, на начальном этапе выдержки уже не наблюдали тенденций к постепенному возрастанию скорости экстракции компонентов дуба в спирт, как это было характерно для ДДИ натуральной, поскольку при использовании термообработанной древесины происходит обычная экстракция в спирт уже низкомплекулярных компонентов, образованных при термической деградации линина в результат термообработки, а не постепенное окисление и гидролиз высокомолекулярных компонентов дуба (при использовании натуральной ДДИ). Это наглядно видно на рис. 1, где до накопления (80...90) % концентрации веществ, скорость остается почти неизменной.

Выводы

В работе были изучены динамика и кинетика процессов накопления в коньячных спиртах основных ароматических компонентов дуба при выдержке с продуктами переработки древесины дуба (ДДИ) натуральной и смеси натуральной (ДДИН) с термообработанной (ДДИТ). Установлено, что выдержка спиртов на мелких фракциях ДДИ проходит быстрее, чем на клепках. Накопление происходит до момента истощения древесины ДДИ, наблюдающегося при достижении в спирте около 80 % потенциального запаса экстрактивных компонентов в дубе. Использование ДДИ термообработаной в смеси с натуральной (ДДИН:ДДИТ 3:1) способствовало значительному ускорению процессов экстракции компонентов дуба в спирт, увеличению их концентраций и улучшению качества выдержанных коньячных спиртов, при чем уровень концентраций компонентов дуба при 5-летней выдержке спиртов на клепках был достигнут при использовании такой смеси ДДИ через 15...20 месяцев. Среди разных фракций ДДИ наилучшие результаты по органолептическим показателям коньячных спиртов показала щепа средней фракции.

Литература

1. Ахназарян Ф.А., Саакян А.С., Геворкян А.С., Азарян Р.А., Акопян Э.Л., Мнджоян Е.А. Многократное использование древесины дуба в производстве коньяка // Садоводство и виноградарство Молдавии. – 1986, № 4. – С. 34– 35.
2. Кухно А.И. Оптимальные режимы обработки дубовой древесины в производстве крепких спиртных напитков // Известия вузов. Пищевая технология. – 1995. – № 5–6. – С. 48–49.
3. Литвак В.С., Осипова В.П. Резервуарное хранение коньячных спиртов. – Москва: Пищевая промышленность, 1978. – 51 с.
4. Луканін О.С., Байлук С.І., Сидоренко О.М., Зражва С.Г. Вплив термічної обробки продуктів переробки деревини дуба на формування ароматичного комплексу в коньячних спиртах // Збірник наукових праць Національного університету харчових технологій. – 2010. – № 1. – С. 67–74.
5. Луканін О.С. Ефект нової бочки // Виноград і вино. – 2002.– №5.– С. 20–23.
6. Мартыненко Э.Я. Технология коньяка.– Симферополь: Таврида, 2003.– 320 с.
7. Мкртумян Ю.С. Исследование и разработка способа получения высококачественных коньячных спиртов в крупных емкостях (бутах) для производства марочных коньяков: дис. канд. техн. наук: 05.18.06 «Технология производства алкогольных и безалкогольных напитков» – Ереван, 2001. – 126 с.
8. Мнджоян Е.Л., Акопян Э.Л., Азарян Р.А. Обработка древесины и качество вина // Пищевая промышленность. – 1990. – № 11. – С. 55–58.
9. Оганесянц Л.А. Дуб и виноделие. – М.: Пищевая промышленность, 1998. – 256 с.
10. Сборник технологических инструкций, правил и нормативных материалов по винодельческой промышленности / Под ред. Г.Г. Валуйко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 512 с.
11. ТУ У 19412998.001–99. Деревина дуба подрібнена. Технічні умови. 1999.Зміни 2.– 28 с.
12. Фуркевич В.А. Там, где Иисус превратил воду в вино // Сад, виноград і вино України. – 2000. – № 7–9. – С. 34–35.
13. 81e assemblée générale en Australie/ L'OIV accepte les copeaux . Novembre 2001. – La Vigne. – 22 p.
14. Barrel W. Barrel symposium. International barrel symposium. – St. Louis. – Missouri. 22 may. 1997 – 198 p.
15. Chatonnet P. Incidence du traitement thermique du bois de chene sur sa composition chimique. Boidron 1 Partie: definition des parametres thermiques de la chauffe des futs en tonnelleri. // Connaissance de la Vigne et du Vin. – 1989. – v. 23 (2). – pp. 77–87.
16. Chatonnet P. Incidences bois de chene sur la composition chimique ot les qualitcs organoleptiques des vins // Applications technologiques, 1991, These Der, Universile de Bordeaux 11. – p. 125.

УДК 546.65:541.49:543.426

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МАРКЕР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДЛИННОСТИ ВИНОГРАДНЫХ ВИН

Бельтюкова С.В., д-р хим. наук, профессор, Ливенцова Е.О., аспирант,
***Теслюк О.И., канд. хим. наук, доцент**
Одесская национальная академия пищевых технологий, 65039 ,Одесса,
***Физико-химический институт им. А.В. Богатского НАН Украины**

Показана возможность определения галловой кислоты (ГК) в винах без предварительного выделения последней. Разработана простая и надежная методика количественного определения ГК в винах методом тонкослойной хроматографии. В качестве проявляющего раствора предложено использовать хлорид тербия (III) в присутствии триоктилфосфиноксида (ТОФО), что обуславливает появление на хроматографической пластинке сенсибилизированную люминесценцию иона лантанида в присутствии ГК.

The possibility of the determination of gallic acid (GA) in vines without preliminary isolation of the acid was investigated. The simple and reliable method of the quantitative determination of GA in vines by the thin-layer chromatography method was developed. The terbium chloride (III) and trioctylphosphinoxide (TOPO) in presence was proposed as an enhanced solution that provokes lanthanide-sensitized luminescence at GA presence mi the chromatography plate.

Ключевые слова: люминесценция, лантаниды, тонкослойная хроматография, галловая кислота.

Фенолкарбоновые кислоты, к которым относятся оксибензойные и оксикоричные, играют важную роль в формировании органолептических свойств вина (букет и вкус), участвуют в биологических и окислительно-восстановительных процессах, протекающих при изготовлении и хранении виноградных вин [1]. Эти кислоты ценны своими антимутагенными свойствами, они укрепляют иммунитет, разжижают кровь, и могут быть полезны в профилактике рака, атеросклероза, диабета, инсульта и катаракты.

Фенольные соединения, включающие производные оксибензойной и оксикоричной кислот вносят существенный вклад в показатели качества вин. Сиреневая и галловая кислоты являются одним из маркеров в определении подлинности марочных вин и коньяков, которые принято выдерживать в дубовых бочках. Галловая кислота характеризует качество коньяка, зависимость ее содержания от срока выдержки, позволяет использовать этот показатель как маркер возраста. Замену виноградного вина на плодово-ягодное можно определить по наличию или отсутствию в вине галловой кислоты.

В суммарном количестве идентифицированных фенолкарбоновых кислот в винах наибольшая доля приходится на галловую кислоту от 50 до 85 % [2].

Для определения фенолкарбоновых кислот применяют методы высокоэффективной жидкостной хроматографии [3,4], электрофоретические и спектрофотометрические методы [5-7]. Последние, однако, не являются селективными. Все применяемые методы требуют дорогостоящего оборудования и не всегда доступны.

Целью данной работы являлась разработка простой и чувствительной методики количественного определения галловой кислоты (ГК) в винах методом тонкослойной хроматографии. В качестве проявляющего раствора предложено использовать хлорид тербия (III), что обуславливает появление на хроматографической пластинке сенсибилизированной люминесценции иона лантанида в присутствии ГК, вследствие внутримолекулярной передачи энергии возбуждения от последней к иону *Tb(III)*. Интенсивность аналитического сигнала усиливается в присутствии донорно-активной добавки – триоктилфосфиноксида (ТОФО).

Материалы и методы. Раствор ГК (0,01 моль/л) готовили растворением точной навески препарата в этаноле. Хлорид тербия готовили растворением высокочистого оксида (99,99 %) в хлористоводородной кислоте (1:1) с последующим удалением е избытка упариванием.

Растворы поверхностно-активных веществ готовили путем растворения соответствующих навесок в воде. Использовали растворители (бензол, толуол, ацетон, ацетонитрил, метанол, этанол, этилацетат, хлороформ), уксусную и муравьиную кислоты марки х.ч. Раствор ТОФО готовили растворением точной навески вещества в этаноле.

Для хроматографирования использовали пластинки для тонкослойной хроматографии марки *Silufol-UV 254*, *Sorbfil*, СТХ-1А.

Сенсибилизированную люминесценцию *Tb(III)* в фазе сорбента регистрировали на спектрографе ИСП-51 с фотоэлектрической приставкой ФЭП-1 в области 520-570 нм с максимумом при 545 нм. Лю-

минесценцию возбуждали светом ртутно-кварцевой лампы СВД-120А, снабженной светофильтром УФС-2 ($\lambda_{возб}$ = 365 нм), pH растворов измеряли с помощью иономера ЭВ-74.

Результаты и обсуждение. Известно, что ГК и ее производные образуют с ионами лантанидов комплексные соединения с соотношение компонентов Ме:ГК = 1:2, в которых проявляется интенсивная люминесценция иона *Tb(III)* [8,9]. Интенсивная люминесценция ионов *Tb(III)* с ГК наблюдается и в слое сорбента. Это свойство использовано нами для разработки методики люминесцентного определения галловой кислоты в винах.

С целью выбора оптимальных условий и режимов хроматографирования исследован ряд неподвижных фаз, различающихся по своим свойствам. Наилучшим оказалось применение хроматографических пластинок марки *Sorbfil*, на которых изображение пятен ГК было более четким и пригодным для количественного анализа.

Изучено насколько элюирующих систем кислого, нейтрального и щелочного характера (бензол:уксусная кислота; бензол:ацетон:уксусная кислота; бензол:уксусная кислота:вода; этилацетат:уксусная кислота; бензол:диоксан:уксусная кислота; хлороформ:метанол; ацетон:хлороформ; метанол:аммиак; этанол:этилацетат:аммиак). Наиболее оптимальным оказались системы кислотного характера, в частности этилацетат:уксусная кислота в соотношении 95:5 и бензол:метанол:уксусная кислота в соотношении 100:50:1. Подвижность (R_f) ГК в этих условиях составила 0,47 и 0,53 соответственно.

Изучено влияние объема пробы, наносимого на пластинку. На пластинку наносили 0,2-6 мкл пробы. Наилучший результат достигался при нанесении пробы объемом 1 мкл.

В качестве оптимального проявителя необходимо было выбрать реагент, избирательный и чувствительный по отношению к ГК. Для обнаружения ГК нами предложен хлорид тербия (III).

Интенсивность люминесценции *Tb(III)* на пятне хроматограммы зависит от концентрации иона лантанида в проявляющем растворе. Наибольшая интенсивность люминесценции ($I_{люм}$) наблюдается при использовании проявляющего раствора с концентрацией *Tb(III)* $1\cdot10^{-3}$ моль/л.

Как показал эксперимент, наличие поверхностно-активных веществ (ПАВ) в проявляющем растворе не оказывает усиливающего влияния на $I_{люм}$ сорбата *Tb(III)* в комплексе с ГК. Увеличение $I_{люм}$ сорбата *Tb(III)* в 5 раз наблюдается при ведении в проявляющий раствор донорно-активной добавки – ТОФО. В данном случае возможно образование разнолигандного комплекса на сорбенте, в результате чего достигается увеличение интенсивности аналитического сигнала. Исследована зависимость $I_{люм}$ сорбата *Tb(III)* от количества ТОФО в проявляющем растворе. Максимальное значение $I_{люм}$ сорбата *Tb(III)* наблюдается при концентрации ТОФО в проявляющем растворе $1\cdot10^{-3}$ моль/л.

Поскольку комплексное соединение *Tb(III)* с ГК образуется в слабокислой и нейтральной среде при значениях pH 6,5–7,2, в качестве буфера использовали 4%-ный раствор уротропина.

Определение ГК проводили в красных сухих винах.

Проявляющий раствор готовили путем смешивания 1 мл раствора хлорида тербия с концентрацией 0,01 моль/л. 0,1 мл 4%-ного раствора уротропина и 1 мл ТОФО с концентрацией 0,01 моль/л, разбавляли дистиллированной водой до объема 10 мл.

Методика выполнения анализа: 1 мкл анализируемого вина наносят микрошприцем на линию старта пластинки размером 25×80 мм (вино предварительно разбавили дистиллированной водой в соотношении 1:10). Параллельно на пластинку наносят стандартный раствор ГК. В качестве стандартного используют водно-этанольный (1:1) раствор ГК с концентрацией $5\cdot10^{-4}$ – $1\cdot10^{-3}$ моль/л (в зависимости от предполагаемого содержания ГК в образце). Пластинку помещают в хроматоргафическую камеру с подвижной фазой (смесь бензол:метанол:уксусная кислота в соотношении 100:50:1). Когда фронт растворителя достигает высоты 70 мм. Пластинку извлекают из камеры и отмечают положение фронта растворителя. Полученную хроматограмму высушивают при температуре 40˚С в течение 2 мин и равномерно обрабатывают проявляющим раствором, состав которого указан выше. Идентификацию ГК на пластинке проводят по появлению зеленой люминесценции *Tb(III)* под люминесцентной лампой с $\lambda_{возб}$ = 365 нм визуально сравнивая $I_{люм}$ пробы и стандарта.

Количественное определение ГК проводят по градуировочному графику, для построения которого поступают следующим образом. На пластинку наносят различные количества стандартного раствора ГК и далее проводят хроматографирование и проявление хроматоргаммы как описано выше. Затем из пластинки вырезают пятна с ГК, помещают в кювету для твердых образцов, интенсивность люминесценции измеряют при $\lambda_{излуч}$ = 545 нм. По полученным данным $I_{люм}$ *Tb(III)* – концентрация ГК строят градуировочный график, по которому определяют содержание ГК в анализируемой пробе. Количественное определение можно также проводить методом добавок.

Чувствительность определения ГК в винах составляет 0,002 мкг/мл. Точность и достоверность определения кислоты в винах проверена методом статистической обработки результатов анализа. Точность и

достоверность определения ГК в винах проверена методом статистической обработки результатов анализа. При $n = 5$, $P = 0,95$ величина относительного стандартного отклонения S_r составляет 0,03 – 0,06.

Правильность определения ГК в винах проверена методом «введено-найдено» (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты определения галловой кислоты в винах методом «ведено-найдено» (мкг/мл) ($n = 5$, $P = 0,95$)

марка вина	введено, мкг/мл	найдено, мкг/мл	S_r
Мерло	0	12,0	0,06
	5	17,2	0,05
	10	21,5	0,04
Саперави	0	28,3	0,05
	5	33,5	0,05
	10	38,3	0,03

Выводы. Полученные данные представляют как практический, так и теоретический интерес, так как задача определения ароматических кислот является в отрасли виноделия важной и малоизученной.

Литература

1. Кишковский З.Н., Скурихин Н.М. Химия вина. – М.: Пищев. пром., 1976. – 311с.
2. Пложишникова М.А., Перелыгин О.Н., Семикин В.В. Применение хроматографических методов для оценки качества и идентификации виноградных вин // Пищев. пром. – 2006. – № 1, С. 9–13.
3. Селиверстова И.В., Иванов А.А., Иванова Л.А. Определение органических кислот в вине методом жидкостной ионоэксклюзионной хроматографии // Виноделие и виноградарство. – 2001. – №4. – С. 9–11.
4. Бодорев М.М., Субботин Б.С. Хроматографический анализ ароматических кислот и альдегидов в винах // Виноделие и виноградорство. – 2001. – № 1. – С. 19–21.
5. Определение фенольных альдегидов в коньяках и винах методом капиллярного электрофореза: новые маркеры качества коньяка / Паносян А.Г., Мамиконян Г., Торосян М., Абрамян А., Оганесян А., Габриелян Э.С., Григорянц А., Мхитарян С., Лапин Б.В. // Журнал.аналит.химии. – 2002. – 57, №4. – С. 422–428.
6. Подтверждение подлинности виноградных вин на основе исследования цветовых характеристик / Перелыгин О.Н., Положишникова М.А., Лычников Д.С., Ковров Г.В. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – №2. – С. 39–42.
7. Применение хроматографии и спектрометрии для идентификации подлинности спиртных напитков / Савчук С.А., Власов В.И., Апполонова С.А., Арбузов В.Н., Веденин А.Н., Мезинов А.Б., Григорьян Б.Р. // Журнал.аналит.химии. – 2001. – 56, №3. – С. 246–264.
8. Полуэктов Н.С., Церкасевич К.В. Комплексы редкоземельных элементов с галловой кислотой // Журнал. аналит. химии. – 1964. – 9, № 10. – С. 1606-1612.
9. Jimesrez-Prieto R., Silva M., Peres-Bendito D. Simultaneous determination of gallic acid and resorcinol based on an oscillating chemical reaction by the analyte pulse perturbation technique // Anal. Chim. Acta. – 1996. – V. 334. –№ 3. – P. 323–330.

УДК 663.3

ЕКСПРЕС-МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ І ЗАГАЛЬНОГО ЕКСТРАКТУ В ПРОДУКЦІЇ ВИНОРОБСТВА

Літовченко О.М., д-р техн. наук, професор, Побережець В.І., аспірант
Уманський національний університет садівництва, м. Умань

Запропоновано новий експрес-метод визначення вмісту етилового спирту і загального екстракту у виноматеріалах і винах. Середня похибка вмісту загального екстракту становить 0,1 %, а похибка об'ємної частки спирту дорівнює 0,2 % об.

A new express method of defining the content of ethyl alcohol and general extract in wine materials and wines is suggested. An average error in the definition the content of general extract is 0,1 %, while the error in defining of alcohol content is 0,2 % of volume.

Ключові слова: етиловий спирт, загальний екстракт, концентрація, ареометр, рефрактометр, сухі розчинні речовини.

Загальноприйняті стандартні методи визначення вмісту етилового спирту і загального екстракту включають у себе процес перегонки виноматеріалу, який потребує значних затрат часу [1, 2]. Таким чином, при контролі за технологічними процесами виноробства інформація про вміст загального екстракту і спирту надходитиме із запізненням, а в процесах інтенсивного бродіння за час проведення аналізу зміниться вміст цих сполук. З іншого боку, експрес-метод необхідний при дослідженні великої кількості зразків виноматеріалів або вин. Тому в цих дослідженнях на основі фізичних параметрів, які вимірюються з високою точністю і мають малий час вимірювань, розроблено новий експрес-метод (метод К-коефіцієнтів чи просто К-метод).

Із фізичних параметрів було взято показник заломлення світла і густину. Для вимірювання показника заломлення світла необхідний рефрактометр із шкалою для визначення масової частки цукру, яку також називають шкалою відсотків сухих розчинних речовин за сахарозою чи просто шкалою сухих речовин. У К-методі використовуються показання шкали сухих розчинних речовин. Із приладів для вимірювання густини можна взяти ареометр із шкалою для визначення масової частки цукру (у промислових умовах можна використовувати концентратоміри цукру). У цих дослідженнях для високої точності вимірювань густина визначалась пікнометричним методом, а потім за таблицями густини водно-цукрових розчинів знаходилась концентрація [3]. Для інтерполяції на основі цих таблиць методом найменших квадратів одержано рівняння залежності густини розчину сахарози від концентрації:

$$\rho = 0{,}99823 + 0{,}3847c + 0{,}13746c^2 + 0{,}03673c^3 \qquad (1)$$

За цим рівнянням складено таблиці з кроком розбиття 0,1 %.

В основі методу лежить той факт, що етиловий спирт збільшує показник заломлення світла і зменшує густину виноматеріалу, тому із збільшенням об'ємної частки спирту зростає різниця між показаннями шкали сухих розчинних речовин рефрактометра і показаннями аналогічної шкали ареометра. Цукри та інші сухі речовини виноматеріалів збільшують і густину, і показник заломлення світла, тому із збільшенням їх масової частки зростатиме сума показань ареометра і рефрактометра. Отже, за різницею показань можна визначати вміст спирту, а за їх сумою можна знаходити масову частку сухих розчинних речовин.

У виноматеріалах є одночасно етиловий спирт і сухі розчинні речовини, тому фізичною моделлю виноматеріалу можна вважати водно-спиртово-цукровий розчин. Спочатку ваговим методом готовились розчини з різним вмістом спирту і сахарози. Об'ємна частка спирту змінювалась від 0 до 20 % об., а масова частка сахарози приймала значення від 0 до 30 %. Вимірювання проводились при температурі 20 °С. На основі результатів ареометричних і рефрактометричних вимірювань розчинів з відомим вмістом сахарози і спирту було одержано формули і таблиці, які лежать в основі К-методу.

При дослідженні виноматеріалів ареометричним чи рефрактометричним методами загальний екстракт умовно вважають сахарозою, а леткі сполуки вважають етиловим спиртом [1]. Оскільки сухі розчинні речовини також умовно вважають сахарозою, то масова частка загального екстракту дорівнює масовій частці сухих розчинних речовин. Для того щоб визначити загальний екстракт у масово-об'ємній концентрації (г/дм^3), необхідно масову частку помножити на густину виноматеріалу.

Результати експериментальних досліджень показали, що масова частка загального екстракту дорівнює середньому арифметичному показань рефрактометра ($C_п$) і ареометра (C_ρ):

$$C = \frac{C_n + C_\rho}{2} \qquad (2)$$

В залежності від вмісту спирту і загального екстракту можна уточнити масову частку загального екстракту, одержану за формулою (2), ввівши поправки:

$$C = \frac{C_n + C_\rho}{2} + C_\Delta, \qquad (3)$$

де значення поправки C_Δ наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Поправка до вмісту загального екстракту

Масова частка загального екстракту, %	Вміст спирту, % об.						
	8	10	12	14	16	18	20
0	-0,07	-0,13	-0,21	-0,31	-0,42	-0,55	-0,69
2	-0,02	-0,08	-0,16	-0,24	-0,34	-0,44	-0,56
4	0,00	-0,04	-0,12	-0,20	-0,29	-0,39	-0,48
6	0,00	-0,01	-0,09	-0,17	-0,24	-0,32	-0,40
8	0,00	0,00	-0,05	-0,13	-0,20	-0,27	-0,34
10	0,00	0,00	-0,03	-0,10	-0,16	-0,22	-0,28
12	0,00	0,00	-0,01	-0,07	-0,12	-0,16	-0,22
14	0,00	0,00	0,00	-0,04	-0,08	-0,12	-0,16
16	0,00	0,00	0,00	-0,02	-0,05	-0,07	-0,10
18	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,04
20	+0,01	+0,01	+0,01	+0,02	+0,02	0,00	0,00
22	+0,02	+0,02	+0,03	+0,04	+0,05	+0,03	+0,03
24	+0,04	+0,05	+0,06	+0,07	+0,09	+0,08	+0,08
26	+0,06	+0,08	+0,09	+0,11	+0,13	+0,13	+0,13
28	+0,08	+0,10	+0,12	+0,15	+0,17	+0,18	+0,18
30	+0,10	+0,13	+0,16	+0,19	+0,21	+0,22	+0,22

Об’ємну частку спирту знаходимо за формулою:

$$C_s = K(C_n - C_\rho), \tag{4}$$

де К – коефіцієнт пропорційності. Значення коефіцієнта К визначались експериментально. При вмістові спирту меншому ніж 20 % об. коефіцієнт К майже не залежить від об’ємної частки спирту, а залежить від масової частки загального екстракту. Значення коефіцієнта К наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Залежність коефіцієнта К від масової частки загального екстракту

Масова частка загального екстракту, %	К	Масова частка загального екстракту, %	К	Масова частка загального екстракту, %	К
0	1,408	10	1,464	20	1,579
1	1,410	11	1,476	21	1,588
2	1,412	12	1,488	22	1,597
3	1,414	13	1,500	23	1,606
4	1,416	14	1,511	24	1,615
5	1,418	15	1,522	25	1,623
6	1,423	16	1,534	26	1,632
7	1,430	17	1,546	27	1,640
8	1,441	18	1,557	28	1,650
9	1,453	19	1,569	29	1,660

Значення коефіцієнта К одержані при температурі 20 °С для водних розчинів спирту із сахарозою, і внесена поправка на вміст у розчині 0,7 % фруктових кислот (1 % фруктових кислот зменшує показання рефрактометра на 0,2 % сухих розчинних речовин). У виноматеріалах крім цукрів є інші сухі розчинні речовини, які мають дещо відмінний кількісний вплив на густину і показник заломлення світла. Масова частка цих речовин різна в різних виноматеріалах. Тому для деяких виноматеріалів може виникнути необхідність уточнити формулу (4), ввівши сталий поправочний коефіцієнт, який матиме числове значення близьке до одиниці. Цей коефіцієнт також зведе до нуля систематичні похибки, які обумовлені вимірювальними приладами (похибки виставлення нуля і похибки самої шкали сухих розчинних речовин рефрактометра та ареометра). Тоді одержуємо формулу:

$$C_s = AK(C_n - C_\rho), \tag{5}$$

де А – поправочний коефіцієнт. Для того щоб визначити коефіцієнт А, спочатку необхідно для кількох зразків одного виду виноматеріалу визначити об’ємну частку спирту за формулою (4) і стандартним

ареометричним методом. Потім концентрації спирту, визначені стандартним ареометричним методом, поділити на відповідні концентрації спирту, визначені за формулою (4), і знайти середнє арифметичне значення одержаних результатів. Коефіцієнт А дорівнюватиме цьому середньому значенню.

При проведенні вимірювань при температурі відмінній від 20 °С необхідно результати аерометричних і рефрактометричних вимірювань зводити до температури 20 °С. Слід зазначити, що коефіцієнт К малочутливий до зміни температури, тому що з підвищенням температури зменшуються показання ареометра і рефрактометра, а різниця показань залишається майже незмінною. Тоді з формули (4) випливає, що К також майже не змінюється.

Точність визначення вмісту етилового спирту і загального екстракту К-методом залежить від точності аерометричних і рефрактометричних вимірювань. Якщо похибка показань ареометра дорівнює 0,05 % і похибка показань рефрактометра становить 0,1 %, то із формул (2) і (4) випливає, що середня похибка у визначенні масової частки загального екстракту не перевищуватиме 0,1 %, а похибка вмісту спирту наближено дорівнюватиме 0, 2% об.

Для ілюстрації К-методу розглянемо результати досліджень яблучного виноматеріалу (перед бродінням до яблучного соку додали цукор-пісок, і загальний екстракт становив 390 г/дм^3). Результати обрахунків округлюватимемо до 0,1 %. Густина виноматеріалу дорівнювала 1,0474 г/см^3, що відповідає масовій частці сахарози 12,2 %. Показання шкали сухих розчинних речовин рефрактометра становили 20,5 %. Тоді за формулою (2) масова частка загального екстракту дорівнює 16,3 % (171 г/дм^3). Із табл. 2 методом інтерполяції для масової частки 16,3 % одержуємо значення коефіцієнта К, що дорівнює 1,538. Підставивши це значення у формулу (4), одержуємо об'ємну частку спирту, яка дорівнює 12,8 % об. Із даних табл. 1 випливає, що поправка до вмісту загального екстракту дорівнює -0,01 %, і тому при округленні одержуємо 16,3%. Слід визначити, що вміст спирту, визначений стандартним ареометричним методом, дорівнював 13,0 % об., а масова частка сухих розчинних речовин, визначена гравіметричним (ваговим) методом, становила 16,4 %.

Висновки

На основі ареометричних і рефрактометричних вимірювань розроблено експрес-метод визначення вмісту етилового спирту і загального екстракту у виноматеріалах та винах. Середня похибка у визначенні об'ємної частки спирту становить 0,2 % об., а за точністю визначення вмісту загального екстракту метод не поступається іншим методам, оскільки в даному випадку похибка не перевищує 0,1 %.

Література

1. Лабораторный практикум по курсу «Технология вина» / [А.А. Мержаниан, В.Ф. Монастырский, И.Б. Платонов и др.]; под ред. А.А. Мержаниана. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1991. – 216 с.
2. Методы технохимического контроля в виноделии / За ред. В.Г. Гержиковой. – Симферополь: Таврида, 2002. – 260 с.
3. Физический практикум /под ред. И.В. Ивероновой. – М.-Л.: Гос. изд-во тех.-теор. лит., 1951. – 616 с.

МУЛЬТИЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ДЛЯ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО НАИМЕНОВАНИЯ ВИН

Стурза Р.А., д-р техн. наук, профессор,
Национальный центр испытаний качества алкогольной продукции, Р. Молдова
Гаина Б.С., д-р техн. наук, академик Молдавской АН

В статье обсуждается методология применения мультиэлементного анализа методом ICP-AES для подтверждения происхождения вин с географическим названием и с наименованием по месту происхождения.

The article discusses the methodology of multielements analysis by ICP-AES to confirm the origin of wines with a geographical name and the name of the place of origin.

Ключевые слова: вино, минеральный состав, географическое происхождение, ICP-AES.

Введение

Известно, что макро- и микроэлементный состав растений и живых организмов зависит от элементного состава среды обитания [1]. Европейские исследователи обнаружили, что даже через 10 лет после розлива, вино, по-прежнему, несет «химическую подпись» виноградника и леса, из которого было сдела-

но баррель, в котором вино выдерживалось. Естественно, что этот факт может быть использован для подтверждения происхождения вин с географическим наименованием, а также для обнаружения фальсификации вина.

Идентификация продукта по месту происхождения означает, что он обладает какими-то особыми характеристиками, связанными с этой территорией благодаря уникальным природно-климатическим условиям и существующим традициям. Также географическое наименование несет информацию о том, что существует определенный контроль над таким производством. В сущности, это признание валоризации продукта, благодаря его месту происхождения.

Элементный состав вина является очень важным фактором с технологической точки зрения – влияет на жизнедеятельность микроорганизмов и окислительно-восстановительные процессы в сусле и вине. Хотя и присутствуют в небольшом количестве, некоторые макро- и микроэлементы (Fe, Cu, Zn, Ca), они являются ключевыми в обеспечении физико-химической стабильности вин. Наличие минеральных элементов в вине влияет на органолептические свойства продукта [2].

С токсикологической точки зрения, определение содержания некоторых минеральных элементов – возможных контаминантов (Pb, Cd, Cu, Zn, As, Hg), является обязательной для всех продуктов питания. В то же время, некоторые страны включают в перечень запрашиваемых характеристик вина и другие макроэлементы – калий (нормально его содержание в вине варьирует в интервале 0,5-0,8 г/л), натрий (0,02-0,35 г/л), кальций (0,1-0,5 г/л), магний (0,05-0,4 г/л). Некоторые микро- и олигоэлементы как F, Al, B, Mn, Se, Br отличаются бóльшим диапазоном, в котором могут варьировать концентрации – фтор: 0,6-2,8 мг/л; алюминий: 1-5 мг/л; бром: 0,1-0,7 мг/л; селен: 0,02-0,8 мг/л; марганец: 0,4-2,0 мг/л и др. Поэтому, если в первом случае содержание макроэлементов представляет интерес, в основном, с технологической точки зрения, то в случае микроэлементов их содержание/соотношение является носителем информации о географическом происхождении продукта.

Начиная с 2011 г. МОВВ (Международная Организация Виноделия и Вина) впервые ввела в сборник рекомендуемых методов анализа для вина, сусла и виноградного сока мультиэлементный анализ – OIV-Oeno 344-2010, (Multielemental analysis using ICP-MS, метод OIV-MA-AS323-07) [3], который можно осуществить методами атомной эмиссионной спектрометрии с индукционно связанной аргоновой плазмой (АЭС-ИСП, или ICP-AES) и масс-спектрометрии – с индуктивно связанной аргоновой плазмой (МС-ИСП, или ICP-MS). Метод позволяет одновременно определить микроэлементы, присутствующие в вине, в следующем диапазоне концентраций: Al – 0,25-5,0 мг/л; B: 10-40 мг/л; Br: 0,20-2,5 мг/л; Cd: 0,001-0,040 мг/л; Co: 0,002-0,050 мг/л; Cu: 0,10-2,0; Sr: 0,30-1,0 мг/л; Fe: 0,80-5,0 мг/л; Li: 0,010-0,050 мг/л; Mg: 50-300 мг/л; Mn: 0,50-1,5 мг/л; Ni: 0,010-0,20 мг/л; Pb: 0,010-0,20 мг/л; Rb: 0,50-1,2 мг/л; Na: 5-30 мг/л; V : 0,003- 0,20 мг/л; Zn: 0,30-1,0 мг/л. Также можно определить и другие присутствующие в вине микроэлементы.

В данной работе представлены результаты испытаний, проведенные в целях апробирования микроэлементного анализа вин методом ICP-AES.

Материалы и методика проведения испытаний. Исследования проводились методом атомной эмиссионной спектрометрии с индукционно связанной аргоновой плазмой на приборе ICPE-9000 (ICP-AES, Shimadzu Co., Japan) со следующими характеристиками (таб. 1).

Таблица 1 – Инструментальные условия

		Normal	Alkali
RF Power	kW	1,2	0,8
Plasma Gas	L/min	10	10
Auxiliary Gas	L/min	0,6	0,6
Carrier Gas	L/min	0,7	0,8
Nebulizer		Co-axial	
Chanber		cyclone	
Torch		mini	
Exposure	sec	30	
Integration Point		3 pixel	

Пределы обнаружения химических элементов (без учета матричного эффекта) для ICPE-9000 представлены в таб. 2.

Таблица 2 – Пределы обнаружения элементов на ICPE-9000*

Элемент	Длина волны, nm	Предел обнаружения (Detection Limit), µg/L	Элемент	Длина волны, nm	Предел обнаружения (Detection Limit), µg/L
Ag	328,068	0,3	Na	589,592	0,3
Al	396,153	0,5	Nb	309,418	0,4
As	189,042	4,0	Nd	406,109	0,5
Au	242,795	0,5	Ni	221,647	0,3
B	249,773	0,2	P	177,499	5
Ba	455,403	0,01	Pb	220,353	2
Be	313,107	0,02	Pd	340,458	1
Bi	223,061	2,0	Pr	390,844	0,5
Ca	393,366	0,005	Pt	214,423	2
Cd	226,502	0,1	Rh	343,489	1
Ce	413,380	2,0	Ru	267,876	0,5
Co	228,616	0,2	S	180,731	5
Cr	267,716	0,3	Sb	217,581	3
Cu	324,754	0,4	Sc	361,384	0,03
Dy	353,170	0,2	Se	196,090	4
Er	337,271	0,2	Si	251,611	0,5
Eu	412,970	0,04	Sm	359,260	0,6
Fe	259,940	0,1	Sn	189,989	1
Ga	417,206	1,0	Sr	407,771	0,007
Gd	342,247	0,3	Ta	240,063	0,4
Ge	265,118	2,0	Tb	350,917	0,4
Hf	264,141	0,3	Te	238,578	15
Hg	184,950	1,0	Th	283,730	1
Ho	345,600	0,2	Ti	336,121	0,1
I	178,276	10,0	Tl	190,864	3
In	230,606	2,0	Tm	384,802	0,2
Ir	224,268	1,0	U	367,007	5
K	766,490	0,4	V	311,071	0,2
La	408,672	0,2	W	207,911	2
Li	670,784	0,1	Y	371,030	0,03
Lu	261,542	0,05	Yb	369,419	0,05
Mg	279,553	0,005	Zn	213,856	0,2
Mn	257,610	0,03	Zr	343,823	0,1
Mo	202,030	0,5			

* – Согласно техническим характеристикам от производителя, без учета матричного эффекта

В работе использовались стандарты для ICP Fluka TraceCERT-ISO/IEC 17027, ISO Guide 34 (Sigma-Aldrich GmbH). Для приготовления калибровочных растворов применялась вода и азотная кислота класса TraceSELECT Ultra.

Пробоподготовка включала разбавление вина 2 % раствором азотной кислоты (1:1) для определения микроэлементов. Для анализа макроэлементов разбавление варьировало от 1:25 (Na,Ca, Mg) до 1:100 (K), но при этом соблюдалось постоянство концентрации азотной кислоты (1 %).

Статистическая обработка проводилась при помощи программных пакетов Microsoft Excel XP (Microsoft Corp., США) и Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США). Расчет неопределенностей проводился в соответствии с Eurachem/CITAC Guide, для доверительного интервала 95 %.

Результаты и обсуждение. При подготовке калибровочных кривых, очень важным является подбор длины волны, при котором влияние сопутствующих элементов минимизировано. В случае ICPE-9000, детектор CCD (1024 x 1024 pixel) позволяет отчетливо разделить спектральные линии, даже если они расположены в непосредственной близости. К примеру, у меди и фосфора спектральные линии 213,60 и 213,62 нм представляют четко обозначенные раздельные пики (рис. 1).

Подбор спектральной линии осуществляется автоматически и в диалоговом режиме, при этом учитывается наличие спектральных линий, способных интерферировать и учитывается их вклад при данном исследовании (рис. 2).

1 – элемент шкалы – pixel Cu – 213,60 nm P – 213,62 nm

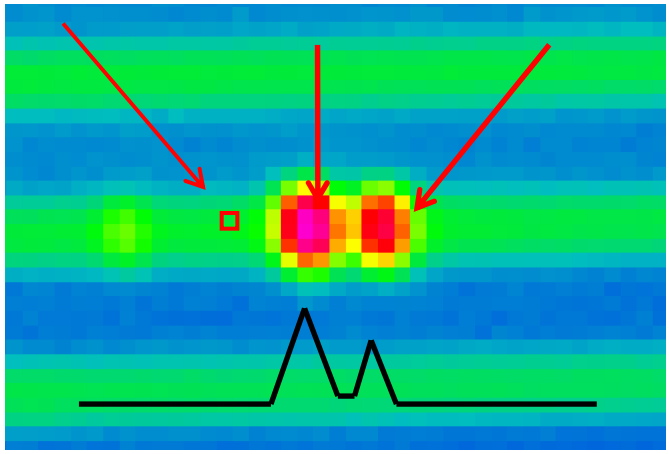


Рис. 1 – Спектральная шкала ICP-AES

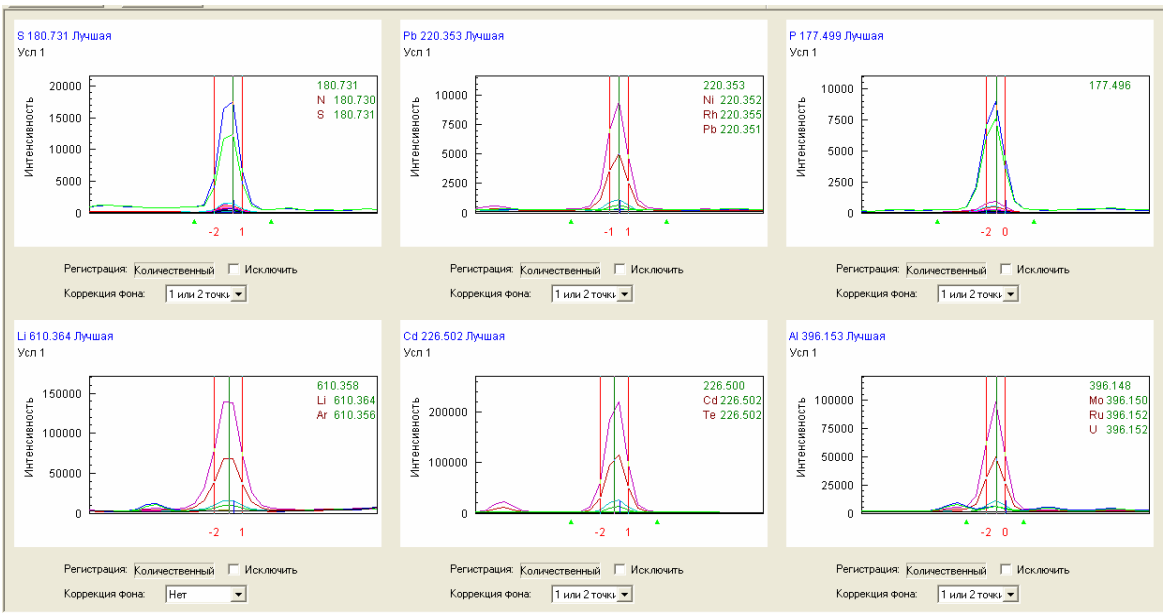


Рис. 2 – Выбор оптимальных спектральных условий для мультиэлементного анализа вин

После оптимизации спектральных условий для количественного определения совместно присутствующих элементов проводят калибровку, как правило, для несколько длин волн, характерных для данного элемента (рис. 3)

Для мультиэлементного анализа вина используются две серии стандартов: серия (1), включающая микроэлементы – цинк, медь, мышьяк, свинец, кадмий, железо, алюминий, и др.; серия (2), включающая макроэлементы – натрий, калий, кальций, магний, литий. Для первой серии мультиэлементный стандарт готовят на 5 %-ном растворе этанола, а для второй серии (2) – влияние спирта не учитывают, так как существенное разбавление образцов (в 25-100 раз) нивелирует его влияние.

Результаты анализа получают в следующем виде (таб. 3). Указывается серия стандартов, стандартное отклонение (SD) и RSD (%). При расчете данных, разбавление учитывается автоматически. Отрицательное значение свидетельствует об отсутствии данного элемента в исследуемом образце (As).

Данное вино отличается низким содержанием меди, кадмия, цинка, железа, алюминия, хрома, никеля и других микроэлементов, обладающих высоким комплексообразующим потенциалом. Содержание макроэлементов Ca (73,8), S (76,6), Mg (95) соответствует средним значениям; содержание K (426) и Na (25,2) соответствует нижнему пределу среднестатистических значений. В то же время следует отметить, что содержание натрия, которое строго регламентируется в странах ЕС (60 мг/Л, а в некоторых

случаях даже 30 мг/Л), является значительно ниже, чем для вин из других регионов страны, а это является только последствием состава почвы.

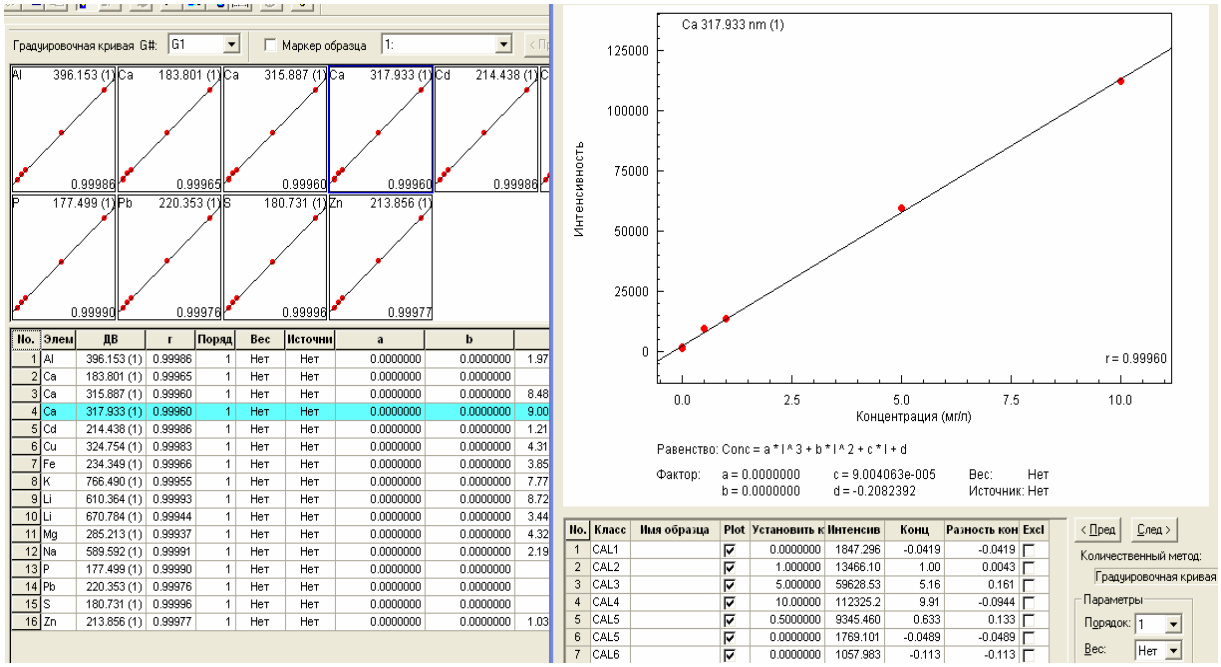


Рис. 3 – Калибровочные кривые при мультиэлементном анализе

Таблица 3 – Содержание микро- и макроэлементов в образце молдавского белого вина с центрального региона Молдовы

Element	**Al**	**As**	**Ba**	**Ca**	**Cd**	**S**	**Cu**
Wavelength	396.153 (1)*	228.812 (1)	455.403 (1)	616.217 (2)	226.502 (1)	180.731 (2)	224.700 (1)
Unit	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
[1]	0,355	-0,0394	0,0741	73,9	0,0202	76,7	0,0331
[2]	0,352	-0,0362	0,074	74	0,0218	76,5	0,0343
[3]	0,353	-0,0363	0,0738	73,5	0,0212	76,4	0,0312
Average	0,353	-0.0373 L	0,074	73,8	0,0211	76,6	0,0329
SD	0,0015	0,0018	0,0001	0,291	0,0008	0,176	0,0015
RSD	0,43	4,8	0,16	0,39	3,84	0,23	4,66
Element	**Fe**	**K**	**Mg**	**Zn**	**Na**	**Ni**	**Cr**
Wavelength	234.349 (1)	404.721(2)	383.826 (2)	206.200 (1)	330.232(2)	231.604 (1)	267.716(1)
Unit	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
[1]	1,38	427	95,1	0,359	25,3	0,0218	0,0095
[2]	1,38	425	95	0,359	25,1	0,0209	0,0091
[3]	1,38	426	94,8	0,359	25,2	0,0209	0,0094
Average	1,38	426	95	0,359	25,2	0.0212	0,0094
SD	0,0024	0,993	0,122	0,0001	0,114	0,0005	0,0002
RSD	0,17	0,23	0,13	0,03	0,45	2,45	2,2

* – серия стандартов

Безусловно, содержание микроэлементов зависит не только от состава почвы, но также и от применяемых технологических операциях [4,5]. Содержание микро- и макроэлементов также зависит от года урожая [6,7]. В частности, относительно низкое содержание таких элементов, как медь и железо свидетельствует об отсутствии экзогенных металлов агрономического или технологического происхождения. Относительно низкое содержание калия свидетельствует о том, что не применялись такие технологические операции как сульфитирование метабисульфитом калия, деметаллизация (ЖКС), осветление альгинатом или казеинатом калия и др.

Выводы

Мультиэлементный анализ, проведенный при помощи методов ICP-MS или ICP-AES, представляет значительный интерес как в целях подтверждения географического происхождения продукта, так и в качестве информативного источника о применяемых технологических приемах. По сути, такой анализ является первостепенным для вин с наименованием по месту происхождения (VDO). Также метод может быть применен для идентификации контрафактной продукции.

Литература

1. Виноградов А.П. Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и средой // Микроэлементы в жизни растений и животных: Труды конгр.– М., 1952. – С. 7-20.
2. C. Ţârdea. Chimia şi analiza vinului. Iaşi, 2007. 1400 p.
3. COMPENDIUM OF INTERNATIONAL METHODS OF ANALYSIS-OIV, 2011, vol. 1, 2.
4. A. Gonzálvez, A. Llorens, M.L. Cervera, S. Armenta, M. Guardia. Elemental fingerprint of wines from the protected designation of origin Valencia. Food Chemistry, Volume 112, Issue 1, 2009, Pages 26-34.
5. Mònica Iglesias, Emili Besalú, Enriqueta Anticó. Internal Standardization−Atomic Spectrometry and Geographical Pattern Recognition Techniques for the Multielement Analysis and Classification of Catalonian Red Wines. *J. Agric. Food Chem.*, 2007, *55* (2), pp 219–225
6. Vivien F Taylor, Henry P Longerich, John D Greenough. Multielement analysis of Canadian wines by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) and multivariate statistics. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2003,Volume: 51, Issue: 4, Pages: 856-860.
7. Paul P. Coetzee, Francois E. Steffens, Riette J. Eiselen, Ockert P. Augustyn, Lieve Balcaen, Frank Vanhaecke. Multi-element Analysis of South African Wines by ICP−MS and Their Classification According to Geographical Origin. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, *53* (13), pp 5060–5066.

УДК 663.221.011

ІДЕНТИФІКАЦІЯ КРИТИЧНИХ КОНТРОЛЬНИХ ТОЧОК ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БІЛОГО ВИНА ЗА СИСТЕМОЮ НАССР

Крусір Г.В. д-р. техн. наук., доцент, Шевченко Р.І. канд. техн. наук., доцент, Захарчук В.Г. канд. техн. наук, Севастьянова О.В. канд. техн. наук, Соколова І.Ф., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуто питання ідентифікації критичних контрольних точок для процесу виробництва білого вина і виноробної продукції відповідно до вимог міжнародних стандартів системи НАССР. Наведено приклади такого аналізу для виноробного підприємства .

The issues of identification of critical control points for the production of white wine and wine products in accordance with the requirements of the international standards system of HACCP. The examples of such analysis for the wine enterprise are considered.

Ключові слова: безпека харчової продукції, виноробство, вино, критична контрольна точка, система НАССР.

Останнім часом проблема безпеки харчових продуктів придбала статус глобальної. Сучасний підхід до безпечності продуктів харчування передбачає впровадження на підприємствах, які виробляють та реалізують продукти харчування, систем управління безпечністю харчових продуктів на основі вимог міжнародних стандартів. Найбільш поширеною у світі є система, що базується на концепції аналізу небезпечних чинників і критичних точок контролю (НАССР). Вона передбачає заходи, які забезпечують необхідний рівень показників безпеки продукції в процесі її виробництва, причому саме в тих критичних точках технологічного процесу, де може виникнути загроза появи небезпечних чинників.

НАССР – це система організації безпеки у виробництві та переробці харчових продуктів по всьому операційному ланцюжку: від сировини і пакувальних матеріалів до доставки продукції кінцевому споживачеві. НАССР була спеціально розроблена для харчової промисловості і вперше застосовувалася в 60-і роки в США при виготовленні продуктів харчування для астронавтів. На відміну від інших систем контролю якості, які ґрунтуються на періодичних тестуваннях сировини і готової продукції, НАССР веде постійний контроль на всіх етапах виробництва.

Застосування системи НАССР на будь-якому харчовому підприємстві неможливе без впровадження і дотримання процедур, що забезпечують виконання загальних принципів гігієни харчових продуктів. За-

гальні принципи гігієни харчових продуктів встановлені в стандарті ″Кодекс Аліментаріус″. Це ″Рекомендований міжнародний Кодекс загальних принципів гігієни харчових продуктів″, що відстежує весь ланцюжок виробництва харчових продуктів – від первинного виробництва (вирощування) до кінцевого споживача, установлюючи необхідні гігієнічні умови для виробництва безпечного і допустимого для споживання продукту.

Ефективність системи НАССР визначається 7 принципами, на яких базується її використання. Застосування цих принципів на практиці створює необхідні умови для гарантованого випуску безпечної продукції. Одним із найважливіших є принцип ідентифікації критичних контрольних точок.

Визначення критичних контрольних точок (ККТ) (точок, де існує найвища ймовірність виникнення потенційної небезпеки) необхідне для усунення, мінімізації впливу небезпечних факторів або унеможливлення їхньої появи.

Система НАССР відносить до контрольних критичних точок насамперед ті технологічні операції, які здійснюються для усунення небезпечного фактора чи зниження його до прийнятного рівня. Критична контрольна точка в системі НАССР – це не лише перевірка технологічного процесу, а контроль з метою управління безпекою продуктів.

До негативних (небезпечних) відносять такі фактори, поява яких на будь-якій стадії життєвого циклу виробів може знизити їхню якість. Негативні фактори в НАССР пропонується ідентифікувати на основі аналізу можливості (ризику) невиконання вимог спеціальних нормативних документів, що регламентують розробку і виробництво даного виду продукції і тяжкості наслідків цього невиконання.

Під критичною контрольною точкою в системі НАССР будемо розуміти місце проведення контролю для ідентифікації негативного (небезпечного) фактора, здатного знизити якість продукції. Необхідною умовою вибору критичної контрольної точки є наявність на розглянутій технологічної операції ознак ризику реалізації негативного (небезпечного) фактора. Критичні контрольні точки визначають, аналізуючи ризики кожного негативного фактора, що враховується, і розглядаючи послідовно всі процеси, включені в блок-схему технологічного процесу виробництва продукту. Кожна ККТ характеризується критичною межею. Під критичною межею розуміється значення технологічного параметра, який контролюється в критичній точці з метою запобігання, усунення або зменшення ризику реалізації негативного (небезпечного) фактора у даній точці. Ідентифікація критичних контрольних точок проведено відповідно до блок-схеми (рис.1).

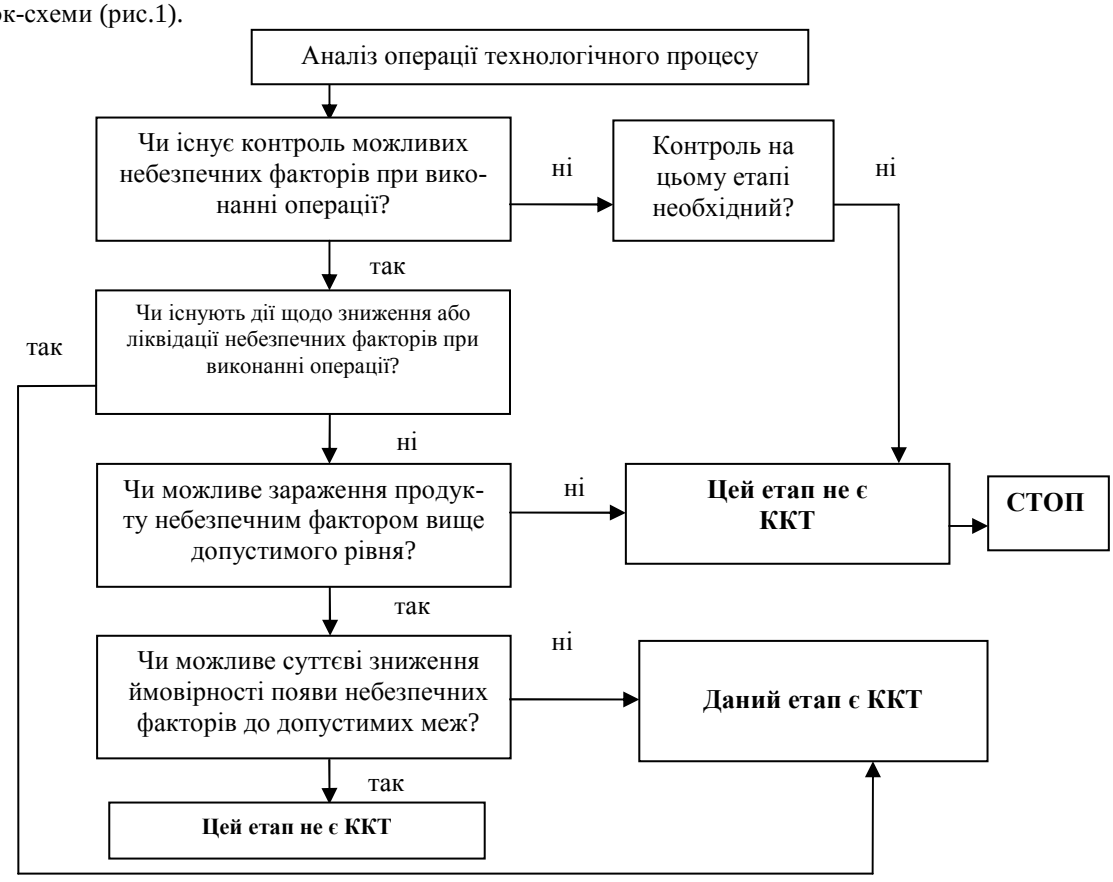


Рис. 1 – Ідентифікація критичних контрольних точок

За наведеною блок-схемою проводять аналіз кожної операції, ставлячи відповідні питання. Вкінці аналізу за результатами відповідей на питання той або інший процес відносять до ККТ. Фази процесу, які були віднесені до ККТ, відзначені на технологічній схемі (рис. 2).

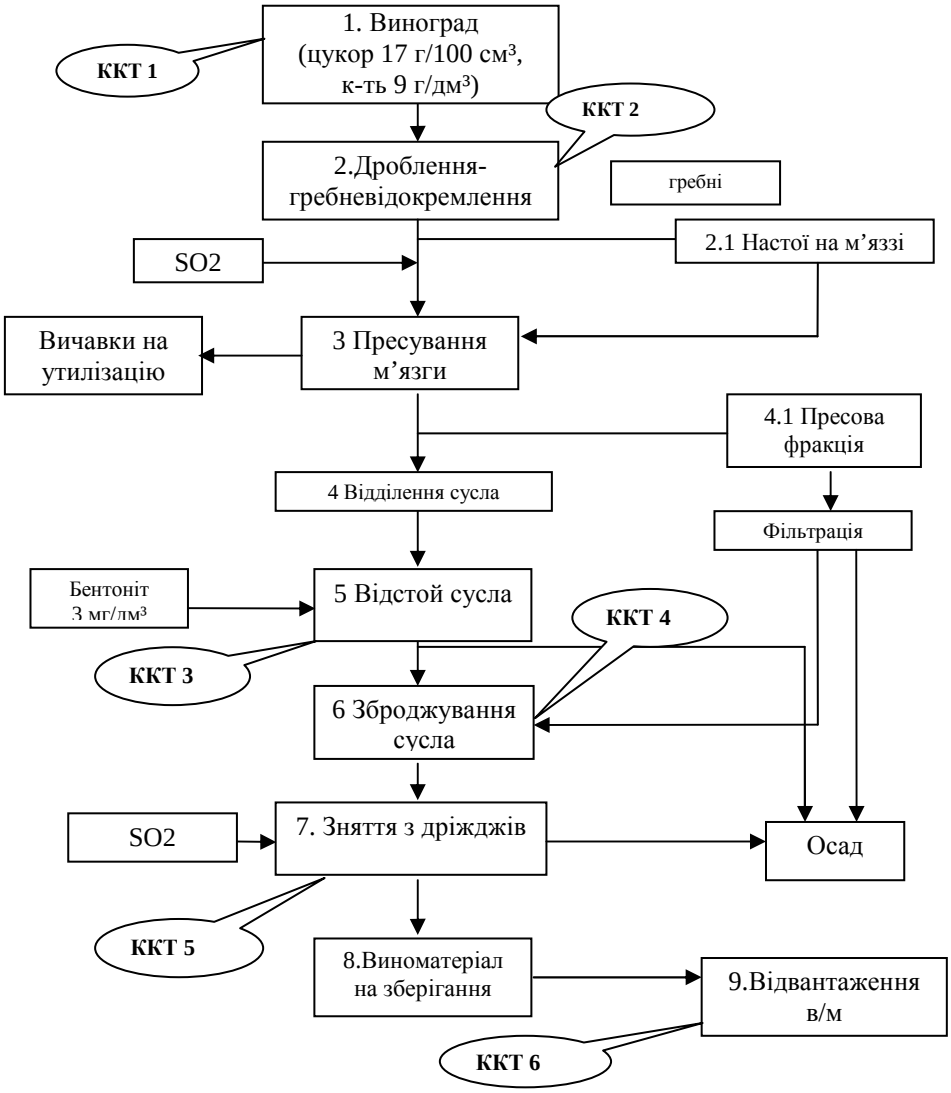


Рис. 2 – Технологічна схема виробництва білих натуральних необроблених вин з точками контролю

Складена технологічна схема з наведеними ККТ дає змогу сконцентрувати увагу на найбільш небезпечних фазах процесу, що дозволяє усувати небезпечні фактори або знижувати їх до прийнятного рівня.

Висновок

В процесі роботи були отриманні наступні результати. Були визначенні критичні контрольні точки всього технологічного процесу. Усього критичних контрольних точок шість: ККТ1 – прийом винограду; ККТ2 – дроблення-гребневідокремлення; ККТ3 – відстій сусла; ККТ4 – зброджування сусла; ККТ5 – зняття з дріжджів; ККТ6 – відвантаження в/м.

Література

1. ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 15 с.
2. ГОСТ Р.51705.1-2001. Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП.

УДК 001.891:663.221.011

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОСТІ КОНТРОЛЬНИХ ТОЧОК ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БІЛОГО ВИНА ЗА СИСТЕМОЮ НАССР

Крусір Г.В. д-р. техн. наук., доцент, Шевченко Р.І. канд. техн. наук., доцент, Захарчук В.Г., канд. техн. наук, Севастьянова О.В. канд. техн. наук, Соколова І.Ф., магістр
Одеська національна академія харчових технології, м. Одеса

Розглянуто питання визначення пріоритетності критичних контрольних точок для процесу виробництва білого вина і виноробної продукції відповідно до вимог міжнародних стандартів системи НАССР. Наведено приклади такого аналізу для виноробного підприємства .

The issues of prioritization of critical control points for the production of white wine and wine products in accordance with the requirements of the international standards system of HACCP.The examples of such analysis for the wine enterprise are considered.

Ключові слова: безпека харчової промисловості, виноробство, вино, критична контрольна точка, пріоритетність, система НАССР.

Стурбованість щодо безпечності та якості харчових продуктів відчувається значною мірою в усьому світі. Це – пріоритетні проблеми для урядів, виробників харчових продуктів, представників промисловості, торгівлі та споживачів. Проблема хвороб харчового походження існує в усіх частинах світу, а що стосується деяких істотних видів небезпек харчового походження, то здається, що впродовж останніх десятиріч збільшилась захворюваність, яка реєструється.

Харчові продукти є суттєвими факторами ризику для працездатності, здоров'я, а іноді й життя людини. Мільйони людей щорічно потерпають від харчових отруєнь, які викликані вживанням небезпечних, неякісних та фальсифікованих продуктів.

На жаль, в останні роки, особливо у нас в Україні, значно почастішали випадки харчових отруєнь. Це відбувається переважно влітку в місцях масового харчування (дитячих садках, школах і навіть у лікарнях) і пов'язано зі зниженням безпечності харчових продуктів.

У відповідності до вимог стандарту ISO22000:2007 для кожної визначеної контрольної точки (КТ) повинна бути складена оцінка пріоритетності. У процесі досліджень були визначені контрольні точки кожної технологічної операції. З метою визначення пріоритетності ККТ розроблено методику, у відповідності до якої при виділенні ККТ кожна з ідентифікованих операції оцінюється, виходячи зі складових (критеріїв) масштабності, ймовірності, регульованості і витрат. Оцінка пріоритетності КТ проводиться за такою формулою:

ПРІОРИТЕТНІСТЬ=МАСШТАБНІСТЬ+РЕГУЛЬОВАНІСТЬ+ВИТРАТНІСТЬ+ЙМОВІРНІСТЬ

Для оцінки кожної зі складових необхідно оцінити наведені нижче показники. Зі списку наведених значень показників за кожною складовою необхідно вибрати один з трьох запропонованих варіантів, що найбільш точно характеризують оцінюваний критерій. Бальна оцінка, яка відповідає до обраного варіанту, буде оцінкою величини, що визначає значущість критерію за даним показником.

Отримані значення показників підсумовуються для кожної складової, в результаті чого визначається значення критерію даної операції.

За результатами сумарного значення кожного критерію (складової) присвоюється символ, який визначає ймовірність визначення цього етапу процесу як критичної контрольної точки:

Таким чином, виходячи із сумарного значення балів, визначається пріоритетність контрольних точок (КТ).

Оцінка інтегральної (сумарної) пріоритетності КТ, які характеризуються різним набором символів, що визначають його рівні масштабності, регульованості, витратності і ймовірності, повинна проводитися шляхом експертного ранжирування. При цьому найбільш важливими параметрами для порівняння є значення пріоритетів за мірою регульованості (тобто за ступенем можливого контролювання процесу) і за мірою витрат на зниження (ліквідацію) впливу небезпечного фактора. Далі представлений запитальник, на підставі якого проводилася оцінка інтегральної пріоритетності КТ:

Визначення величини масштабності.

1. Яка величина масштабу впливу небезпечного фактора на безпеку продукту?

• локальний (у межах 1 фази процесу)	1
• масштабний (у межах усього технологічного процесу)	3

2. Які обсяги зараження (забруднення) продукції (сировини)?

• незначні (до 10 % загального обсягу)	1
• середні (від 10 % до 50 %)	2
• значні (більше 80 %)	3

3. Рівень небезпеки забруднювальних речовин.

• нетоксичні (4 клас – малонебезпечні)	1
• середній рівень токсичності (3 клас – помірно небезпечні)	2
• високий рівень токсичності (1 клас – надзвичайно небезпечні; 2 клас – високонебезпечні)	3

Характеристика регульованості.

1. Рівень відхилень, який зумовлений наявністю небезпечного фактора, відповідає нормативам?

• відповідає нормативам	1
• не відповідає нормативам	3

2. Можливість виявлення впливу при візуальній, оцінкою.

• виявляється при першому огляді	1
• виявляється за результатами одиничних аналізів	2
• вимагає проведення спеціальних досліджень	3

3. Тривалість впливу часу.

• короткострокове (до 24 годин)	1
• середня тривалість (до 7 діб)	2
• тривалій вплив (більше 7 діб)	3

Витрати на зниження (ліквідацію) впливу

1. Витрати на проведення досліджень впливу?

• роботи не проводилися, витрат не було	1
• роботи проводилися в минулій діяльності	2
• проводяться систематичні дослідження	3

2. Витрати на модернізацію процесів, продукції або системи контролю?

• витрати на застосування нових технологій не потрібні	1
• застосування можливе	2
• потрібна термінова заміна технологій	3

3. Витрати на відшкодування завданої шкоди здоров'ю людей.

• немає	1
• виплачувалися в минулій діяльності	2
• виплачуються систематично	3

Характеристика ймовірності

1. Ступінь ймовірності попадання небезпечного фактора в продукцію?

• незначні (до 10% загального обсягу)	1
• середні (від 10% до 50%)	2
• значні (більше 80%)	3

На підставі сумарних значень визначається ККТ. Якщо сумарне значення більше 17 балів, тоді КТ відносять до ККТ. Результати анкетування наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Оцінка пріоритетності критичних контрольних точок натуральних білих необроблених вин

Фаза процесу	Масштаб ність (бали)	Регульова ність (бали)	Ймовір ність (бали)	Витраність (бали)	Пріори-тетність ∑ балів
Приймання винограду	3+2+2=7	1+2+2=5	3	2+2=4	19
Дроблення винограду	3+3+3=9	2+3+3=8	1	1+1=2	20
Настій на меззі	Ризиків не виявлено				
Пресування мезги	3+2+2=7	2+1+1=4	1	2+2=4	16
Відбір сусла-самопливу	Ризиків не виявлено				
Відбір пресових фракцій	Ризиків не виявлено				
Відстої сусла	3+3+3=9	2+3+3=8	1	1+1=2	20
Фільтрація сусла пресо-вих фракцій	Ризиків не виявлено				
Бродіння сусла	1+3+3=7	2+3+3=8	3	2+2=4	22
Витримка на дріжджах	Ризиків не виявлено				
Зняття з дріжджів	3+2+2=7	1+2+2=5	3	2+1=3	18
Зберігання необроблених вин	3+2+2=7	2+1+2=4	1	2+2=4	17
Відвантаження в/м	1+3+3=7	2+3+3=8	1	2+2=4	20

Сумарне значення критеріїв і ККТ записуються в табл. 2.

Таблиця 2 –ККТ натуральних білих необроблених вин

ККТ	Маштаб ність	Регульова ність	Ймовір ність	Витрат-ність	Пріоритет-ність
Приймання винограду	7	5	3	4	19
Дроблення винограду	9	8	1	2	20
Настій на меззі	Ризиків не виявлено				
Пресування мезги	7	4	1	4	16
Відбір сусла-самопливу	Ризиків не виявлено				
Відбір пресових фракцій	Ризиків не виявлено				
Відстої сусла	9	8	1	2	20
Фільтрація сусла пресо-вих фракцій	Ризиків не виявлено				
Бродіння сусла	7	8	3	4	22
Витримка на дріжджах	Ризиків не виявлено				
Зняття з дріжджів	7	5	3	3	18
Зберігання необроблених вин	7	4	1	4	17
Відвантаження в/м	7	8	1	4	20

За результатами ранжування в технологічному процесі виробництва білих натуральних вин було виявлено шість ККТ: приймання винограду, дроблення винограду, відстої сусла, бродіння сусла, зняття з дріжджів, відвантаження в/м.

Висновок

Розроблено методику, у відповідності до якої при виділенні ККТ кожна з ідентифікованих операції оцінюється, виходячи зі складових (критеріїв) масштабності, ймовірності, регульованості і витрат. За допомогою даної методики були визначені критичні контрольні точки (приймання винограду, дроблення винограду, відстої сусла, бродіння сусла, зняття з дріжджів, відвантаження в/м.) технологічного процесу виробництва білого натурального вина.

Література
1. ДСТУ 4161-2003.Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги. - К.: Держспоживстандарт України, 2003.- 15 с.
2. Боженко Л.І., Гутта О.Й. Управління якістю, основи стандартизації та сертифікації продукції: Навчальний посібник. – Львів.: Афіша, 2001.- 176 с.
3. НАССР - научный системный подход к управлению безопасностью продукции // Пищевая промышленность. - 2003.-№4.- с.13-19.

УДК 663.5.24:661.94

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАГНІТНИХ ПОЛІВ НА БЕЗПЕКУ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Боровікова Н.О.
Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка, м. Харків
Фефелов О.О.
Колективне науково-виробниче підприємство «Нуклон-1», м. Харків,
Григоренко С.А.
Товариство з обмеженою відповідальністю «Кримська водочна компанія», м. Сімферополь

У статті наведено результати досліджень впливу магнітної обробки на біологічні об'єкти. Розглянуто позитивний ефект лікувальної дії води, обробленої магнітним полем.

The results of the magnetic treatment effects on biological objects was studed. A positive effect of magnetic water treatment is discussed.

Ключові слова: магнітна обробка, магнітні поля, електричні поля, лікувальна дія, вода, водно-спиртовий розчин.

Рослинна сировина та продукти її переробки являють собою дисперсні системи з електрично зарядженими живими клітинами. Останні характеризуються різними біопотенціалами, які змінюються при взаємодії із зовнішнім магнітним полем, що призводить до зміни метаболізму клітин, викликаючи в них активацію або уповільнення біохімічних процесів, ферментативної активності і т.д. Вплив невеликих за розміром низькочастотних магнітних полів на біологічні об'єкти, як правило, не викликає деструкцію і загибель клітин рослинних організмів, у їх основі лежить не стільки енергетичний, скільки біофізичні і біохімічний впливи, що реалізуються на клітинно-молекулярному та іонному рівнях. Ефекти впливу магнітного поля на фізико-хімічні процеси в клітинах, особливо зародка, відчутно проявляються в примембранному шарі і залежать від частоти, величини магнітної індукції зовнішнього магнітного поля, швидкості проходження маси клітин, розмірів клітин і ряду інших факторів.

Огляд наявних робіт за дією магнітного поля на біологічні об'єкти свідчить про можливість існування механізмів взаємодії магнітних полів із клітинами рослинного або тваринного походження, які зачіпають фундаментальні аспекти їхньої життєдіяльності та функціонування клітинних мембран.

Найбільш істотний висновок, зроблений на основі цих експериментів, полягає в таких показниках: характер впливу магнітних полів на біологічні об'єкти, крім звичайного теплового впливу, має властивості інформаційного впливу.

У загальних рисах вважається, що в основі ефекту лежать функціональні зміни мембранних утворень клітин і внутрішньоклітинних органел, які є мішенями резонансного коливання електромагнітного поля. У результаті такої взаємодії створюється фізико-хімічна основа для зміни процесів метаболізму, пов'язаного з переносом протонів та електронів у клітинних мембранах, а вже на цій основі виникають послідовні неспецифічні реакції клітини.

До сьогодні в галузі дослідження біологічних ефектів слабких магнітних полів накопичений значний експериментальний матеріал, який свідчить про високу чутливість клітин до їхнього впливу. Встановлено вплив магнітного поля з величиною магнітної індукції в діапазоні 20-100мкТл відзначається надзвичайно високою біологічною активністю: призводить до послаблення білкового захисту молекул ДНК до дії ДНКази 1; різко прискорює процеси спонтанного розпаду (гідролізу) білків і пептидів на пептидних фрагменти.

Однак до сьогодні залишаються багато незрозумілого: механізми резонансних ефектів; порогові величини дії полів; мішені дії (крім неорганічних іонів), які зазнають зміни під дією полів певних частот і амплітуди. Крім фундаментального значення, розв'язання, цих питань має велике прикладне значення, особливо для наукового обґрунтування санітарних норм, пов'язаних з проблемою електромагнітної безпеки харчових продуктів.

Метою статті є виявлення та детальне дослідження ефектів дії слабких магнітних полів на біологічні та фізико-хімічні системи, визначення найбільш активних параметрів цих полів, їхніх порогових значень, частотно-амплітудних діапазонів біологічної активності, а також пошук і дослідження мішеней дії слабких магнітних полів і молекулярних механізмів зміни функціональної активності цих мішеней.

Незважаючи на те, що було проведено велику кількість досліджень, виконаних з метою виявлення біологічних ефектів впливу ELF електричних і магнітних полів, тільки в декількох систематичних дослідженнях були визначені порогові характеристики поля, при яких відбуваються суттєві зміни біологічних функцій.

У багатьох дослідженнях передбачалося, що слабкі електричні сигнали в ELF діапазоні можуть впливати на електричний потенціал клітинних мембран, індукуючи протікання біохімічних реакцій у цитоплазмі, що, в свою чергу, призводить до зміни клітинних функцій і проліферативних властивостей. З використанням простих моделей поведінки окремих клітин у слабких полях було показано, що для перевищення рівня ендогенного фізичного і біологічного шуму в клітинних мембранах електричний сигнал під позаклітинне поле повинен перевищувати 10-100мВ м-1 (що відповідає щільності індукційного електричного струму порядку 2-20 мА м-2). Передбачається, що в реакціях на індукованих ELF поле при 100мВ м-1 і нижче можуть змінюватися деякі структурні і функціональні властивості мембран. При впливі індукційних електричних полів порядку 10 мВ м-1 і нижче (що відповідає щільності індукційного електричного струму 2мА м-2 і нижче) спостерігалися нейроендокринні зміни (наприклад, пригнічення синтезу мелатоніну в нічний час). Однак неясно, чи може така біологічна дія низькочастотних полів приводити до несприятливих ефектів для здоров'я людини.

На сьогодні опубліковано багато праць про вплив ELF полів на властивості клітинних мембран (іонний транспорт та взаємодія мітогенів з рецепторами, розташованими на поверхні клітин), клітинні функції і ростові процеси (наприклад, підвищена проліферація і зміни в метаболізмі, експресії генів, біосинтезі білків і активності ензимів), які спостерігалися в дослідах in vitro. Значна увага приділялася вивченню впливу низькочастотних полів на транспорт іонів Са+ через клітинні мембрани і внутрішньоклітинну концентрацію цього іона, на інформаційну (матричну) РНК і процеси синтезу білків, а також на активність ферментів, таких, як орнітин декарбоксилаза (ОДК), які пов'язані з проліферацією клітин і прогресуванням раку.

До сьогодні не доведено впливу ELF поля на структуру ДНК і хроматину, що не дозволяє очікувати мутацій і злоякісних трансформацій. Це підтверджується результатами лабораторних досліджень, спланованих з метою виявлення пошкоджень ДНК і хромосом, випадків мутацій і підвищеної частоти трансформацій при впливі ELF полів. Відсутність впливу на структуру хромосом може свідчити про те, що, якщо ELF поля впливають на процес канцерогенезу, то вони більш імовірно діють як промотори, а не ініціатори, посилюючи проліферацію генетично змінених клітин, а не викликаючи первинні пошкодження ДНК або хроматину.

Виклад основного матеріалу досліджень. Проведено серію експериментів для виявлення лікувальних властивостей питної води і водно-спиртових розчинів у зв'язку з їх омагнічуванням магнітотронами.

У всіх тварин Контрольних і Експериментальних груп експериментально були викликані патології: порушення магістрального кровотоку, механічні травми м'яких тканин, переломи трубчастих кісток, іонізуючих поразки (променева хвороба), онкологічні та опіки.

Вивчено стан лікувального процесу тварин при вживанні в щоденному раціоні звичайної водопровідної води і цієї ж води, але обробленої магнітним полем магнітотронів В.С. Петрасенко; розчинами 10,20,30 та 40 % етанолу також омагнічених в магнітотроні і неомагнічених.

При введенні в шлунок тварин омагніченого 40, 30, 20 і 10 % розчинів спирту ступінь зниження патологічних змін зменшується зі зменшенням концентрації спирту. Відзначено однакову дію 40 і 30% розчину спирту.

При введенні в шлунок тварини омагніченого 40 і 30 % розчину спирту, ступінь зниження патологічних змін була значно вищою, ніж у тварин, які одержували неомагнічені розчини.

Проведені дослідження також показали, що вживання омагніченої води і 30 % розчину спирту стимулює розвиток захисно-адаптаційних реакцій і не викликає паталогічних процесів. Забезпечує більш активну нормалізацію функціонально-морфологічної перебудови органів і систем, притаманних патогенезу хронічного гастриту та атеросклерозу, структури і функцій дрібних вен і капілярного русла. Більш

виражено це проявилося в стінці шлунка, печінки, мозку, нирках і яєчка, у мікро циркуляції і проникності клітинних мембран.

Результати експериментальних досліджень дають підстави рекомендувати до практичного застосування омагнічену воду і омагнічений 30 % розчин етилового спирту в побуті і в якості лікарського засобу [1]. На підставі досліджень обробки сировини, технічної води, пивних дріжджів, напівпродуктів пивоварного виробництва, а так само готового пива магнітним полем напруженістю 40 ±10 мТл, проведених у НВО пивоварної, безалкогольної та виноробної промисловості Інститутом харчування Російської академії медичних наук в 1999 р, було зроблено висновок, що використання магнітних систем з напруженістю не більше 40 ±10 мТл в технології виготовлення пива з позицій гігієни харчування не викликає заперечень. Є також дозвіл органів Госкомепіднадзору на використання магнітних систем при виготовленні безалкогольних та алкогольних напоїв (№ 23-03/20 від 14.11.91р.), а також виноматеріалів (№ 123-4/520 від 05.12.86 р.). Ці дослідження та публікації біологічних ефектів впливу постійних та змінних (нижче 300Гц) електричних та магнітних полів стали основою для дозволу використання магнітних систем з напруженістю магнітного поля не більше 40 ± 10мТл міністерством охорони здоров'я СРСР. В Україні з метою обмеження впливу електромагнітних полів на людину, для забезпечення прийнятного рівня захисту здоров'я людини від відомих несприятливих ефектів і забезпечення безпеки харчових продуктів у 1998 р. були введені в дію Технічні умови на магнітооптичні пристрої, призначені для магнітної обробки рідин у харчовій промисловості.

На підставі аналізу цих рекомендацій при розробці технічних умов на пристрої магнітної обробки рідини по відношенню до людини прийнятий поріг допустимого тривалого впливу для постійного магнітного поля В = 1Тл, для змінного (частотою 50 Гц) поля В = 0,05 Тл. Серйозні зміни (патологія) при впливі змінного поля відзначаються, починаючи з В = 0,1 Тл. Одна з характеристик дії поля на людину – його суб'єктивні відчуття. Деякі люди відчувають поле за поколюванням кінчиків пальців рук, інші – як свічення (так званий магнітофосфен). У більшості випадків людина реагує на постійне магнітне поле з В = 0,08 Тл, на змінне (частота 10Гц) поле з В = 0,03 Тл. У зв'язку з цим гігієністи схильні вважати допустимим для людського організму індукцію $B \leq 0{,}05$ Тл в постійному полі і $B \leq 0{,}005$ Тл у змінному – за умови тривалого перебування. При короткочасних контактах ці межі зростають, але не повинні перевищувати В = 1,0 Тл в постійному полі і В = 0,1 Тл в змінному.

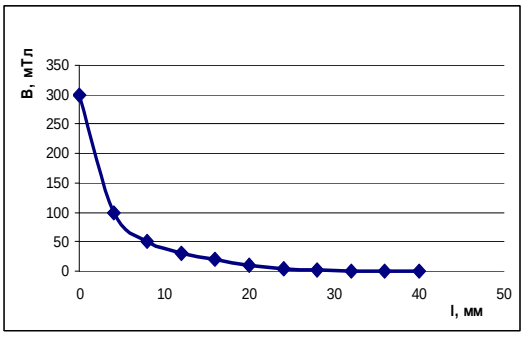


Рис. 1 – Залежність зміни величини магнітної індукції від відстані від поверхні магніту зі сплаву Nb-Fe-B

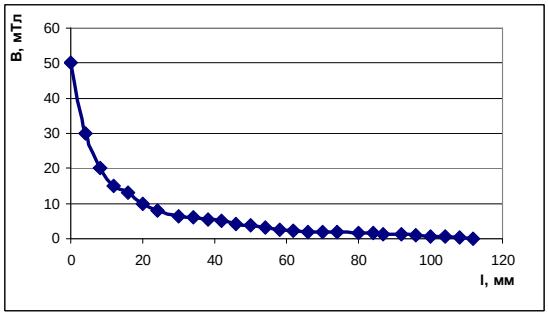


Рис. 2 – Залежність зміни величини магнітної індукції від відстані від поверхні магніту феритового

На рисунках 1 і 2 показано зміни величини магнітної індукції від поверхні магнітів застосовуваних у конструкціях магнітних пристроїв на постійних магнітах.

З рисунків видно, що на відстані приблизно понад 115мм від поверхні магніта, величина магнітної індукції зменшується до нуля, тобто людина знаходиться практично поза зоною дії магнітного поля, і можливий лише короткочасний контакт.

Висновки

1. Необхідною і достатньою умовою за визначенням порога небезпечної індукції в конструкціях магнітних пристроїв є обмеження величини магнітної індукції з метою забезпечення безпеки харчового продукту – виготовляється із застосуваннями магнітних технологій.

2. Величина магнітної індукції в центрі робочого отвору оброблюваного продукту не повинна перевищувати 40±10мТл.

3. Дія неіонізувального випромінювання постійних магнітів, які застосовуються в пристроях магнітної обробки рідини не являють загрози для здоров'я людини, оскільки основні обмеження і контролювальні рівні є меншими допустимого порога небезпечності.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямі. У подальшому планується розробити магнітну установку для обробки сипких харчових продуктів.

Література

1. Кисла, Л.В. Зміна фізичних та органолептичних властивостей етанолу під дією магнітного поля [Текст] / Кисла Л.В., Григоренко С.А., Боровікова Н.О., Кислий П.Г. // Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького / Львівський нац. ун-т ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького; [редкол.: Р.В. Кравців (відпов. ред.) та ін.]. – Львів: ЛНУВМБТ, – 2008. – Том 10, №1 (1). – С. 115–119.

РОЗДІЛ 5

СТВОРЕННЯ НОВОГО ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ, ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ, ТЕОРІЇ, МЕТОДІВ ЇХ РОЗРАХУНКУ ТА ПРОЕКТУВАННЯ.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНІМИ ПРОЦЕСАМИ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 641.521:639.4/6

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ КАЛЬМАРОВ ОТ ВНУТРЕННОСТЕЙ

Амбарцумянц Р.В., д-р техн. наук, профессор, Горкавенко Е.А., канд. техн. наук, доцент,
Резник К.В., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий

В статье предложена новая технологическая карта предварительной очистки кальмаров от внутренностей. Разработана конструкция установки для реализации наиболее сложной части технологического процесса, обеспечивающего требуемую производительность очистки на рыболовецких судах. Даны некоторые рекомендации по выбору основных кинематических и энергетических параметров установки.

The new flow sheet of pre-cleaning of squid from entrails is offered in the article. A construction is developed for realization of the most difficult part of technological process, providing the desired cleaning performance on fishing vessels. Some recommendations are given on the choice of basic kinematics and power parameters of installation.

Ключевые слова: кальмары, внутренности, производительность, технологическая карта, транспортер, установка.

Морепродукты, в том числе и беспозвоночные (моллюски, мидии, каракатицы, кальмары и др.) составляют от 4 до 6 % водного сырья в пищевой промышленности [1]. Первоначальная обработка таких морепродуктов, особенно на рыбодобывающих судах, имеет большое значение, т. к. задержка в их обработке может привести к, не только ухудшению качества, но и полной непригодности для использования в пищевой промышленности.

Из кальмаров изготавливают такие консервы, как «Кальмар натуральный», «Кальмар в маринаде», «Кальмар в ароматизированном масле» и другие, а так же филе кальмара мороженное, солено-сушенную соломку, большой ассортимент кулинарной продукции.

Как показывает опыт работы на рыболовецких судах, при ловле кальмаров постоянно приходится вместе с основной вахтой обработчиков задействовать и подвахту в связи с большой трудоемкостью их предварительной обработки, так как до настоящего времени отсутствуют механические устройства, позволяющие очистить кальмары от внутренностей [2].

Кальмары относятся к головоногим моллюскам. Все виды кальмаров отличаются один от другого формой и размерами тела. Размеры и вес кальмаров у разных видов колеблются в следующих пределах – общая длина тела с вытянутыми щупальцами – 130…1500 мм; масса – 160…6200 г [1].

Объект обработки – кальмар тихоокеанский. Съедобными частями тела являются мясистая мантия и голова со щупальцами. Согласно данным литературы промысловые размеры кальмаров – 300…600 мм, масса – 300…700 г.

Приведенное выше говорит о том, что при предварительной механической обработке кальмаров необходимо провести их сортировку по размеру и весу.

Для предварительной обработки кальмаров на рыболовецких судах предлагается следующая технологическая схема (рис. 1), показывающая содержание операций и их последовательность выполнения.

Одним из способов добычи кальмаров является ловля их тралами. После подъема трала на борт судна улов выгружается в специальные емкости, наполненные охлажденной забортной водой. Из этих емкостей кальмар непрерывно поступает в цех на обработку. Первичная обработка кальмаров на судне включает в себя, как правило, сортировку и удаление прилова; потрошение кальмаров; тщательную мойку до полного удаления слизи, внутренностей, песка; обработку щупалец; порционное взвешивание и укладку в блокформы; заморозку в морозильном аппарате; глазировку; упаковку и подачу в трюм на хранение.

В технологической схеме разделки кальмаров особо следует обратить внимание на следующие очень важные операции:

- отделение от туловища головы и щупалец с внутренностями;
- доочистка мантии от внутренностей;
- очистка щупалец.

Механизация этих технологических операций значительно повышает производительность труда и эффективность производства.



Рис. 1 – Технологическая карта первичной механической очистки кальмаров от внутренностей

Процесс потрошения кальмаров на сегодняшний день не механизирован и выполняется вручную [2]. Для этого руками захватывают голову у основания, ножом подрезают соединения внутренностей с туловищем и легким рывком отделяют ее от мантии вместе с внутренностями, затем удаляют хитиновую пластинку.

Опыт работы на судах показывает, что процесс потрошения кальмаров является наиболее трудоемким процессом из всех перечисленных и ограничивает выпуск готовой продукции возможностью экипажа по потрошению кальмаров. Для повышения производительности и улучшения условий работы обработчиков морепродуктов предлагается механическое устройство очистки кальмаров от внутренностей, защищенное патентом Украины на полезную модель [3].

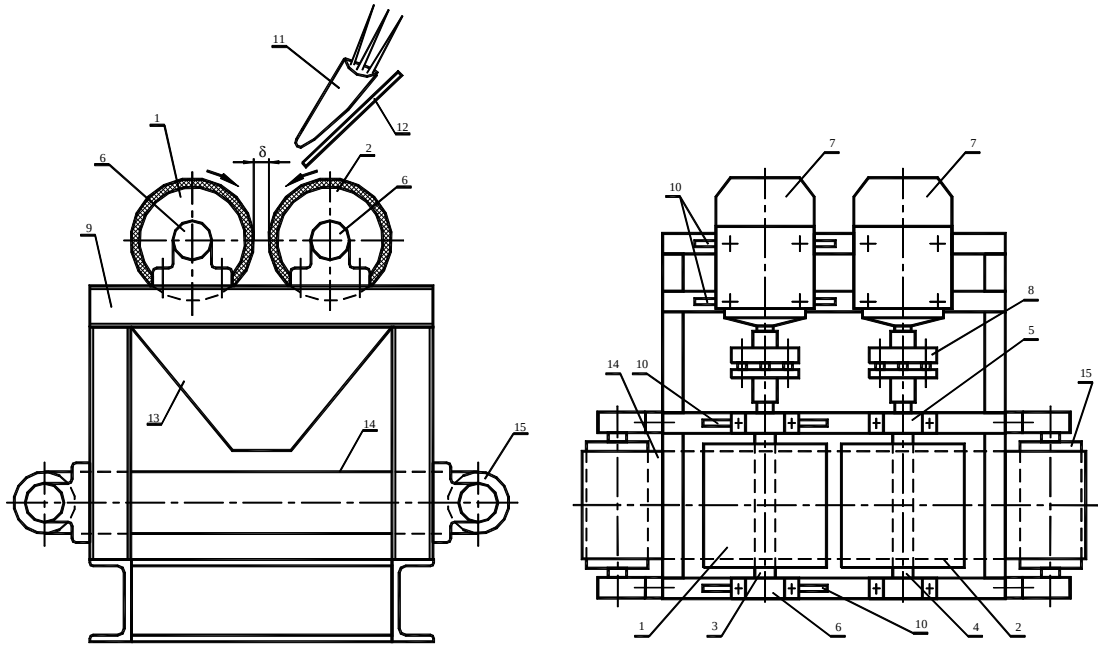
На рис. 2 приведена схема предложенного устройства.

Устройство для очистки кальмаров от внутренностей состоит из двух цилиндрических футерованных барабанов 1 и 2, которые жестко закреплены на валах 3 и 4. Каждый барабан установлен на двух подшипниковых опорах 5 и 6. Каждый вал 3 и 4 соединяется с валами электродвигателей 7 с помощью муфт 8. Устройство установлено на раме 9. На раме выполнены пазы 10 для сдвига одного из барабанов с двигателем (на рис. – барабан 1) для регулировки зазора δ между барабанами 1 и 2. Свежий кальмар 11 может подаваться в рабочую зону между барабанами 1 и 2 или вручную, или по направляющему лотку 12. Снизу барабанов 1,2 для сбора обработанных кальмаров, установлен бункер 13, а под ним ленточный транспортер 14 который приводится к движение мотор-барабаном 15.

В зависимости от требуемой производительности устройства могу быть использованы электродвигатели со встроенным редуктором либо мотор-барабаном.

Устройство для очистки кальмаров от внутренностей работает следующим образом – движение от электродвигателей 7 через муфты 8 передается барабанам 1 и 2. Барабаны вращаются навстречу друг другу так, как это показано на рис. 2. Когда кальмар попадает между барабанами, внутренности выдавливаются наружу, и все вместе попадает в бункер 13 и в дальнейшем на транспортер 14 на последующую доочистку, мойку и обработку.

Вследствие разной толщины тушки следует изменять зазор δ между барабанами. Зазор регулируется вручную. Для этого откручиваются болтовые соединения, которые соединяют двигатель 7 и подшипниковые опоры 5 и 6 с рамой 9, барабан, например 1, вместе с двигателем 7 вручную передвигается вдоль пазов 10. После установки необходимого зазора между барабанами болтовые соединения затягиваются.



а – вид спереди; б – вид сверху

Рис. 2 – Схема устройства для очистки кальмаров от внутренностей

Исходя из производительности морозильного оборудования, применяемого на больших рыбоморозильных траулерах, потребная производительность устройства в зависимости от размеров объекта обработки составляет 75…90 шт/мин.

На основании анализа существующих данных оптимальные условия захвата и выдавливания внутренностей обеспечиваются при диаметре барабанов 170…180 мм и частоте их вращения 50…60 мин$^{-1}$. При таких параметрах скорость подачи кальмара равна 0,4…0,56 м/с, что позволяет обеспечить заданную производительность.

Определенную трудность представляет определение усилия выдавливания внутренностей, т.к. достоверных экспериментальных данных по этому вопросу не обнаружено. Определение усилия выдавливания намечается выполнить в дальнейшем.

В настоящее время необходимое усилие выдавливания подбирается путем изменения зазора между вращающимися барабанами.

Ориентировочный расчет мощности на выполнение технологической операции по удалению внутренностей кальмаров составляет около 0,6 кВт.

На основании выше изложенного можно сделать выводы:

— установлено, что наиболее трудоемкой из всех операций технологической карты и ограничивающей производительность труда является операция очистки кальмаров от внутренностей;

— обоснована необходимость механизации наиболее трудоемкой операции обработки кальмаров;

— определение усилий выдавливания внутренностей кальмаров, которые взаимосвязаны с величиной зазора δ требует дополнительных экспериментальных исследований;

— для сокращения времени изменения зазора δ между прижимными валками и, следовательно, уменьшения непроизводственных потерь времени, необходимо создать конструкцию устройства, позволяющего автоматизировать этот процесс.

Литература

1. Щеникова Н.В., Кизеветтер И.В. Технология кулинарной продукции из нерыбного сырья водного происхождения. – М.: Агропромиздат, 1989. – 166 с.
2. Торговое оборудование. Лучший выбор. Журнал, 2002 г., № 56.
3. Патент України на корисну модель № 51994. Пристрій для очищення кальмарів від нутрощів.//Амбарцумянц Р.В., Горкавенко Є.А. Бюл. № 15, 2010 р.

УДК: 621.81 (075.3)

ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИВОДА БУТЫЛОЧНО-МОЕЧНОЙ МАШИНЫ

Аванесьянц А.Г., кандидат техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий

В работе экспериментально решена задача по определению приведенного момента инерции и динамических нагрузок, действующих в системе привода бутылочно-моечной машины.

In-process experimentally a task is decided on determination of the resulted moment of inertia and dynamic loadings, operating in the system of drive of bottle-washing mashing.

Ключевые слова: динамика, эксперимент, привод, бутылочно-моечная машина.

Практически любая бутылочно-моечная машина представляет собой сложную динамическую систему с последовательно и параллельно соединенными звеньями, находящимися в сложном относительном движении. В общем случае эти звенья связаны между собой упругими связями. Однако, считая эти связи жесткими, а приведенный к валу двигателя момент инерции рассматриваемой системы $I_n = \text{var}$, уравнение движения машинного агрегата будет иметь вид:

$$I_n \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \cdot \frac{dI_n}{dt} = M_д - M_c \qquad (1.1)$$

Здесь: I_n – приведенный момент инерции системы; φ и ω – угол поворота и угловая скорость звена приведения; $M_д$ – движущий момент; M_c – момент сопротивления.

Исследования показали, что влияние звеньев на переменность I_n незначительно, поэтому с достаточной степенью точности можно считать I_n постоянным. Тогда (1.1) преобразуется к виду

$$I_n \frac{d\omega}{dt} = M_д - M_c \qquad (1.2)$$

В любой конструкции бутылочно-моечной машины теоретическое определение $I_n = I_n(\varphi)$ представляет весьма сложную практически сложно реализуемую задачу. Поэтому она была решена экспериментальным путем – известным методом выбега. Дело в том, что необходимо было решение практической задачи расчета на прочность крыльчатки тормозного устройства, которое установлено на валу приводного двигателя. Практика эксплуатации машины НАМА-28 показала, что она достаточно часто ломалась, потому что расчет ее параметров проводился по номинальному моменту двигателя.

Как только прекращается питание на электродвигатель движущий момент $M_д = 0$, и тогда на основании (1.2) уравнение движения машинного агрегата примет вид:

$$I_n \frac{d\omega}{dt} = -M_c \qquad (1.3)$$

Для определения момента инерции, интегрируем обе части уравнения (1.3)

$$\int_{\omega_0}^{0} I_n d\omega = \int_{0}^{t_1} (-M_c) dt \qquad (1.4)$$

Здесь ω_0 – угловая скорость вала приведения в момент начала торможения, т.е. угловая скорость установившегося движения вала двигателя:

$$\omega_0 = \frac{\pi n_д}{30} \qquad (1.5)$$

$n_д$ – частота вращения двигателя; t_1 – время выбега (время от начала торможения до полной остановки машины).

Принимая $M_c = const$ и, интегрируя (1.4), получаем

$$I_n \omega_0 = M_c t_1 \qquad (1.6)$$

или

$$I_n = \frac{30 t_1 M_c}{\pi n_д} \qquad (1.7)$$

Из (1.7) видно, что для определения приведенного момента инерции I_n необходимо знать время выбега t_1, момент сопротивления M_c и угловую скорость вала двигателя в момент торможения. Как уже отмечалось, все эти параметры были найдены экспериментально, в условиях эксплуатации машины НАМА-28.

Цикл работы привода этой машины состоит из двух периодов: рабочего хода – движение транспортера под нагрузкой и холостого хода – движения без нагрузки. В первый из периодов привод передает максимальную нагрузку, а в момент выстоя – минимальную. Поэтому экспериментально определялись время выбега, потребляемая мощность (следовательно, момент сопротивления) и частота вращения вала двигателя во время рабочего и холостого ходов.

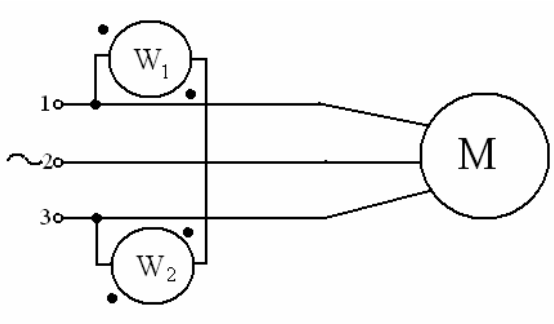


Рис. 1 – Электрическая схема определения мощности

Для получения этих параметров было необходимо отключение тормоза, что осуществлялось подведением независимого питания к электромагниту. Таким образом, пружины прижимного устройства тормоза были в постоянно сжатом состоянии и неподвижный конус не соприкасался с крылаткой – тормозным конусом, сидящим на валу двигателя.

В таблице 1 приведены результаты экспериментальных данных по определению времени выбега привода бутылочно-моечной машины НАМА-28. Согласно таблице среднее время выбега привода без тормоза во время рабочего хода составляет t_p = 2,115 секунды, а во время холостого хода t_x = 2,54 секунды.

При включенном тормозе время выбега во время рабочего хода равно t_{pm} = 0,815 секунд, а во время холостого хода t_{xm} = 1,495 секунды.

Определение мощности, передаваемой приводом и момента сопротивления M_c, проводилось по схеме, приведенной на рис. 1.

Последовательные обмотки ваттметров подключаются к любым двум проводам сети, а параллельно – на напряжения между этими проводами и третьим проводом. Так как провода, в которые включены последовательные обмотки, выбираются произвольно, то схема включения двух ваттметров может быть составлена тремя различными способами. Необходимо только, чтобы генераторные концы (отмечены звездочкой) присоединялись обязательно к тому проводу сети, в который включена последовательная обмотка.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований времени выбега

№ замера	Время выбега с тормозом, сек.		Время выбега без тормоза, сек	
	Рабочий ход	Холостой ход	Рабочий ход	Холостой ход
1	0,85	1,5	2,1	2,4
2	0,85	1,5	2,15	2,4
3	0,9	1,35	2,2	2,5
4	0,8	1,6	2,1	2,6
5	0,9	1,5	2,15	2,65
6	0,9	1,55	2,2	2,4
7	0,9	1,6	2,1	2,5
8	0,8	1,5	2,1	2,45
9	0,85	1,4	2,0	2,75
10	0,9	1,45	2,05	2,75

Таблица 2 – Потребляемая мощность

№ замера	Период выстоя транспортера		Период движения транспортера	
	P_1, кВт	P_2, кВт	P_1, кВт	P_2, кВт
1	0,78	0,78	2,03	2,03
2	0,8	0,8	2,03	2,03
3	0,85	0,85	2,04	2,04
4	0,9	0,9	2,04	2,04
5	0,9	0,9	2,03	2,03
6	0,86	0,86	2,04	2,04
7	0,86	0,86	2,04	2,04
8	0,9	0,9	204	204
9	0,8	0,8	2,03	2,03
10	0,85	0,85	2,04	2,04

Известно, что мощность нагрузки сети Р, определяемая таким путем, будет равна

$$P = P_1 + P_2 \qquad (1.8)$$

где: P_1 – показание первого ваттметра; P_2 – показание второго ваттметра.

В таблице 2 приведены данные измерений мощностей, проведенных в процессе работы машины НАМА-28.

Пользуясь данными таблицы 1.2 и равенством (1.8) находим, что мощность, потребляемая приводом в период выстоя транспортера равна P_x = 1,798 кВт, а период рабочего хода P_p = 4,07 кВт. Одновременно определялась угловая скорость вращения вала двигателя. Было определено, что частота вращения вала двигателя во время выстоя транспортера равна n_x = 1441 об/мин, а во время рабочего хода n_p = 1423 об/мин.

Определение приведенного динамического момента. Таким образом, зная мощность, потребляемую двигателем и частоту вращения его вала можно найти момент сопротивления в период начала торможения как при холостом, так и при рабочем ходе транспортера по формуле:

$$T_c = \frac{P \cdot 10^3}{\omega}\eta \qquad (1.9)$$

где: η = 0,86 – КПД асинхронного двигателя /1/; $\omega = \frac{\pi \cdot n_д}{30}$ - угловая скорость вала двигателя.

Из приведенного следует, что момент сопротивления, действующий на валу приведения в период холостого хода равен ($\omega_x = \frac{\pi \cdot n_x}{30} = \frac{\pi \cdot 1441}{30} = 150,8 \, рад/с$)

$$T_{cx} = \frac{1,798 \cdot 10^3}{150,8} \cdot 0,86 = 10,25 Нм \qquad (1.10)$$

а в период рабочего хода ($\omega_p = \frac{\pi \cdot n_p}{30} = \frac{\pi \cdot 1423}{30} = 149 рад/с$)

$$T_{cp} = \frac{4,07 \cdot 10^3}{149} \cdot 0,86 = 23,5 Нм \qquad (1.11)$$

Согласно (1.7) приведенный момент инерции рассматриваемой системы будет равен

– во время выстоя транспортера

$$I_{nx} = \frac{T_{cx} \cdot t_x}{\omega_x} = \frac{10,25 \cdot 2,54}{150,8} = 0,1726 Нмс^2 \qquad (1.12)$$

– во время рабочего хода

$$I_{np} = \frac{T_{px} \cdot t_p}{\omega_p} = \frac{23,5 \cdot 2,115}{149} = 0,3336 Нмс^2 \qquad (1.13)$$

Зная приведенный момент инерции, динамический момент, действующий на вал приведения (а в данном случае и на конус крылатки тормоза), можно определить по формуле:

$$T_д = \frac{I_n \omega}{t_m} \qquad (1.14)$$

Где t_m – время выбега бутылочно-моечной машины с включенным тормозом.

Используя равенство (1.14)находим, что приведенный динамический момент период холостого хода транспортера равен

$$T_{дx} = \frac{I_{nx} \omega_x}{t_{mx}} = \frac{0,1726 \cdot 150,8}{1,495} = 17,41 Нм \qquad (1.15)$$

а в период рабочего хода

$$T_{др} = \frac{I_{np} \omega_p}{t_{mp}} = \frac{0,3336 \cdot 149}{0,815} = 61 Нм \qquad (1.16)$$

Отсюда видно, что максимальный динамический момент, воспринимаемый крылаткой при торможении бутылочно-моечной машины, действует в период рабочего хода и в 2,6 раза превышает номинальный момент приводного двигателя.

Литература

1. Вульфсон И.И., Козловский М.З. Нелинейные задачи динамики машин. – Л., Машиностроение. – 1968. – 264 с.
2. Умнов Н.В. Графический метод решения задач динамики механизмов с вариатором. – Машиноведение. – № 2, 1967. – 302 с.

УДК 6649.022

О ПРОЧНОСТИ КОЛБАСНЫХ ОБОЛОЧЕК

Нужин Е.В. канд. техн. наук доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Экспериментально определены допускаемые напряжения материалов, из которых изготовлены восемь колбасных оболочек, а также определены давления разрыва этих оболочек. Предложена зависимость для расчета предельного давления разрыва оболочек.

The experimentally determined allowable stress of materials making up the eight casings, as well as identify the burst pressure of these shells. We propose to calculate the dependence of the limiting burst pressure membranes.

Ключевые слова: наполнитель для колбас, оболочки колбасные, разрыв, давление, напряжение.

При работе шприцов, во время наполнения колбасных оболочек фаршем, а также при дальнейшей тепловой обработке колбас иногда возникают разрывы оболочек. Анализ показывает, что разрывы обусловлены следующими причинами:

— браком в производстве колбасных оболочек;

— нарушением инструкции подготовки оболочек к наполнению;

— неполадками в работе тормоза для перекручивания (если таковой установлен) колбасных изделий;

— высоким давлением фарша на выходе из шприца.

Предметом настоящего исследования является определение предельного давления внутри оболочки, при котором происходит ее разрыв.

Известно, что, независимо от материала, оболочки цилиндрической формы разрываются под давлением [1]

$$[p]=\frac{2\cdot\partial\cdot[y]\cdot\varphi}{\varphi+D}, \qquad (1)$$

где δ – толщина пленки, из которой выполнена оболочка;

[σ] – допускаемое напряжение материала оболочки при температуре эксплуатации;

φ – коэффициент неравномерности структуры материала оболочки;

D – диаметр оболочки.

Из этой зависимости следует, что, при прочих равных условиях, большие давления выдерживают оболочки с малым диаметром и большой толщиной стенки. Чтобы воспользоваться этой зависимостью, необходимо также знать параметры, характеризующие свойства оболочки – допускаемое напряжение материала и коэффициент неравномерности структуры оболочки. Эти параметры не постоянны, они зависят от ряда факторов [2] и должны определяться экспериментально.

Чтобы воспользоваться формулой (1) и рассчитать предельное давление, при котором оболочки разрываются, необходимо знать предельное допускаемое напряжение, для его определения нами были проведены опыты с восемью колбасными оболочками (рис. 1÷6), которые используются фирмой «Векка» для производства колбас. Эти оболочки отличаются как материалом, так диаметром и толщиной (таблицы 1 и 2).

Допускаемое напряжение материала оболочек определяли в соответствии с правилами ГОСТ [3÷5], за основу была взята методика [5] определения предела прочности оболочек при растяжении. По данной методике предварительно заготовленные образцы оболочек в виде полосок определенной ширины и длины, вначале выдерживали 0,5 часа в воде (кроме оболочки №1) температурой 20 °С, а затем подвергали испытанию на разрыв.

Схема измерений показана на рис. 7, а приспособление для измерений представлено на рис. 8.



Рис. 1 – Фотография оболочки № 2



Рис. 2– Фотография оболочки № 3



Рис. 3 – Фотография оболочки № 4



Рис. 4 – Фотография оболочки № 5 (рядом внизу находится оболочка № 1)



Рис. 5 – Фотография оболочки № 6



Рис. 6 – Фотография оболочки № 7

Таблица 1 – Характеристика испытуемых колбасных оболочек

№	Диаметр оболочки, мм	Материал	Натуральная/ искусственная	Примечание
1	17	«Кутизин»	Натуральная	Перед наполнением не замачивается
2	22	Полиамидная	Искусственная	Перед наполнением, замочить при температуре 20 °С в течение 0,5 час
3	40	«Фиброуз» съедобная	Натуральные	
4	44	Белкозин		
5	46	Полиамид	Искусственные	
6	50			
7	62			
8	78			

Таблица 2 – Исходные толщина и диаметр оболочек

№ оболочки	1	2	3	4	5	6	7	8
Толщина, мкм	117	29	100	84	51	36	50	90
Диаметр, мм	16	22	40	44	45	50	62	76

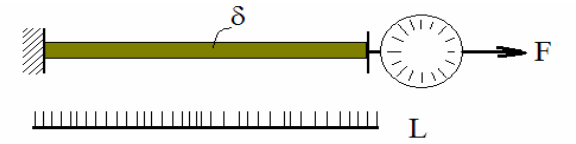


Рис. 7 – Схема измерений при определении предела прочности

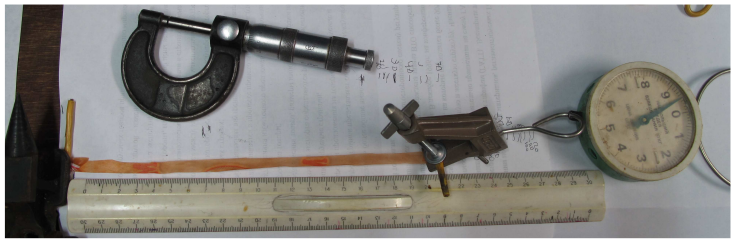


Рис. 8 – Приспособление для измерений предела прочности

Во время опыта один конец образца неподвижно закрепляли, а к другому – прикладывали усилие растяжения. Силу измеряли динамометром, растяжение образца – линейкой, а толщину образца в месте разрыва – микрометром.

В таблице 3, в качестве примера, представлены результаты измерений для материала, из которого изготовлена оболочка № 3 (ее используют в производстве колбас «Молочна варена вищий клас»). Ширина образца составляла 9 мм, толщина 120 мкм.

Таблица 3 – Данные измерений материала оболочки № 3

№	Сила, Н	Длина, м	Примечание
1	0	0,245	Начальные данные
2	2,9	0,253	
3	3,9	0,256	
4	4,9	0,260	
5	5,9	0,265	
6	6,9	0,270	
7	7,8	0,272	
8	8,8	0,274	
9	9,8	0,276	Конечные данные, разрыв
10	10,8	0,280	
11	11,8	0,283	

Аналогично были получены данные для других оболочек, что позволило рассчитать предельные допускаемые напряжения (рис. 9), при допущении, что коэффициент неравномерности структуры материала оболочки φ = 1.

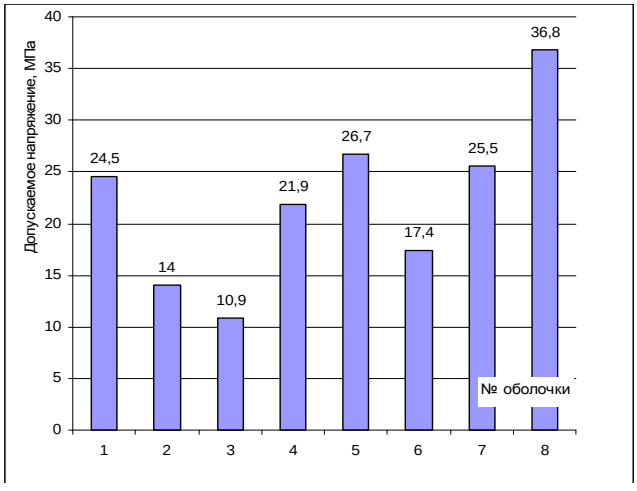


Рис. 9 – Предельно допускаемое напряжение материалов оболочек

После чего были рассчитаны предельные давления разрыва оболочек (табл. 4).

Чтобы убедиться, насколько расчетные значения давлений разрывов оболочек соответствуют реальным значениям, нами были проведены специальные эксперименты на стенде, схема которого представлена на рис. 1, а сам стенд – на рис. 10, 11.

Таблица 4 – Расчетные величины давления разрыва колбасных оболочек (при φ = 1)

№ оболочки	1	2	3	4	5	6	7	8
Давление разрыва, МПа	0,03	0,08	0,065	0,105	0,11	0,05	0,08	0,0944

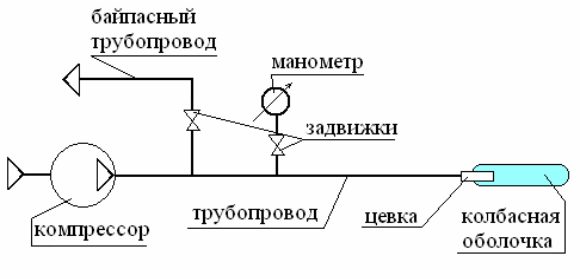


Рис. 10 – Схема экспериментального стенда

Методика проведения опытов состояла в следующем.

Колбасную оболочку надевали на цевку, закрепляли ее и включали компрессор (рис. 12). Постепенно прикрывая кран на байпасном трубопроводе, следили за деформацией оболочки и показанием манометра. В момент разрыва оболочки фиксировали давление воздуха. Одновременно вели видеосъемку.



Рис. 11 – Экспериментальный стенд

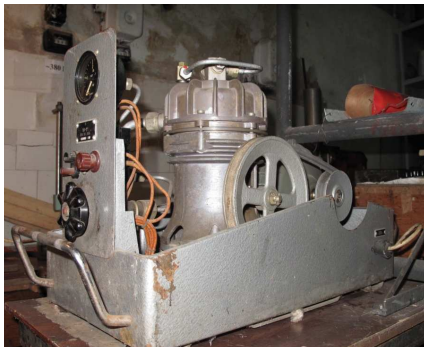
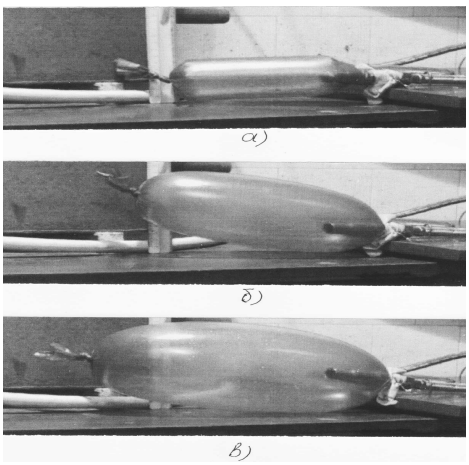


Рис. 12 – Компрессорная установка УК-1М

Для наглядности представлены фотографии состояний оболочки № 6 при разных давлениях (рис. 13). Видно, что объем оболочки перед разрывом вырастает в ~ 7 раз.



а) – P = 0; б) – P = 0,04 МПа; б) – P = 0,06 МПа

Рис. 13 – Состояния оболочки № 6 под действием разных давлений *P*

Результаты замеров давлений разрыва оболочек представлены на рис. 14. Как видно, разрыв оболочек происходит в диапазоне давлений (0,03…0,12) МПа.

Динамика роста объема оболочек от внутреннего давления представлена в виде изменения относительного объема (см. рис. 15), видно, что перед разрывом большенство оболочек раздувается в ~ 2, раза, в отдельных случаях в ~ 7 раз (оболочка № 6). Сопоставление полученных в эксперименте значений давления разрыва с расчетными данными показано на рис. 16. Как видно, в большенстве случаев расчет дает несколько заниженные значения давлений, в среднем, в 1,08 раза.

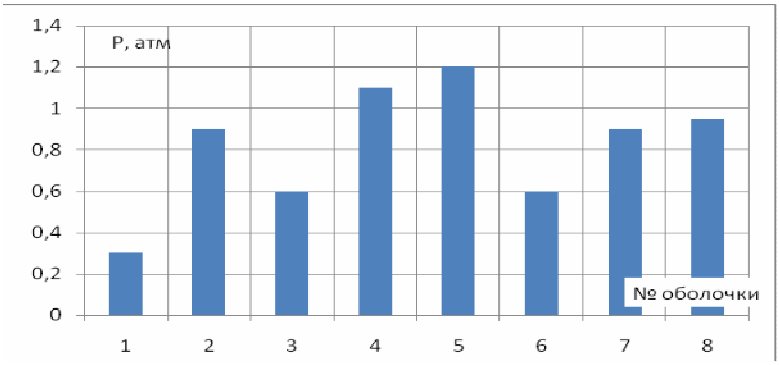


Рис. 14 – Давления разрывов оболочек

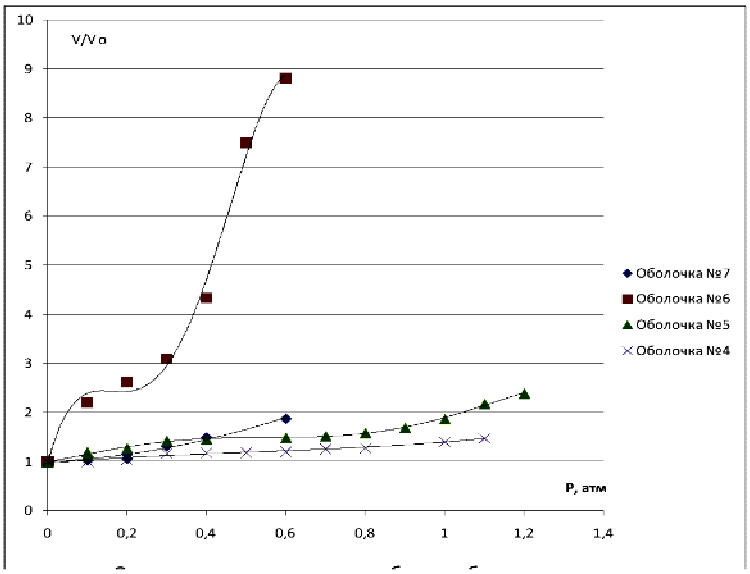


Рис. 15 – Относительное увеличение объема оболочек в зависимости от давления

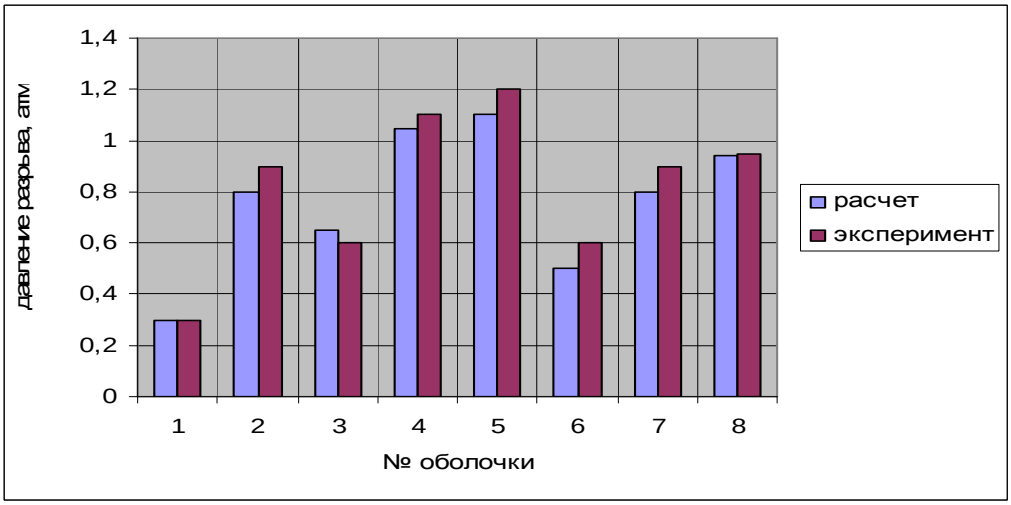


Рис. 16 – Данные давления разрыва для исследуемых колбасных оболочек

Выводы

На основании проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Давление разрывов оболочек лежит в пределах (0,03…0,12) МПа.

2. При расчете давления разрыва оболочек можно использовать формулу (1), введя эмпирический коэффициент k = 1,08, при этом погрешность расчетных данных составляет 10 %, а формула приобретает вид

$$[p] = \frac{2 \cdot \delta \cdot [\sigma] \cdot \varphi}{\varphi + D} \cdot k$$

3. Для предотвращения разрывов оболочек под действием внутреннего давления фарша, в конструкции шприца необходимо предусмотреть блокирующее устройство, например, предохранительный клапан, отрегулированный на давление срабатывания P = (0,5…0,7) [p].

Литература

1. Соколов В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств. – М.: Машиностроение, 1983. – 447 с.
2. Справочник по пластическим массам. Под ред. М.И. Гарбара, В.М. Катаева, М.С. Акутина. В 2-х томах, т. 1. – М.: Химия, 1969. – 520 с.
3. ГОСТ 4651– 63 Предел прочности при сжатии.
4. ГОСТ 4646– 63 Предел прочности при статическом изгибе.
5. ГОСТ 11262– 65. Предел текучести при растяжении.

УДК 663.25(075)

ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ ЯК ФУНКЦІЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ОБРОБКИ СИРОВИНИ

Іваненко А.В., д-р техн. наук, професор, Сологуб О.А., зав. лаб., Уварова М.С., пошукач
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
Тенюх К.М., канд. техн. наук, доцент
Одеський державний економічний університет, м. Одеса

Від інтенсивності енергетичної дії на сировину та тривалості її обробки залежить якість продукції. Оптимальні режими роботи обладнання здійснюють за цими показниками.

Product quality depends on the intensity of the energy impact of raw materials and from the duration of its treatment. Optimal conditions of the equipment found on these parameters

Ключові слова: якість, інтенсивність перетворення, тривалість, швидкість, екологічний продукт.

Для виходу України на перші місця у світі потрібно удосконалювати технології та заощаджувати матеріальні ресурси і підвищувати якість продукту.

Цієї межі можна досягти шляхом систематизації технологій та впровадження оптимальних режимів переробки сировини. Одним з визначальних типів обладнання є шнекові преси, у яких сировину стискують і виділяють рідку фазу. Так отримують виноградне сусло та різні плодові та ягідні соки.

Прийнята нами модель переміщення м'язги у вигляді суцільного тіла, що зазнає зовнішнього тертя при взаємодії зі стінками гвинтового каналу, дозволяє провести аналіз витрат енергії в шнековому пресі. Це необхідно для оцінки міцності деталей преса і встановлення локальних значень питомої потужності.

Характер розподілу тиску уздовж шнекового механізму і виміри потужності на першому і другому шнеках пресів, що серійно випускаються, вказують, що основна частина енерговитрат (близько 90 %) відноситься до другого шнека. Це дозволяє при визначенні енерговитрат основну увагу зосередити на шнеку, що пресує. Енергії, яка витрачається на подолання сил тертя м'язги о перфорований циліндр, відповідає потужність N_1, на подолання сил тертя о шнек – N_2, на подолання сил тертя м'язги, що обертається зі шнеком о м'язгу передконусної камери – N_3, на осьове переміщення м'язги у передконусній камері – N_4, на об'ємне стискання м'язги – N_5. Приймаючи допущення і позначення, наведені вище, можна записати вираз для загальної потужності N, кВт на останніх двох витках шнекового механізму:

$$N = \frac{\pi D^2 S p_c f_1 w(1-\eta)}{1000\cos\beta} + \frac{\pi D f_2}{2000\cos\alpha}\left(\frac{D^2-d^2}{2}+dS\right)wp_c + \frac{pf_3\left(D^3-d^3\right)w}{3820} + \frac{Qp}{1000\eta_1} + \frac{Cp}{1000}, \quad (1)$$

де D – діаметр перфорованого циліндра, м; p_c – середній тиск на ділянці двох витків, МПа; Q – продуктивність преса з вижимок, м^3/с; C – продуктивність розглянутої ділянки преса за суслом, м^3/с; η_1 = 0,7-0,8.

У результаті розрахунків, виконаних стосовно преса ВПО-20, встановлено, що велика частина енергії (56 %) витрачається на тертя м'язги о циліндр, на тертя м'язги о шнек витрачається 7 % енергії, на тертя м'язги о м'язгу – 28 %.

Четвертою складовою N_4 враховані витрати на зниження тиску в пасивній зоні преса. Вони складають 6 % енергії. На видавлювання сусла витрачається близько 3 % енергії.

Наведені цифри отримані для середніх значень коефіцієнта подачі і тиску пресування і можуть бути лише приблизними. Але вони дають уявлення про енергетичну картину процесу пресування м'язги в шнековому механізмі.

До корисних, необхідних для вилучення соку, витрат енергії варто віднести енергію пластичного деформування м'язги, яка супроводжується первинним руйнуванням сокоутримуючих клітин, і енергію об'ємного стискання м'язги. Таким чином, шляхом поліпшення енергетичних показників пресів в основному може бути скорочення витрат на зовнішнє тертя м'язги о циліндр, зменшення витрат на продавлення маси крізь пасивну зону преса і скорочення витрат на зайве руйнування структури сировини.

$$p_1 = p_0 \exp\frac{\varepsilon}{R^2-r^2}\left[\left(f_2+f_3\right)R^2\cos\left(\alpha+\beta\right)-f_1 r^2\right]\varphi = p_0 R_1 \quad (2)$$

У формулі (2) співмножником при визначенні тиску є p_0. Від цієї величини залежить тиск у пресі і фізико-механічні властивості м'язги, тобто це є найважливіший параметр процесу пресування. Вище вже було зазначено про доцільність агрегатування колонних стікачів і шнекових пресів. При цьому поліпшуються показники роботи як стікачів, так і преса.

Іншим важливим напрямом підвищення ефективності шнекових пресів є застосування підпресувальних пристроїв, що збільшують тиск p_0 при надходженні м'язги в прес.

Збільшення початкового тиску приводить, як випливає з діаграми (рис. 1б), до зсуву кривих праворуч, а це при постійних значеннях коефіцієнтів подачі веде до збільшення продуктивності. Для збільшення p_0 служать підпресувальні пристрої.

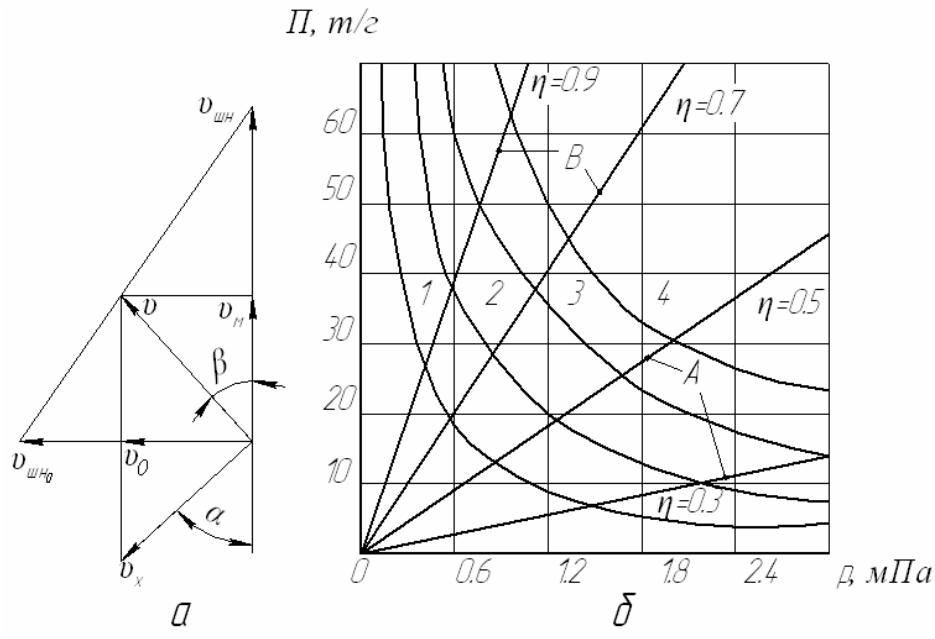
Режим роботи шнекового преса визначають умови взаємодії першої частини преса, де розташований шнек, і другої – передконусної камери з регулювальним пристроєм. Перша частина – активна, у ній виникає тиск у масі, друга – пасивна, тут відбувається зниження тиску до рівня навколишнього середовища. Перетинання напірно-продуктивних характеристик цих зон з лініями визначає продуктивність преса.

Зовнішніми факторами, що визначають характер такої взаємодії, є початковий тиск, тиск у системі гідрорегулятора і частота обертання.

На рис. 1а представлено розподіл швидкостей у шнековому механізмі.

Продуктивність преса $П$ можна виразити за допомогою поперечного перерізу каналу F у напрямі швидкості v_0, помноженого на цю швидкість:

$$П = v_0 F \quad (3)$$



а – план швидкостей; б – залежність П = f(p) при різних значеннях n і p_2 (1-4 – криві, отримані при частотах шнека 3; 3,5; 4; 4,5 хв$^{-1}$ і при початкових тисках 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 МПа)

Рис. 1 – Продуктивно-напірні характеристики шнекового механізму

Швидкість переміщення м'язги щодо перфорованого циліндра v дорівнює геометричній сумі окружної швидкості шнека $v_{шн}$ і швидкості руху м'язги уздовж гвинтового каналу v_x. Кут відхилення швидкості v від тангенціального напряму позначений β. Окружною і осьовою складовими швидкості v відповідно є v_0 і $v_м$. Осьова швидкість зовнішньої поверхні витка, нахиленого на кут α, позначена $v_{шн0}$.

Виразивши швидкість v_0 обертання шнека через зовнішній радіус R і кутову швидкість w, одержимо:

$$П = FwR\ tg\alpha \tag{4}$$

Коефіцієнт подачі шнекового механізму η залежить від тиску p. Для останнього витка шнека, що визначає продуктивність усього преса, ця залежність представлена формулою:

$$p = p_1 \exp\left[\frac{2\zeta}{R^2 - r^2}\left(f_2 R^2 \cos(\alpha+\beta) - f_1 r^2\right)\right]\varphi - \frac{2}{3}\frac{\zeta\left(R^3 - r^3\right)}{\left(R^2 - r^2\right)Rtg\alpha}\left(f_3 - f_1\right)\ln\left(1 - \frac{\varphi}{2\pi}\right) = p_2 R_3 \tag{5}$$

До неї входить початковий тиск p_2 і коефіцієнт збільшення тиску k_3 у перетині, що віддалений на кут φ від початку витка. При досягненні граничного тиску маса переміщується у передконусну камеру.

Кут φ можна визначити через коефіцієнт подачі:

$$\eta = 1 - \frac{\varphi}{2\pi} \tag{6}$$

Залежність коефіцієнта зміни тиску останнього витка від коефіцієнта подачі стосовно параметрів преса ТІ-ВПО-20 представлена в таблиці.

Таблиця – Залежність коефіцієнта зміни тиску в останньому витку шнека від коефіцієнта подачі стосовно преса ТІ-ВПО-20 (ζ = 0,95; f_1 = 0,1; f_2 = 0,2; f_3 =0,3; α = 15°)

η	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0.9
k_3	17,9	12,0	9,0	5,7	3,9	2,8	2,2	1,8	1,3	1,1

При переході від k_3 і η до тиску і продуктивності отримані продуктивно-напірні характеристики активної частини шнекового преса (рис. 1)

$$П = V\eta n \tag{7}$$

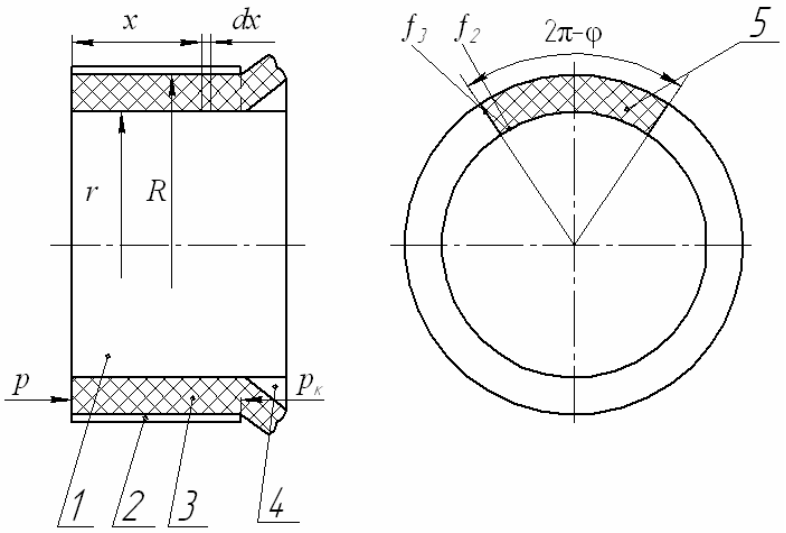
де V – об'єм проміжного витка шнека.

Оскільки *V* – величина постійна, продуктивно-напірні характеристики в координатах *П–р* представляють ряд кривих, зміщених за висотою на відрізки, лінійно зв'язані з n_1 (рис. 1б).

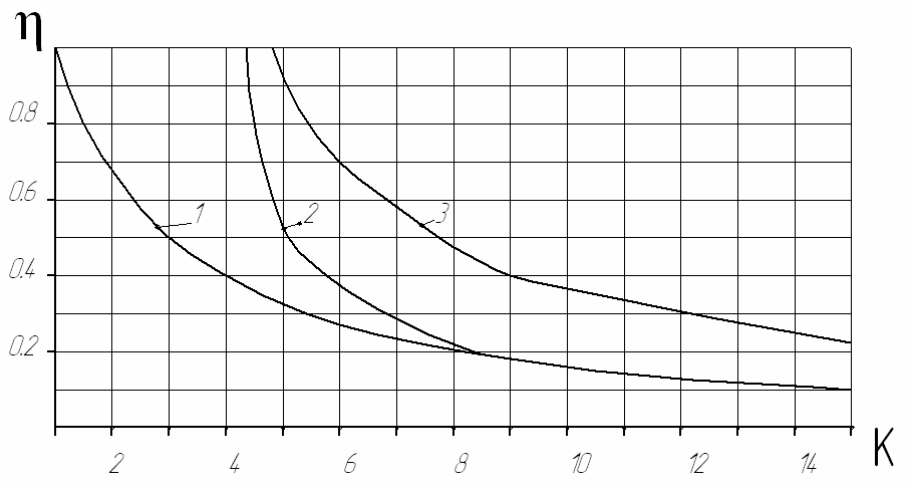
Тиск *р* наприкінці активної зони преса лінійно зв'язаний з p_2 і k_3, тобто при підвищенні початкового тиску p_2 того ж тиску буде досягнуто при менших значеннях k_3, отже, характеристичні криві при збільшенні p_2 будуть лінійно зміщуватися вправо. Як збільшення *n*, так і збільшення p_2 приводить до росту продуктивності. Активна шнекова частина преса взаємодіє з пасивною, утвореною передконусною камерою і конусом.

Продуктивність пасивної зони залежить від різниці тисків на початку і в кінці передконусної камери і від опору робочого каналу.

У пресах для переробки винограду переміщення м'язги в передконусній камері відбувається нерівномірно в її поперечному перерізі. Зона виходу маси через кільцеву щілину пересувається синхронно з обертанням шнека. Ширина ділянки, на якій відбувається вихід маси, залежить від коефіцієнта подачі η.



а



б

а – модель перед конусної камери (1 – внутрішній циліндр; 2 – зовнішній циліндр; 3 - м'язга; 4 - конус; 5 – рухливий шар м'язги); б – графік залежності $\eta = f(k)$ *(1 – для останнього витка; 2 – для передконусної камери; 3 – для потоку, що входить у перед конусну камеру)*

Рис. 2 – Залежність коефіцієнта подачі від тиску $р_к$

Маса у передконусній камері переміщується у вигляді суцільного пружного тіла, що зазнає зовнішнього тертя на поверхні зовнішнього і внутрішнього перфорованого циліндрів при коефіцієнті тертя f_2 і по бічних поверхнях о суміжні шари м'язги при коефіцієнті тертя f_3 (рис. 2а).

На виділену елементарну ділянку м'язги товщиною dx діє сила p і dp. Під дією різниці цих сил відбувається переміщення м'язги. При створенні рівняння припускаємо, що коефіцієнти тертя і бічного тиску по всій довжині каналу не змінюють своїх значень. Використовуємо принцип рівноваги сил для твердого тіла, що зазнає зовнішнього тертя і знаходиться у стані рівномірного переміщення. Запишемо сили тертя через нормальний тиск p, коефіцієнт бічного тиску ζ і відповідні коефіцієнти тертя:

$$\mathrm{d}p_x \eta\pi(R^2 - r^2) = p_x\zeta f_2 2\pi\eta R\mathrm{d}x + p_x\zeta f_2 2\pi\eta r\mathrm{d}x + 2p_x\zeta f_3(R\text{-}r)\mathrm{d}x \qquad (8)$$

Розділивши перемінні і враховуючи падіння тиску уздовж осі x, одержимо:

$$-\frac{dp_x}{p_x} = \frac{\zeta f_2 2(R+r)}{R^2 - r^2} + \frac{2\zeta f_3}{(R+r)\pi n}dx,$$

$$-\ln p_x = Ax + Bx + C \qquad (9)$$

де

$$A = \frac{\zeta f_2 2}{R-r}, \quad B = \frac{2\zeta f_3}{(R+r)\pi\eta}$$

Застосувавши граничні умови $x = 0$, $p_x = p$, $\ln p = C$, одержимо:

$$-\ln p_x - \ln p = Ax + Bx \qquad (10)$$

чи остаточно

$$p_x = p\exp\left[-2\zeta\left(\frac{f_2}{R-r} + \frac{f_3}{(R+r)\pi\eta}\right)x\right] = pk_3 \qquad (11)$$

Підставивши замість x довжину камери l, одержимо формулу для визначення тиску біля конуса p_k:

$$p_k = p\exp\left[-2\zeta\left(\frac{f_2}{R-r} + \frac{f_3}{(R+r)\pi\eta}\right)l\right] \qquad (12)$$

На підставі рівняння (12) відповідно до геометричних розмірів преса ТІ-ВПО-20 розраховані $k_к$ для різних значень. Значення коефіцієнтів k_2 і k_3 у вигляді графіків (криві *1* і *2*) представлені на рис. 2б. При зменшенні коефіцієнта η $k_к$ збільшується, тобто при малих значеннях η м'язга зазнає більшого опору, ніж при великих.

Зона переміщення м'язги при збільшенні η збільшується, зростає і середня швидкість її переміщення в передконусній камері. Початковий тиск у потоці передконусної камери є вихідним останнього витка шнека, вважаємо, що він лінійно зв'язаний з коефіцієнтом підсилення тиску останнім витком $k_к$ для середньої лінії потоку. Значення k_4 нанесені у вигляді кривої *3* на рис. 2б. Відношення коефіцієнтів k_4/k_3 збільшується з ростом η, тобто підвищення продуктивності відбувається при підвищенні надлишкового тиску на початку передконусної камери.

Характеристики пасивної зони можуть бути отримані при постійному опорі передконусної камери, який характеризується сталістю η і тиском у гідросистемі, різних значеннях надлишкового тиску і кутових швидкостях шнека.

На рис. 1б наведені продуктивно-напірні характеристики шнекового механізму (лінія *A*) і передконусної камери, що відповідають постійним значенням (лінії *B*) при лінійно змінюваному початковому тиску p_2 (від 0,1 до 0,4 МПа) і частоті обертання шнека (від 3 до 4,5 об/хв). Криві розраховані стосовно до параметрів преса ТІ-ВПО-20. Вздовж осі ординат відкладено на рівномірній шкалі значення продуктивності *П* преса по винограду в т/г. Вздовж горизонтальної осі нанесено значення тиску p. Характеристичні криві шнекового механізму зі збільшенням частоти обертання шнека n переміщуються нагору, а при збільшенні початкового тиску p_2 – вправо.

При рівномірному збільшенні n і p_2 точки кривих з однаковими η розташовуються на прямих, що виходять з початку координат. Зі збільшенням початкового тиску p_2 збільшується надлишковий тиск і зростає продуктивність. Для роботи з постійним h необхідні одночасні зміни p_2 і n.

Пасивна зона шнекового преса виконана у вигляді кільцевої труби з шарнірною заслінкою або конусом, на який діють певним зусиллям.

На ділянці передконусної камери виділяється до 3% соку, тобто ця ділянка преса служить не для відбору соку із сировини, а в основному для зниження тиску в м'яззі до тиску навколишнього середовища. Таке виконання технологічного процесу нераціональне, тому що накопичена шнеком потенційна енергія в цьому випадку витрачається на зовнішнє тертя м'язги о поверхню передконусної камери і не бере участі у додатковому руйнуванні сокоутримувальних клітин і видавлювання з них корисних речовин.

Аналіз процесу показує, що шнековий механізм підвищує тиск тільки до певних співвідношень коефіцієнтів тертя f_1 і f_2, а також певних геометричних параметрів каналу. Цей висновок дозволяє в окремих випадках робити вал шнека конічним, трубчастим з перфорацією для відбору сусла. Можна також створити шнековий механізм, що призначений для зниження тиску в м'яззі з примусовим її переміщенням і безупинною пластичною деформацією, при якій відбувається остаточний відбір соку, який залишився. Продуктивність преса при цьому зростає, кількість суспензій знижується.

Активізувати роботу передконусної камери й одночасно знизити інтенсивність енергетичної дії у зоні переходу маси з порожнини шнека до передконусної камери можна шляхом періодичної зміни тиску біля конуса, зміни коефіцієнта подачі і залучення більшої маси м'язги в процеси зрушення і сусловідокремлювання.

На відміну від чисто поршневих пресів, у яких не вдавалося досягти повного віджимання м'язги за короткі проміжки часу, що вело до зниження продуктивності, шнекові пульсаційні преси відокремлюють сік на всіх ділянках преса. Питомі витрати енергії при цьому знижуються.

Виходячи з хімічного складу соку, перші пресові фракції наближаються до соку, отриманого на стікачах, При подальшому зниженні кількості фенольних речовин і зважених часток, це сусло може бути використане для приготування високоякісних столових вин.

Сусло, що одержується з кінцевих ділянок робочого каналу преса, відрізняється підвищеним вмістом фенольних речовин і його звичайно використовують для приготування екстрактивних напоїв. Однак і в цьому соку вміст зважених часток повинен бути мінімальним. Поетапне вилучення із сировини соку актуальне для поліпшення якості продукції.

Якість соку залежить від питомої потужності, кВт/кг, процесу. При зменшенні коефіцієнта подачі питома потужність зростає:

$$W = A\frac{np}{\eta\rho}, \tag{13}$$

де ρ – густина, кг/м; n – частота обертання шнека, об/хв; p – тиск пресування, МПа; η – коефіцієнт подачі; A – постійна величина, що залежить від конструктивних параметрів преса і властивостей сировини.

У формулі (13) при постійному η, тобто постійному опорі передконусної камери, кутова швидкість шнека і тиск в однаковій мірі впливають на W, однак через те, що тиск у пресі – величина змінна по довжині робочого каналу, варто розглядати початковий тиск у каналі і градієнт його зміни вздовж каналу.

Висновок:

Аналіз витрат енергії у шнекових пресах та продуктивно-напірних характеристик вказує на те, що на цих пресах можна забезпечити режими переробки сировини і отримати продукцію високої якості.

Література

1. Іваненко А.В. Виноград – вино та інші перетворення Текст. Іваненко А.В., Тенюх К.М. – Монографія. О. – Астропринт, 2007. – 808 с.
2. Иваненко А.В. Технологическая механика переработки винограда - О. – Астропринт, 2000. – 304 с.
3. Иваненко А.В. Переработка винограда и другого сырья. Иваненко А.В., Тенюх К.М. – О. – Астропринт, 2002. – 312 с.

УДК 663.25(07)

СИСТЕМА ТЕХНОЛОГІЙ

Іваненко А.В. д-р техн. наук, професор, *Тенюх К.М. канд. техн. наук, доцент,
Уварова М.С. пошукач, Кушнір В.В. аспірант
Одеська національна академія харчових технологій
***Одеський державний економічний університет**

Систематизація технологічних процесів дозволяє прискорити розробку прогресивних технологій та обладнання.

The Systematization of the technological processes allows to accelerate the development of enabling technologies and equipment.

Ключові слова: систематизація, технологічні процеси, відсоток вилучення, сусло, якість, продукція.

Традиційно з винограду вилучають 76 дал/т сусла, хоча можна вилучати більше, але при зростанні відбору на наявному обладнанні пресові фракції сусла стають малопридатними для отримання вина.

При зменшенні інтенсивності енергетичної обробки сировини якість пресових фракцій сусла можна поліпшити. Це дозволить збільшити вихід сусла з 1 тонни винограду.

Величина максимального тиску в шнековому пресі залежить від продуктивно-напірних характеристик шнекового механізму і від коефіцієнта подачі, зв'язаного з тиском м'язги біля регулюючого конуса рівнянням

$$p_k = pe^{-2\xi}\left(\frac{f_2}{R-r}+\frac{f_3}{(R+r)\pi\eta}\right)l,$$

де p_k – тиск біля конуса;

p – максимальний тиск передконусній камері;

ξ – коефіцієнт бічного тиску;

f_2 – коефіцієнт тертя м'язги об перфорованний циліндр преса у напрямі руху;

f_3 – коефіцієнт внутрішнього тертя між шарами м'язги;

$R+r$ – зовнішній і внутрішній радіуси шнека;

η – коефіцієнт подачі;

l – довжина передконусної камери.

Різниця між максимальним тиском p і тиском $p_к$ визначає режим переміщення маси в передконусній камері. При постійних фізико-механічних характеристиках м'язги, що надходить у прес, постійних початковому тиску і кутових швидкостях шнеків, величиною, що визначає режим пресування, є тиск біля конуса. Від нього залежить максимальний тиск, градієнт тиску уздовж робочого каналу, витрати енергії на процес пресування, питома потужність пресування і технологічні показники соку: кількість зважених часток і його хімічний склад. При зміні кінцевого тиску в пресі відбувається також перерозподіл кількості соку, що виділяється на ділянці транспортного шнека і на ділянці іншої частини преса, що знаходиться під підвищеним тиском.

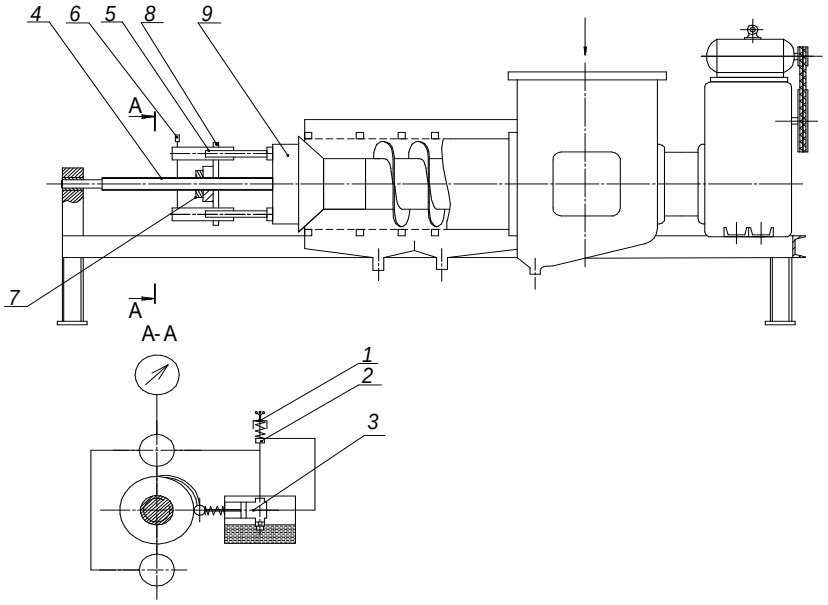
Крім перерахованих величин, від тиску наприкінці робочого каналу преса залежить ступінь віджиму соку з м'язги, тобто економічні показники і повнота використання коштовної рослинної сировини.

Велика продуктивність сучасних шнекових пресів, вимоги до якості соку висувають на перший план проблему підтримки визначених найбільш сприятливих режимів пресування. Діапазон надійної роботи сучасних пресів охоплює вологість вичавок від 56 до 45%. При великій вологості можливе порушення надійної роботи, тобто порушення однорідності м'язги передконусної камери і різке падіння тиску в пресі.

При зниженні вологості більше межі відбувається запресовування маси і надмірний ріст тиску, що викликає аварійну ситуацію. У шнекових пресах регулювання і підтримку визначеного тиску здійснюють конусом, що закриває вихідний отвір робочого каналу. Конус знаходиться в динамічній рівновазі під дією тиску маси, що виходить із преса, з одного боку, і постійного зусилля, створюваного гідроциліндрами, з іншого. При порушенні рівноваги конус під дією різниці сил, що діють на нього, переміщується в одну або іншу сторону уздовж осі преса.

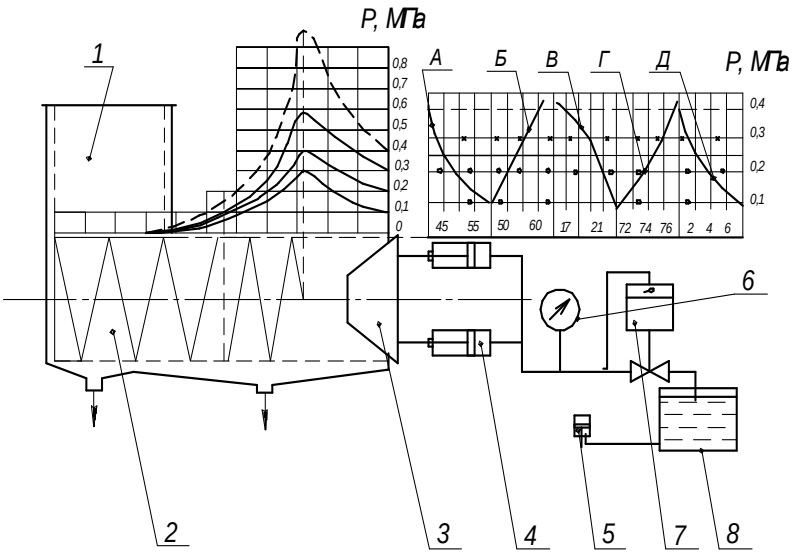
Схема гідрорегулятора наведена на рис. 1. Регулятор складається з підпружиненої рукоятки 1, яка впливає на золотник 2, що при підвищенні тиску вище заданого перепускає олію в масляний бак. Насос 3 приводиться в дію від вала преса 4 за допомогою кулачкового механізму. Олія надходить у гідроциліндри 5, на одному з яких встановлений манометр 6. Циліндри утримуються на валу від осьового переміщення гайкою 7. Траверса 8 зв'язана зі станиною преса і в ній закріплені гідроциліндри, що діють на конус преса 9.

Сила тертя м'язги об стінки вихідного отвору, завдяки сталості сили притиснення конуса, увесь час залишається постійною і це забезпечує зменшення коливань тиску наприкінці робочого каналу. На рис. 2 надана схема соковідокремлювальної установки, що складається з колонного стікача, поєднаного з шнековим пресом з гідравлічним регулятором. Уздовж циліндра преса нанесено криві середніх значень радіальних тисків, що відповідають різним величинам тиску наприкінці передконусної камери. Поруч розміщено графіки, які показують залежність вологості вичавок, що виходять із преса, від $p_к$ розподіл сусла по фракціях і втрати соку з вичавками. Вибір і підтримка раціональних режимів роботи пресів дозволяють заощаджувати сировину і поліпшувати якість продукції.



1 – рукоятка; 2 – золотник; 3 – насос; 4 – прес; 5 – гідроциліндри; 6 – манометр; 7 – гайка; 8 – траверса; 9 – конус.

Рис. 1 – Гідравлічний регулятор у шнековому пресі

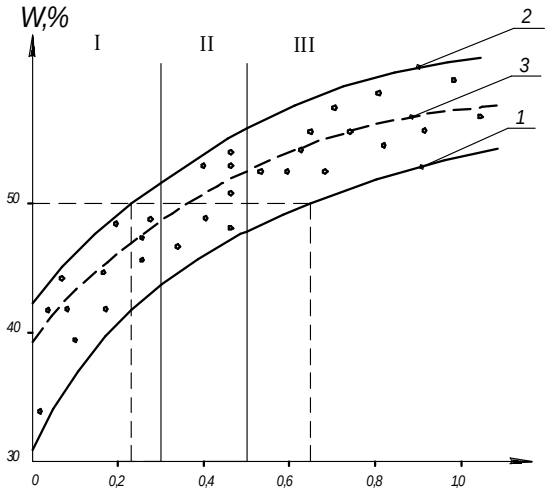


1 – стікач; 2 – прес; 3 – конус; 4 – гідроциліндр; 5 – насос;6 – манометр; 7 – клапан; 8 – резервуар.

Рис. 2 – Схема гідрорегулятора і залежності від тиску в пресі: вологості вижимок (А), виходу сусла-самопливу (Б), пресового сусла (В), загальної фракції (Г) і втрат сусла (Д)

Наявні сьогодні вологоміри працюють за схемою визначення кількості сусла у вичавках, що нерівнозначне вмісту, який може бути відібранний із м'язги методом пресування. Найбільш точним може бути метод, заснований на фізичних процесах пресування з наявністю пластичного деформування, як це відбувається в шнекових пресах, але при тисках і питомій потужності процесу, що забезпечують практичноповне вилучення сусла.

На рис. 3 представлено залежність вологості вичавок від соковмісту. При однаковій вологості втрати соку з вичавками можуть коливатись приблизно від 18 % до 38 % від загальної маси вичавок. Тому як критерій оцінки режиму пресування раціонально використовувати соковміст ε.



1, 2 – розрахункові криві при різних вологостях і вмісті шкірочки, насіння, залишків гребенів; 3 – експериментальна залежність; I, II, III – зони важкого, нормального і полегшеного режимів пресування.

Рис. 3 – Залежність вологості вичавок від сусловмісту

Залишковий сусловміст вичавок є інтегральною оцінкою процесу вилучення соку із сировини. За цим показником не можна судити про раціональність режиму відділення соку на окремих ділянках робочого каналу. Аналіз роботи окремих ділянок робочого каналу і нормування в робочому обсязі питомої потужності процесу відповідно до мінімальних величин, необхідних для руйнування сокомістких клітин, є головним напрямом підвищення якості соку і збільшення продуктивності пресів.

При зменшенні інтенсивності енергетичної дії на м'язгу при пресуванні у шнековому пресі можна підвищити вихід до 80 дал/т, що значно підвищує ефективність роботи і дає великий економічний ефект.

Література

1. Іваненко А.В., Тенюх К.М. Виноград – вино та інші перетворення. – Одеса: Астропринт , 2007 . – 808с.

УДК 664.8.047

ВИБІР РЕЖИМІВ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Снєжкін Ю.Ф., д-р. техн. наук, професор, чл.-кор. НАН України
Шапар Р.О., канд.техн. наук, ст. наук. співр.
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Узагальнені закономірності тепломасообміну під час сушіння рослинних матеріалів, встановлені оптимальні режими з метою інтенсифікації процесу та розробки енергозбережної технології їхньої переробки.

Heat-mass exchange conformities were generalized at drying of vegetable stuff. The optimum modes were determined for the purpose of process intensification and development of energy saving technology of their conversion.

Ключові слова: термолабільність, багатостадійні режими зневоднення, вологообмін, інтенсифікація процесу, енергетичні витрати.

Вступ

Зниження енергоємності процесів сушіння має першочергове значення в технологічному процесі виробництва сушених продуктів із рослинних матеріалів. Існує ряд методів зниження енергетичних витрат процесу: від вибору способу зневоднювання до встановлення раціональних тепловологих режимів, що призводять до інтенсифікації процесу та створення енергоефективного обладнання. При зневоднюванні

рослинних матеріалів, що мають складну колоїдну капілярно-пористу структуру, завдання ускладнюється термолабільністю об'єктів сушіння і прагненням до максимального ступеня збереження їх природних складників.

Огляд обладнання для сушіння рослинної сировини показує, що існує значна кількість сушильних установок, які відрізняються за продуктивністю, способом підведення теплоти до матеріалу (конвективний чи кондуктивний або поєднанням обох способів), станом матеріалу (у вигляді пасти, рідини чи зерен або шматочків нарізаного матеріалу), станом шару матеріалу в сушарці (щільний шар або псевдозріджений). Серед конвективних сушильних установок домінують камерні сушильні установки, потім стрічкові, тунельні, вакуумні і барабанні, а їхня продуктивність (рис. 1) коливається в широкому діапазоні від 0,06 до 5 т/годину, і вибір типу сушильного обладнання залежить від обраної схеми технологічного процесу, об'єму сировини та матеріальних можливостей.

Результати досліджень

Результатами експериментальних досліджень доведено, що інтенсифікації процесу сушіння передує раціонально обґрунтовані способи підготовки матеріалу до переробки – зниження початкової вологості зневоднювального матеріалу, збільшення поверхні випаровування, гігротермічна обробка паренхімних тканин сировини. Комбінацією наведених прийомів досягається інтенсифікація процесу сушіння і скорочення його тривалості від 20 до 30 % [1]. Основним параметром, що визначає інтенсивність процесу сушіння, є температура сушильного агента. Збільшення її величини призводить до зростання інтенсивності процесу видалення вологи і скорочення енергетичних витрат сушіння. Отже, з теплотехнічної точки зору для інтенсифікації зневоднювання температуру сушильного агента маємо збільшувати, а, враховуючи особливості рослинних матеріалів, зростання температури обмежене термолабільністю зневоднювальних матеріалів. На підставі результатів експериментальних досліджень відповідно до закономірностей тепломасопереносу при сушінні, розроблені багатостадійні режими зневоднення рослинних матеріалів з урахуванням їх природних властивостей, гранично допустимої температури. Один із прикладів ступінневого зневоднення у вигляді кривих кінетики і швидкості сушіння наведено на рис. 2. Порівняльний аналіз кривих кінетики зневоднення в межах зазначеного діапазону параметрів процесу показує збільшення швидкості вологовіддачі на початковій стадії від 3,3 %/хв при одностадійному режимі до 5,4 %/хв у режимі двостадійного зневоднення, скорочення тривалості – до 20 %. Підвищення температури сушильного агента вище t = 120 °С призводить до зростання температури збезводнювального матеріалу за допустиму межу, а зменшення – знижує інтенсивність процесу. В міру зниження вологості матеріалу сповільнюється підведення вологи з глибини на поверхню і температура матеріалу різко піднімається, наближаючись до критичної. Для запобігання цьому температуру сушильного агента на другому етапі процесу знижують (крива 3). Сушінням у такий спосіб досягається інтенсифікація процесу, скорочення часу теплового впливу на зневоднювальний матеріал.

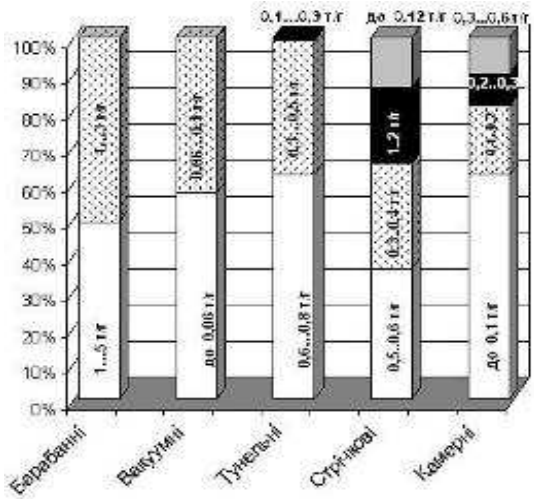
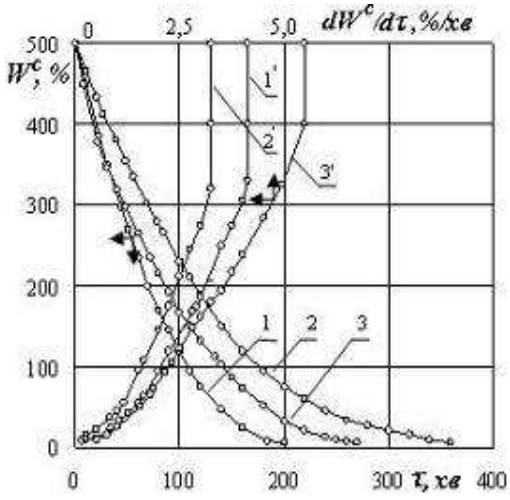


Рис. 1 – Продуктивність сушильних установок



V = 1 м/с; d =10 г/кг сухого повітря;
q = 14 кг/м²; δ = 10·10·10 мм;
1,1' – t =100 °С; 2,2' – t =80 °С;
3,3' – t =120…80 °С

Рис. 2 – Криві кінетики сушіння яблук

Встановлено, що для сушіння рослинної сировини за багатостадійними режимами доцільно використовувати тунельні зонні сушильні установки, які укомплектовані в технологічні лінії. Конструкція таких установок дозволяє розподілити інтенсивність теплового впливу на матеріал залежно від його вологості та часу перебування в тій чи

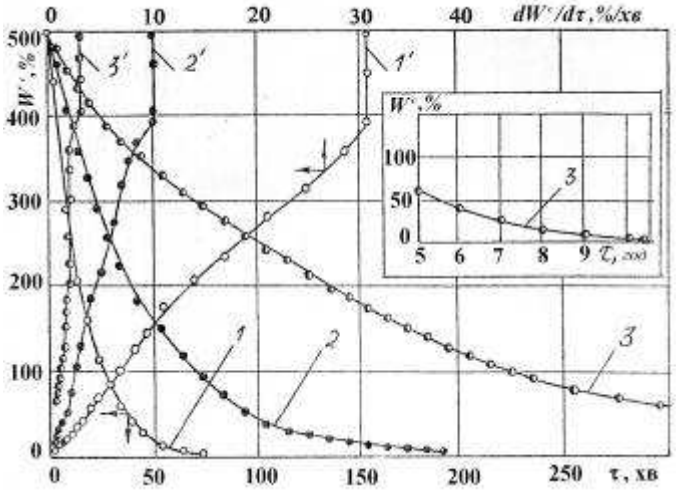
іншій зоні, а також автоматично підтримувати певний тепловологий режим у кожній зоні для конкретної сировини, що забезпечує високу якість сушених продуктів та заощадження енерговитрат при сушінні до 20 %. Наявність зони охолодження дає змогу здійснювати детермопластифікацію висушених матеріалів. Насамперед, це вкрай необхідно для уникнення термопластичності сахаровмісних сушених продуктів та забезпечення якісної роботи обладнання для проведення процесів диспергування і фракціонування в разі одержання порошкоподібної продукції.

На особливу увагу заслуговує ефіроолійна та пряноароматична сировина (меліса, чабер та аніс садові, м'ята, кріп, петрушка тощо), термолабільність якої обумовлена наявністю в її складі ефірної олії. При сушінні такої сировини необхідно використовувати такі тепловологі режими та обладнання, що дозволяють максимально зберегти пряноароматичні й ефірні складники та значну частину біологічно активних і харчових властивостей сировини.

Експериментально встановлено, що сушіння вказаних рослинних матеріалів необхідно здійснювати в режимі низькотемпературного зневоднення, оскільки при високих температурах сушильного агента спостерігається втрата ефірної олії через її високу летучість. Результати експериментальних досліджень процесу зневоднення на прикладі м'яти перцевої, яка традиційно використовується як сировина для одержання ефірної олії, наведені на рис. 3. Листя м'яти перцевої містять (2,7…3,0) % ефірної олії, яка переважно представлена ментолом (вільним і у вигляді складних ефірів оцтової і валеріанової кислот), флавоноїди, каротиноїди, органічні кислоти, дубильні речовини й мікроелементи.

Із наведених кривих вологообміну видно, що в режимі сушильного агента 40 ºС м'ята зневоднюється до низької залишкової вологості за 10,5 години. Підвищення температури теплоносія до 60 ºС скорочує час сушіння до 3 годин, а в режимі 80 ºС весь процес триває 75 хв, але відбувається потемніння м'яти і погіршуються її смакові властивості.

Сумісний аналіз органолептичних показників і числа аромату висушеної сировини показує, що підвищення температури теплоносія від 40 до 60 ºС призводить до втрати ароматичних речовин м'яти на 20 %, подальше підвищення температури сушильного агента до 80 ºС призводить до ще більших втрат – 50 % і є неприпустимим.



1 – t = 80 °C; 2 – t = 60 °C; 3 – t = 40 °C;
V = 1 м/с; d = 10 г/кг сухого повітря; h =20 мм

Рис. 3 – Вплив температури теплоносія на кінетику сушіння м'яти

Експериментальні криві сушіння були узагальнені в координатах W^c-$N\tau$, визначено відносні коефіцієнти сушіння, одержано розрахункову залежність для визначення тривалості процесу сушіння м'яти [2]:

$$\tau = \frac{1}{N}\left(W^c{}_n - W^c{}_{кр1} + \frac{1}{\chi_2}\lg\frac{W^c{}_{кр1}}{W^c{}_{кр2}} + \frac{1}{\chi_3}\lg\frac{W^c{}_{кр2}}{W^c{}_к}\right) \quad (1)$$

де $W^c{}_n$, $W^c{}_к$ – початковий і кінцевий вологовміст, %;
$W^c{}_{кр1}$, $W^c{}_{кр2}$ – значення критичних вологовмістів, %;
χ_2, χ_3 – відносні коефіцієнти сушіння;
N – швидкість сушіння, %/хв; τ – час, хв;

$$\tau = \frac{1956}{N} \quad (2)$$

Отже, на підставі проведених експериментальних досліджень кінетики сушіння рекомендовані низькотемпературні одностадійні режими з температурою сушильного агента (45…55) °С, або двоступеневі, коли на першій стадії температура теплоносія має бути (65…55) °С, а при вологості матеріалу (30…40) % знижується до (50…40) °С. Зазначені теплові режими сушіння ефіроолійної та пряноароматичної сировини сприяють розщепленню глюкозидів і підвищенню виходу ефірної олії на подальших етапах технологічного процесу.

Для сушіння ефіроолійної та пряноароматичної сировини можна використову-вати тунельні конвективні сушильні установки, єдиною вимогою є чітка підтримка розроблених режимів сушіння.

Для сушіння такої сировини поряд з тунельними сушильними установками, що працюють на традиційних видах палива, запропоновано ряд низькотемпературних сушильних установок, розроблених Інститутом:

- камерного типу з використанням відновлюваних джерел енергії;
- конденсаційні сушильні установки з використанням парокомпресійного теплового насосу;
- сорбційні сушильні установки з використанням вторинних та відновлюваних джерел енергії.

Витрати енергії при використанні такого сушильного обладнання до 1,5 разів нижчі в порівнянні з існуючим вітчизняними камерними сушильними установками [3,4].

Висновки

На підставі узагальнення закономірностей вологообміну при зневодненні рослинної сировини, встановлені і рекомендовані оптимальні режими проведення процесу в залежності від виду матеріалу, розроблені технології і запропоновані сушильні установки, що забезпечують високу якість сушених матеріалів.

Література

1. Снежкин Ю.Ф. Анализ факторов повышения эффективности процесса сушки термолабильных материалов / Ю.Ф Снежкин, Р.А. Шапарь // Промышленная теплотехника. – 2009.– Т. 31.– № 7.– С. 110-112.
2. Красников В.В. Кондуктивная сушка. – М.: Энергия, 1973.– 288 с.
3. Снежкин Ю.Ф. Комплексное использование геотермальной энергии в агропромышленном секторе / Ю.Ф. Снежкин, Д.М. Чалаев, В.С. Шаврин, Р.А. Шапарь // Відновлювана енергетика.– 2007.– № 1.– С. 68–70.
4. Снежкин Ю.Ф. Пути интенсификации процессов сушки / Ю.Ф. Снежкин // Промышленная теплотехника.– 2009.– Т. 31, № 7.– С. 89.

УДК 66.047

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕПЛОВОЛОГОПЕРЕНОСУ ПРИ СУШІННІ КРАПЕЛЬ СТРУКТУРОВАНИХ РОСЛИННИХ СИСТЕМ

Турчина Т.Я., науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України, м. Київ

Подано теоретичний аналіз тепломасопереносу при сушінні крапель структурованих систем рослинних харчових матеріалів.

Theoretical analysis of heat moisture transfer during drying of structured system vegetable food materials droplets are represented.

Ключові слова: тепловологоперенос, структурована система, кірка, дифузійний опір, час сушіння.

Короткочасне перебування частинок мікронних розмірів у розпилювальній сушильній установці та нестаціонарність процесів в об’ємі камери, обумовлена зміненням параметрів зовнішнього тепломасообміну, робить експериментальні дослідження кінетики тепловологопереносу та структуроутворення в середині окремої краплі проблематичним, як і відтворення всіх цих чинників в умовах лабораторних стендів.

Матеріали з рослинної сировини: солодові екстракти та фруктово-овочеві пюре, досліджені в даній роботі, являють собою багатокомпонентні колоїдні та колоїдні капілярно-пористі матеріали, що містять біополімери – розчини високомолекулярних сполук. Для таких матеріалів характерний особливий стан зв’язаної вологи. Структура висушених частинок гетерогенних систем, що містять високомолекулярні сполуки, залежить від гнучкості ланцюга біополімерів та особливостей багатокомпонентної системи. Тому строгий аналіз кінетики сушіння та розробка математичної моделі має враховувати особливості фізико-хімічних характеристик продукту і взаємодії між різними його елементами.

За термограмами сушіння крапель досліджених матеріалів, процес відбувається за умов відсутності періоду постійної швидкості сушіння (до кр.1 при температурі краплі, близькій до температури мокрого термометра $T_к=T_{м.т}$) при монотонному збільшенні температури краплі практично зразу за стадією прогрівання краплі і до другої критичної крапки (кр. 2), коли $T_к \approx 100$ °С. Це пов’язано із зменшенням потенціалу масопереносу на поверхні краплі – $\rho_s(u) - \rho_\infty$ [1], а внаслідок залежності густини водяної пари на поверхні кірки ρ_s від поточного вологовмісту $u_к$ температура на поверхні краплі за умов заглиблення зони випаровування за певний проміжок часу може досягати значення $T_к=T_{кип} \approx 100$ °С.

Значення $u_{кр.3}$, які визначаються при сумісній обробці термо- і масограм зневоднення, значною мірою залежать від кількості слабозв'язаної вологи і для подібних матеріалів, як правило, достатньо великі, за рахунок чого в періоді кипіння відбувається роздування частинок і можливе утворення їх у формі порожнистих сфер [1-3], а також збільшення часу завершальної стадії сушіння (τ_V). Модель краплі з достатньо вологопроникливою кіркою не передбачає різких змінень її температури та розмірів у стадії кипіння, що узгоджується з кінетикою сушіння досліджених матеріалів [3].

На основі результатів проведених нами експериментальних досліджень [3, 4] запропоновано гіпотетичну фізичну модель крапель складних структурованих гетерогенних систем, що отримувались у результаті обробки повноцінної плодово-ягідної сировини у роторно-пульсаційному апараті із застосуванням методу ДІВЕ, у стадії кіркоутворення при їх висушуванні (рис. 1).

Формування твердої структури, розмірів та форми частинок високовологих матеріалів у процесі вологовидалення припускає деякі структурні перетворення [1, 2]. У процесі сушіння рослинних гетерогенних систем, що вміщують комплекс різних розчинних та нерозчинних речовин на поверхні краплі-частки (рис. 1) формується тверда фаза, структура якої визначає її здатність до молекулярної дифузії вологи при сушінні.

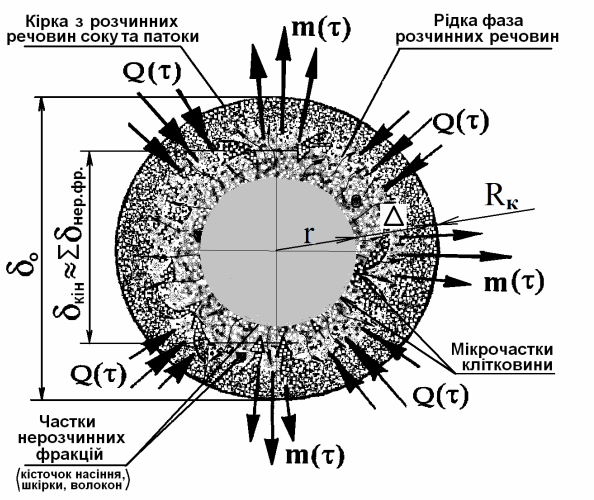


Рис. 1 – Фізична модель крапель складних структурованих систем із плодово-ягідної сировини у стадії кіркоутворення при їх висушуванні

Ступінь дисперсності нерозчинних фракцій цих систем, як показали дослідження [4, 5], визначає інтенсивність вологопереносу на поверхні розділу фаз у системі «крапля – парогазове середовище». При цьому визначальними чин-никами процесів структуроутворення та вологопереносу крізь поверхневу кірку висушуваної краплі є:

— концентрація та фізико-хімічні особливості сухих речовин;

— співвідношення розчинних і нерозчинних речовин гетерогенної системи, яке обумовлює здатність матеріалу створювати капілярно-пористу структуру поверхневого шару краплі при сушінні та формувати її вологопровідні властивості;

— структуроутворювальні властивості складників матеріалу та чинники впливу на них (наприклад, органічні кислоти негативно впливають на структуруючі властивості ягідних та фруктово-овочевих гетерогенних систем при сушінні, що вимагає введення додаткових структуруючих добавок [5]).

Крапля плодово-ягідної гетерогенної системи (рис. 1), яка містить частинки дисперсної фази, що зважені у рідкій фазі розчинних речовин, загалом являє собою колоїдний біополімерний (білково-полісахаридний) комплекс. Як показала кінозйомка крапель при сушінні, рідинна гетерогенна система перебуває у стані постійного руху в середині краплі. Розчинні речовини та певна кількість мікрочастинок дисперсної фази зосереджуються на поверхні розділу фаз, де вони залучаються до формування структури поверхневого шару. Решта компонентів сухих речовин – білки, вуглеводи і нерозчинні мікрочастинки клітковини, волокон та ін., перебуваючи у постійному русі, мігрують в середину краплі й ущільнюються по мірі висушування краплі. Таким чином формується структура частки, яка визначає інтенсивність вологопереносу як на поверхні розділу фаз, так і в об'ємі всієї краплі. Це важливо при сушінні вологоінерційних за [6] матеріалів, тобто матеріалів з малим коефіцієнтом дифузії вологи, до яких належить більшість багатокомпонентних харчових продуктів, у т. ч. з рослинної сировини.

Теоретичний аналіз інтенсивності вологопереносу при сушінні крапель плодово-ягідних композицій із структуруючими добавками та загального часу їх сушіння включає наступні залежності.

1. Змінення маси краплі:

$$m = m_{кр.1}(dm/d\tau)_{кр.1-3} \cdot \tau, \qquad (1)$$

де, $m_{кр.1} \approx m_o$, $(dm/d\tau)_{кр.3} \approx$ const (на основі експерименту) при $\tau < \tau_{кр.3.}$

2. Позначивши товщину кірки через Δ, умови балансу розчиненої речовини можна представити так:

$$4/3\ \pi\rho_{кр.1}[R_к - \Delta(\tau)]^3 = m_{кр.1} - m_{сух} + 4/3\pi\ C_{кр.1}[R_к - \Delta(\tau)]^3, \qquad (2)$$

де С – масова частка сухих речовин, кг/м^3.

3. Змінення товщини кірки Δ краплі:

$$\Delta = \frac{(dm/d\tau)_{кр.1-3} \cdot R_к (\tau - \tau_{кр.1})}{3(m_o - m_{сух})} . \quad (3)$$

4. Вологоперенос крізь утворену на поверхні краплі кірку (Δ)(рис. 1):

$$I = 4\pi R_к^2 D_к (d\rho/dr) = 4\pi R_к \cdot D_п(\rho^* - \rho_\infty)$$

або

$$I = 4\pi R_к^2 D_к[(\rho_o - \rho^*)/\Delta] = 4\pi R_к \cdot D_п(\rho^* - \rho_\infty) \quad (4)$$

де, ρ_o – густина парів вологи на внутрішній межі кірки (r=$R_к$-Δ, рис. 1), ρ^* – густина парів вологи на зовнішній межі кірки $R_к$:

$$\rho^* = \frac{\rho_\infty + \frac{D_к}{D_п} \cdot \frac{R_к - \Delta}{\Delta} \cdot \rho_o}{1 + \frac{D_к}{D_п} \cdot \frac{R_к - \Delta}{\Delta}} \quad (5)$$

5. Швидкість випарювання вологи з краплі (частинки):

$$(dm/d\tau)_{кр.1-3} = 4\pi \frac{\rho_o - \rho_\infty}{\frac{1}{R_к \cdot D_п} + \frac{\Delta}{R_к D_к (R_к - \Delta)}} , \quad (6)$$

де, $1/R_к D_п = k_п$ – опір вологопереносу з боку теплоносія, а $\Delta/R_к\, D_к(R_к - \Delta) = k_к$ – опір вологопереносу з боку кірки: звичайно $D_к << D_п$.

6. Загальний час сушіння краплі складної структурованої рослинної системи складає:

$$\tau_{заг} = \tau_{кр.1-3} + \tau_V , \quad (7)$$

де

$$\tau_{кр.1-3} = \tau_{кірк} + \tau_{кип} = \frac{u_o - u_{кр.3}}{(du/d\tau)_{кр.1-3}} = \frac{m_o - m_{кр.3}}{(dm/d\tau)_{кр.1-3}} = \frac{(m_o - m_{кр.3})(k_п + k_к)}{\rho_o - \rho_\infty} ; \quad (8)$$

а

$$\tau_V = \frac{m_{кр.3} - m_{кон}}{(dm/d\tau)_V} = \frac{(m_{кр.3} - m_{кін})(k_п + k_к)}{\rho_o - \rho_\infty} . \quad (9)$$

Тоді загальний час сушіння становить:

$$\tau_{заг} = (m_o - m_{кін}) \frac{k_п + k_к}{\rho_o - \rho_\infty} . \quad (10)$$

Формули 4 і 6 включають коефіцієнти дифузії вологи крізь поверхневу кірку $D_к$ та шар теплоносія $D_п$ на зовнішній межі кірки (5), що дає можливість оцінити тривалість сушіння (7-10) з урахуванням опору вологопереносу з боку утвореної в процесі сушіння кірки твердої фази, позначеної нами $k_к$.

За отриманими експериментальними даними більші значення C_o та $T_п$ збільшують, як показано на рис. 2, темп нагрівання крапель, що сприяє інтенсифікації вологопереносу у стадіях кіркоутворення та кипіння. При цьому, як показано на рис. 3, загальний час зневоднення скорочується.

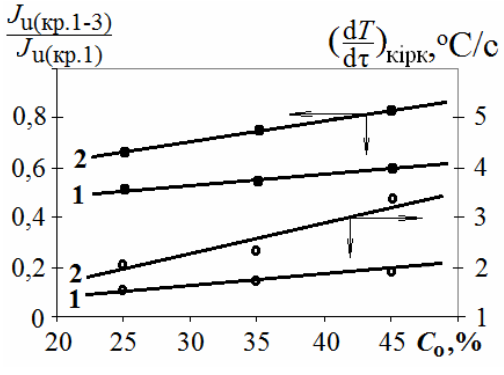


Рис. 2 – Інтенсивність тепловологопереносу у стадії кіркоутворення при сушінні крапель структурованих рослинних систем:
1 – $T_п$ =160 °C; 2 – $T_п$ = 180 °C

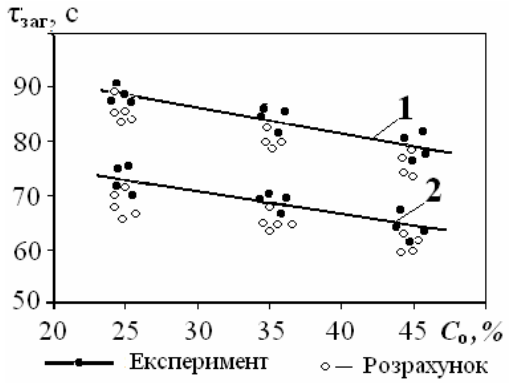


Рис. 3 – Загальний час сушіння крапель структурованих рослинних гетерогенних систем:
1 – $T_п$ =160 °C; 2 – $T_п$ = 180 °C

Отримані графічні залежності $\tau_{заг}=f(C_o)$ (рис. 3) свідчать про задовільну узгодженість розрахункових та експериментальних даних для різних концентрацій досліджених матеріалів з рослинної сировини та параметрів теплоносія.

Висновки

За результатами теоретичного аналізу тепломасопереносу при сушінні крапель структурованих систем рослинних харчових матеріалів отримано рівняння (10) для розрахунку загального часу сушіння подібних продуктів у диспергованому стані з урахуванням їх вихідних характеристик та параметрів теплоносія.

Література

1. Долинский А.А. Оптимизация процессов распылительной сушки / А.А. Долинский, Г.К. Иваницкий. – К.: Наукова думка, 1984 .– 320 с.
2. Малецкая К.Д. Теплофизические основы создания новых технологий и усовершенствование техники обезвоживания жидкосных материалов в диспергованном состоянии: дис. доктора техн. наук.: 05.14.06 / Малецкая Кира Дмитриевна: – К., 2003. – 338 с.
3. Турчина Т.Я. Кинетика процессов тепловлагопереноса при сушке капель термопластичных материалов – солодовых экстрактов / Т.Я. Турчина // Промышленная теплотехника, 2010. – Т. 32, № 3. – С. 43-49.
4. Малецька К.Д. Удосконалення процесу тепломасообміну в технологіях розпилювального зневоднення нефракціонованої рослинної сировини./ К.Д. Малецька, Т.Я. Турчина // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2007. – Вип. 30. – Т.1. – С. 176-181.
5. Турчина Т.Я. Фізико-хімічний склад і структуруюча здатність рослинних матеріалів розпилювального сушіння / Т.Я. Турчина // Харчова і переробна промисловість, 2008. – № 5. – С. 17-20.
6. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А.С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 527 с.

УДК 664.3.032 : 544.773.32

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ФОСФОЛІПІДНИХ НАНОСТРУКТУР

Авдєєва Л.Ю., канд. техн. наук, ст. наук. співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

У статті представлено результати досліджень енергоефективності різних методів одержання фосфоліпідних наноструктур часток.

The results of the researches concerning energy efficiency of various methods of phosphor-lipid nanopiece formation are presented.

Ключові слова: технологія, тепломасообмінні процеси, наноструктури, диспергування, дискретно-імпульсне введення енергії

На сьогодні все більше уваги в усьому світі приділяється спрямованому одержанню і використанню речовин і матеріалів нанорозміру. Вони відкривають широкі перспективи при створенні сучасних технологій з принципово новими корисними характеристиками. Унікальні властивості наноматеріалів знаходять своє використання в енергетиці, інформаційних технологіях, матеріалознавстві, біології, медицині і т.д.

Значний інтерес для вивчення і перспективу для використання мають везикули з фосфоліпідів. Фосфоліпіди відносяться до амфіфільних сполук, які мають властивість до самоорганізації у воді або інших органічних розчинниках з утворенням замкнених мембранних оболонок – везикул, які, залежно від способу одержання, розрізняються за своїми розмірами (від 20 нм до 50 мкм), формою і функціональними властивостями. На сьогодні ліпідні везикули широко використовуються в медицині, фармацевтичній і косметичній промисловості через їхню властивість до включення, утримування в середині і транспортування безпосередньо до клітин речовин різноманітної природи – лікарських препаратів, ферментів, біологічно активних речовин. Але такі частинки мають великі перспективи для використання у харчовій промисловості і сільському господарстві [1, 2].

Збільшення галузей для використання корисних властивостей фосфоліпідних наночастинок стримується через складність технологій їхнього отримання, використання багаторівневих способів і енергоємних процесів: методи озвучування, етанольної інжекції, продавлювання через полікарбонатні ядерні фільтри, «заморожування-відтавання» та ін. [3, 4]. Ці методи, незважаючи на досягнення поставленої мети, є малопродуктивними і не дозволяють організувати промислового виробництва фосфоліпідних наносистем у значних обсягах.

Одним зі способів, який найбільш часто використовують для одержання фосфоліпідних наночастинок є озвучування водної дисперсії фосфоліпідів за допомогою використання приладів типу ультразвукових ванн. Ці прилади призначені для генерування ультразвукових коливань у закритій ємності за допомогою магнітострикціонних перетворювачів. Вони використовуються в багатьох галузях промисловості для процесів диспергування, очищення та ін.

Наприклад, ультразвукова ванна УЗВД-6 має такі технічні характеристики: камеру об'ємом, 800 $см^3$, в якості джерела коливання використовується магнітострикційний перетворювач потужністю 4 кВт із живленням від генератора, потужністю 20 кВт. Амплітуда коливань становить від 10 до 15 мкм [5].

У результаті озвучування дисперсії фосфоліпідів утворюються везикули розміром від 20 нм до 1000 нм (1 мкм). Розмір везикул залежить від тривалості озвучування. Для зменшення діаметра везикул до 100 нм використовують декілька прийомів озвучування і охолодження (із загальною тривалістю до 10 хв.), при цьому відбувається ерозія частинок металу випромінювача, що забруднює препарат, тому проводять обов'язкове подальше центрифугування [4].

Пошук нових енергоефективних технологій отримання фосфоліпідних везикул був темою досліджень багатьох вітчизняних і закордонних вчених. Одним із запропонованих варіантів підвищення ефективності процесу є одержання фосфоліпідних везикул шляхом диспергування і гомогенізації багатокомпонентної фосфоліпідної суміші за допомогою клапанних гомогенізаторів високого тиску різних конструкцій. В апаратах цього типу гомогенізація дисперсних систем ґрунтується на максимальній турбулізації матеріалу в локальній активній зоні. У цих апаратах подрібнення відбувається в результаті проходження матеріалу через одно-, дво- або трьохступеневу гомогенізуючу голівку за рахунок дії трьохступеневого плунжерного насосу високого тиску. Для одержання фосфоліпідних наночастинок, розміром до 200 нм, цим способом проводять диспергування суспензії фосфоліпідів під тиском 50…85 МПа. [6].

Одним з перспективних способів збільшення ефективності технологічних процесів є імпульсні енергетичні впливи на оброблюваний матеріал, що використовують внутрішні і зовнішні джерела енергії. Нами була досліджена можливість одержання фосфоліпідних наноструктур і підвищення ефективності процесу їх утворення при синергетичному багатофакторному впливі на межі розділення фосфоліпід-вода за принципом дискретності і концентраційної вибірковості енергетичних впливів за рахунок використання дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) [7, 8].

Технічні характеристики промислових ультразвукових перетворювачів, гомогенізаторів клапанного типу і проточного роторно-пульсаційного апарату циліндричного типу наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Технічна характеристика гомогенізаторів

Характеристика	Промислові ультразвукові перетворювачі	Гомогенізатори клапанного типу		Роторно-пульсаційний гомогенізатор циліндричного типу
		А1-ОГМ-2,5	А1-ОГ2М	
Продуктивність, кг/год.	48-160	2500	5000	3000
Робочий тиск, МПа	1	20	20	–
Потужність, кВт	4-15	18,5	37	1,5
Кількість ступенів гомогенізації	1-3	2	2	1
Питомі витрати електроенергії на гомогенізацію продукту, кВт/т	83,3-312,5	7,4	7,4	0,5

Дані таблиці дозволяють зробити висновок про збільшення ефективності витрат енергії при використанні гомогенізаторів різного типу, порівняно із ультразвуковими перетворювачами. Методу озвучування з використанням ультразвукових перетворювачів характерна невисока продуктивність, застосовування декількох стадій і додаткових видів обробки. Крім того, тривала обробка ультразвуком з низькою інтенсивністю або короткочасна з високою інтенсивністю призводить до хімічного руйнування фосфоліпідів із утворенням лізолецитину і окислення поліненасичених жирних кислот.

Аналіз даних таблиці свідчить про більш високу енергоємність клапанних гомогенізаторів у порівнянні з роторно-пульсаційними апаратами. При приблизно однаковій продуктивності, для клапанних гомогенізаторів питомі витрати електроенергії на одиницю продукції в 14,8…28,8 разів більше. Крім того, конструктивною особливістю гомогенізаторів клапанного типу є складна конфігурація гомогенізуючих головок, а також використання підпружинених клапанів для проштовхування оброблюваного матеріалу, які інтенсивно зношуються під впливом кавітаційної ерозії.

З технологічної точки зору, диспергування ліпідів під високим тиском може призвести до окислення поліненасичених жирних кислот. Організація циклічності процесу (до 10 циклів обробки) дозволяє знизити робочий тиск гомогенізації, але більша частина енергії витрачається на процес макроперемішування всій маси матеріалу і його рециркуляцію з пасивної зони в активну, що призводить до непродуктивної дисипації енергії і значного збільшення енерговитрат.

Використання роторно-пульсаційних апаратів, де в результаті дискретно-імпульсного введення енергії підвищується технологічна ефективність процесу, з'являється можливість значно зменшити питомі витрати енергії на одиницю продукції, зменшити тривалість процесу та кількість циклів обробки матеріалу [9, 10].

Нами були досліджені властивості наноструктур, утворених запропонованим способом за функцію розподілу розміру частинок за допомогою лазерного фотон-кореляційного спектрометра "ZetaSizer–3" Malvern Instrument, Великобританія, обладнаного He-Ne лазером ЛГН-111 (P = 25 мВт, λ = 633 нм). Даний прилад дозволяє визначити коефіцієнт дифузії дисперсних часток у рідині шляхом аналізу характерного часу флуктуації інтенсивності розсіяного світла. Розмір часток розраховували за формулою Стокса-Ейнштейна, яка пов'язує розмір частинок з їх коефіцієнтом дифузії і в'язкістю рідини. Отримана автокореляційна функція (АКФ) оброблялася за допомогою стандартних (ліцензійних) комп'ютерних програм (PCS-Size mode v 1.61). Для досліджень використовувався сухий знежирений фосфоліпідний комплекс «Лецитин соєвий «Solec F» виробництва фірми «Solae Europe» (ЄС) із загальним вмістом фосфоліпідів 97 %.

Результати досліджень свідчать, що при впливі на водну дисперсію фосфоліпідів ультразвуку при 22 кГц впродовж 1 хв. утворюються частинки з діапазоном дисперсності від 17,7 нм до 811 нм. Середній діаметр частинок всієї дисперсної системи становить 153,3 нм. Діаметр частинок має двомодальне розподілення: малі одношарові везикули з розміром від 17,7 нм до 120,2 нм і великі одношарові везикули від 176 нм до 811 нм, причому частка малих одношарових везикул із розміром від 17,7 нм до 119,8 нм становить майже 70,7 %.

При одноразовій обробці водної дисперсії фосфоліпідів за допомогою методу ДІВЕ середній діаметр частинок всієї дисперсної системи становить 168,4 нм. Частка наноструктур із розміром від 14,9 нм до 138,1 нм становить 75,6 %. Дисперсна система характеризується значною стабільністю результатів.

При циклічній обробці водної дисперсії фосфоліпідів за допомогою клапанного гомогенізатора [6] дисперсна система складається (до 80-90 % всіх частинок) з частинок з розміром 80 – 160 нм.

У результаті аналізу одержаних даних можна зробити висновок, що розмір фосфоліпідних частинок у дисперсних системах, утворених при використанні методу ДІВЕ, можна порівняти з іншими розглянутими нами системами, але аналіз технічних характеристик обладнання, яке використовується для реалізації цих методів (табл.1), свідчить що запропонований нами метод (метод ДІВЕ) дозволяє значно підвищити ефективність процесу і знизити енерговитрати при виробництві.

Висновки

У результаті порівняння характеристик різних типів обладнання за продуктивністю, потужністю, питомими витратами електроенергії на одиницю продукції, а також якістю диспергування був зроблений висновок про доцільність використання методу ДІВЕ з метою збільшення ефективності процесу гомогенізації і зменшення непродуктивних витрат енергії при виробництві фосфоліпідних наноструктур.

Література

1. Ковальчук М.В. Нанотехнологии – фундамент новой наукоемкой экономики 21 века / М.В. Ковальчук //Российские нанотехнологии.– 2007. – Т.2.– №1–2.–С.6–11.
2. Верников В.М. Нанотехнологии в пищевых производствах: перспективы и проблемы / В.М.Верников, Е.А.Арианова, И.В. Гмошинский и др. // Вопросы питания, 2009, Т.78. – №2. С.4-17.
3. Барсуков Л.И. Липосомы / Соросовский образовательный журнал, 1998.- С.2-9.
4. Gregoriadis Gregory. Liposome Technology / The School of Pharmacy University of London.- New York, London, 2007.-422 p.
5. Промтов М.А. Машины и аппараты с импульсными энергетическими воздействиями на обрабатываемые вещества: Учебное пособие / М.А. Промтов. – М.: «Издательство Машиностроение-1», 2004. – 136 с.

6. Краснопольский Ю.М. Липидная технологическая платформа для создания новых лекарственных форм и транспорта активных фармацевтических субстанций / Ю.М. Краснопольский, А.Е.Степанов, В.И.Швец /Биофармацевтичекий журнал, – 2011. – Т.3. – №2.– С.10-18.
7. Долинский А.А. Дискретно-импульсный ввод энергии в теплотехнологиях / А.А. Долинский, Б.И. Басок, С.И. Гулый, А.И. Накорчевский, Ю.А. Шурчкова // К.: ИТТФ НАН Украины, 1996. – 204 с.
8. Долинский А.А. Принципы разработки новых энергосберегающих технологий и оборудования на основе методов дискретно-импульсного ввода энергии / А.А.Долинский, Г.К. Иваницкий // Промышленная теплотехника.–1997. – Т.19. – № 4-5. – С.13-25.
9. Авдєєва Л.Ю. Метод інтенсифікації процесу отримання ліпосомних наноструктур при дискретно-імпульсному введенні енергії /Л.Ю. Авдєєва // Промышленная теплотехника. – 2010.– Т.32. – № 3.– С. 87-91.
10. Долинский А.А. Анализ и прогнозирование адаптивности липосомной системы при дискретно-импульсном вводе энергии /Долинский А.А., Шаркова Н.А., Авдеева Л.Ю. // Сборник трудов V Международного междисциплинарного симпозиума «Прикладная синергетика в нанотехнологиях», Москва, 2008. – С.488-492.

УДК 621.928.9

ОБЕСПЫЛИВАНИЕ ТРАНЗИТНЫХ И ЦИРКУЛИРУЮЩИХ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ

Буров А.А., канд. техн. наук, доцент, Вишнякова Н.В., аспирантка, Карамушко А.В., аспирантка
Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса

Представлены результаты исследований совмещения центробежной сепарации и непрерывной фильтрации запылённого воздуха через слои циркулирующей пыли. Обоснована и подтверждена эффективность замены различных циклонов аппаратами с замкнутыми контурами. Обоснована эффективность замены систем аспирации с транзитными потоками замкнутыми обеспыливающими системами, исключающими потери тонкодисперсных продуктов и загрязнение ими окружающей среды.

The results of researches of combination of centrifugal separation and continuous filtration of dust-laden air are presented through the layers of circulatory dust. Efficiency of replacement of different cyclones vehicles is reasonable and confirmed with the reserved contours. Efficiency of replacement of the systems of aspiration is reasonable with transit streams by the closed dedusting systems, eliminating the losses of the micronized foods and contamination by them environment.

Ключевые слова: воздух, поток, обеспыливание, система каналов, замкнутые контуры.

Снижение техногенного загрязнения воздуха – актуальная проблема многих производств пищевой промышленности. Она выявилась и обострилась после аварии на Чернобыльской АЭС. Введенный в эксплуатацию за три месяца до аварии молочно – консервный комбинат продуктов детского питания оказался через три месяца после катастрофы на грани закрытия из-за отсутствия фильтрующего материала для кассетных фильтров, очищающих атмосферный воздух. Набивка кассетных фильтров заменялась после аварии через каждые десять дней, при проектном сроке службы до трёх лет. Фильтр превращается в процессе эксплуатации в источник химического и радиоактивного загрязнения пищевых продуктов. Воздух используется во многих процессах пищевых производств, например, в качестве сушильного и транспортирующего агентов. Уносимая очищенным воздухом тонкодисперсная пыль является ценным продуктом, которым загрязняется окружающая среда [1].

Потери продуктов и загрязнение окружающей среды сокращаются при совершенствовании очистки от пыли транзитных воздушных потоков. Они устраняются при замене транзитных потоков циркулирующими потоками запылённого воздуха.

Основные цели:

— сравнительный анализ различных способов повышения эффективности очистки транзитного потока запылённого воздуха;

— анализ условий возможной замены транзитного циркулирующим потоком запылённого воздуха на производстве сухого молока;

— анализ эффективности обеспыливания воздушного потока, циркулирующего в системах с разным расположением структурных элементов;

— использование центробежного вентилятора для концентрации, коагуляции и улавливания тонкодисперсной пыли.

По технологии получения продукта детского питания «Деталакта» на молочно-консервном комбинате, хранящееся в танках охлаждённое до температуры 4 – 6 °С молоко с содержанием твердой компоненты до 15 % поступает в подогреватель из которого с температурой 70 °С оно направляется в четырёхступенчатую выпарную установку. Выпаренная до 50 % содержание твёрдой составляющей, молоко подаётся насосом на дисковый распылитель сушилки, в которую тангенциально подаётся очищенный и нагретый до температуры 180 – 190 °С атмосферный воздух (сушильный агент). Сухой продукт отделяется от воздуха в самой сушилке и доулавливается в двух последовательно установленных циклонах. Расход очищенного в циклонах и поступающего в атмосферу воздуха до $7 \cdot 10^4$ м^3/ч, его запылённость менее 1 г/м^3.

Замена циклона буранами с замкнутыми контурами снижает до 5 раз выбросы пыли с очищенным воздухом при меньших капитальных затратах и эксплуатационных расходах [2]. Буран представляет собой систему последовательно соединённых вертикальных или горизонтальных криволинейных каналов с замкнутыми контурами. Пылесборник соединяется двумя прямолинейными щелями с первым каналом горизонтального бурана и кольцевой щелью с двумя первыми каналами вертикального бурана. Система каналов с замкнутыми контурами совмещает центробежную сепарацию с непрерывной многократной фильтрацией запылённого воздуха через слои пыли, циркулирующей в замкнутых контурах. Коэффициент уноса пыли очищенным воздухом определяется отношением

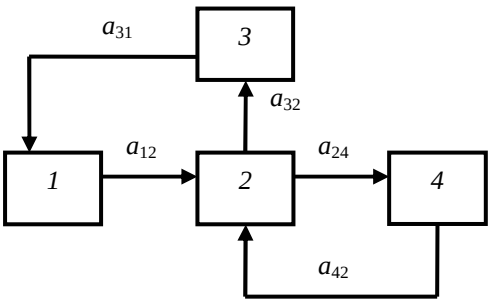
$$\varepsilon = \frac{C_к}{C_н} = \frac{1}{1+2^{n-1}} \qquad (1)$$

где $C_н$ и $C_к$ – запылённости газа до и после очистки, n – число замкнутых контуров.

При n > 10 достигается сравнимая с фильтрами газоочистка и охлаждение очищенного воздуха с конденсацией содержащихся в нём водяных паров [3,4].

Интенсивная конденсация водяных паров и улавливание капельной жидкости в пылесборнике способствует налипанию влажной пыли на криволинейные поверхности каналов. Поэтому неэффективна замена двух последовательно соединённых циклонов сухим бураном с замкнутыми контурами. Орошение запылённого воздуха в буране охлажденным молоком способствует глубокой очистки от частиц сухого молока и водяных паров. Орошение водой выходящего из бурана закрученного воздуха в воздухопроводе с замкнутым контуром [5] обеспечивает регенерацию сушильного агента, достаточную для повторного его нагревания и использования в сушилке. Замена транзитного потока циркулирующим в замкнутом контуре не требует очистки больших количеств воздуха, забираемого из окружающей среды. В этом случае, практически полностью устраняются потери тонкодисперсного готового продукта и загрязнение им окружающей среды. Извлечённая в воздухопроводе с замкнутым контуре орошающая вода может использоваться для промывки технологического оборудования.

Уловленный в сушилке и циклонах «Деталакт» перемещается пневмотранспортом с расходом воздуха 10^4 м^3/ч в циклоны установленные на бункерах сухого молока. Использование центробежного вентилятора для концентрации, коагуляции и улавливания тонкодисперсной пыли позволяет дополнительно извлекать из транзитного воздушного потока до 70 кг готового продукта за 20 часов работы [6]. Замена циклонов установленными на бункерах системами каналов с замкнутыми контурами многократно снижает потери продукта. Потери продукта устраняются при замкнутом по воздуху пневмотранспорте сухого продукта. В этом случае выносной пылеуловитель может устанавливаться на всасывающем или нагнетательном воздухопроводах, до или после вентилятора.



1 – источник пыли; 2 – пылеуловитель; 3 – вентилятор; 4 – пылесборник.

Рис. 1 – Граф переходных состояний улавливания при разряжении

При установки выносного пылеуловителя перед центробежным вентилятором граф переходных состояний циркулирующего потока запылённого воздуха представлен на рисунке 1.

Элементы связаны между собой воздуховодами и пылепроводами, каждый из которых характеризуется параметром a_{ij}, определяющим расход потока пыли. В терминологии марковских случайных процессов с дискретным числом состояний и непрерывным временем параметры называются плотностями потока событий [7].

Условно каждый канал делится на две части, тогда со-

стоянием системы будет называться пребывание частицы пыли в одном из элементов или прилегающих к нему частях каналов. Тогда переход системы из одного состояния в другое мгновенен, а рисунок 1 является размеченным графом состояний. Вероятности состояний для этого графа удовлетворяют системе уравнений:

$$\left.\begin{aligned} \frac{dP_1}{dt} &= a_{12}P_1 + a_{31}P_3 \\ \frac{dP_2}{dt} &= a_{12}P_1 - (a_{23} - a_{24})P_2 + a_{42}P_4 \\ \frac{dP_3}{dt} &= a_{23}P_2 - a_{31}P_3 \\ \frac{dP_4}{dt} &= a_{24}P_2 - a_{42}P_4 \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

при начальных условиях $P_1(0)=1;\ P_2(0)=P_3(0)=P_4(0)=0$.

Характеристическое уравнение системы имеет вид:

$$\begin{vmatrix} -(a_{12}+\lambda) & 0 & a_{31} & 0 \\ a_{12} & -(a_{23}+a_{24}+\lambda) & 0 & a_{42} \\ 0 & a_{23} & -(a_{31}+\lambda) & 0 \\ 0 & a_{24} & 0 & -(a_{42}+\lambda) \end{vmatrix} = 0 \qquad (3)$$

После преобразований уравнения получается: $\lambda\left(b_0 + b_1\lambda + b_2\lambda^2 + \lambda^3\right) = 0$, (4)

где $b_0 = a_{12}a_{31}(a_{23}+a_{24}+a_{42}) + a_{23}a_{42}(a_{12}+a_{31}) - a_{12}a_{23}a_{31}$;

$b_1 = (a_{12}+a_{31})(a_{23}+a_{24}+a_{42}) + a_{12}a_{31} + a_{23} + a_{42}$;

$b_2 = a_{12} + a_{23} + a_{24} + a_{31} + a_{42}$.

Уравнение (4) имеет четыре корня: $\lambda_1 = 0; \lambda_2; \lambda_3; \lambda_4$. В этом случае решения системы (2) имеют вид:

$$P_i(t) = A_i + \sum_{\gamma=1}^{3} B_{i\gamma} e^{\lambda_\gamma t}\ . \qquad (5)$$

В условиях эксперимента наиболее доступным является измерение количества пыли в контейнере. Если m_t — масса пыли, загруженной в систему за время *t*, то согласно (5) масса пыли в контейнере равна $m_4(t) = m_t\left(A_4 + \sum_{\gamma=1}^{3} B_{4\gamma} e^{\lambda_\gamma t}\right)$. Используя начальное условие, получим $m_4(0)=0$, откуда следует $A_4 = -(B_{41}+B_{42}+B_{43})$ и окончательная формула массы пыли в пылесборнике имеет вид:

$$m_4(t) = \sum_{\gamma=1}^{3} B_{4\gamma}\left(e^{\lambda_\gamma t} - 1\right). \qquad (6)$$

Формула (6) имеет 6 параметров ($\lambda_1; \lambda_2; \lambda_3; B_{41}; B_{42}; B_{43}$), которые вычисляются методом наименьших квадратов по значениям массы пыли в пылесборнике в различные моменты времени.

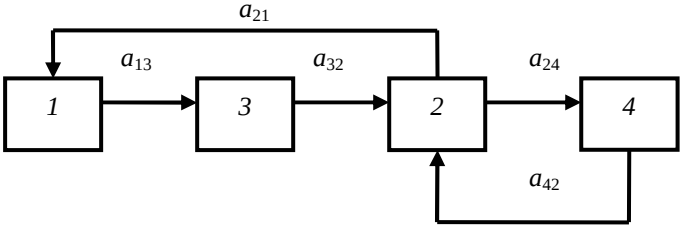


Рис. 2 – Граф переходных состояний улавливания при нагнетании

Установка пылеуловителя за дымососом может быть оправдана стремлением повысить эффективность пылеулавливания за счет концентрации и коагуляции пыли в центробежном дымососе. В этом случае граф переходных состояний пылеулавливания представлен на рисунке 2 с прежними обозначениями элементов. Для этого графа при тех же начальных условиях $P_1(0)=1$; $P_2(0)=P_3(0)=P_4(0)=0$, получена следующая система уравнений:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{dP_1}{dt} &= -a_{13}P_1 + a_{21}P_2 \\
\frac{dP_2}{dt} &= a_{32}P_3 - (a_{21} - a_{24})P_2 + a_{42}P_4 \\
\frac{dP_3}{dt} &= a_{13}P_1 - a_{32}P_3 \\
\frac{dP_4}{dt} &= a_{24}P_2 - a_{42}P_4
\end{aligned}\right\} \qquad (7)$$

Характеристическое уравнение имеет вид:

$$\begin{vmatrix}
-(a_{13}+\lambda) & 0 & a_{21} & 0 \\
a_{13} & -(a_{32}+\lambda) & 0 & 0 \\
0 & a_{32} & -(a_{21}+a_{32}+\lambda) & a_{42} \\
0 & 0 & a_{24} & -(a_{42}+\lambda)
\end{vmatrix} = 0, \qquad (8)$$

что равносильно $\alpha_0 + \alpha_1\lambda + \alpha_2\lambda^2 + \alpha_3\lambda^3 + \lambda^4 = 0$ (9)

где $\alpha_0 = a_{13}a_{32}a_{21}(a_{42} - a_{24})$;

$\alpha_1 = a_{13}a_{32}(a_{24} + a_{42}) + a_{21}a_{42}(a_{13} + a_{32})$;

$\alpha_2 = a_{13}a_{32} + a_{21}a_{42} + (a_{13} + a_{32})(a_{21} + a_{24} + a_{42})$;

$\alpha_3 = a_{13} + a_{32} + a_{21} + a_{24} + a_{42}$.

Уравнение (9) принципиально отличается от уравнения (4), ибо в общем случае оно имеет четыре не равных нулю корня $\lambda_1;\lambda_2;\lambda_3;\lambda_4$. Отсюда следует иная, чем (5), формула вероятности *i*-го состояния системы

$$P_i(t) = \sum_{j=1}^{4} A_{ij} e^{\lambda_j t} \qquad (10)$$

и, как следствие, иная вероятность пребывания частицы пыли в пылесборнике $P_4(t) = \sum_{j=1}^{4} A_{4j} e^{\lambda_j t}$. С учетом начального условия $P_4(0) = 0$ получим $P_4(t) = \sum_{j=1}^{4} A_{4j} e^{\lambda_j t} - e^{\lambda_4 t^3} \sum_{j-1}^{3} A_{4j} = \sum_{j=1}^{4} A_{4j} e^{\lambda_4 t}\left(e^{\beta_j t} - 1\right)$, где $\beta_j = \lambda_j - \lambda_4$, откуда находим массу пыли в пылесборнике

$$m_3(t) = m_t \sum_{j=1}^{3} A_{4j} e^{\lambda_4 t}\left(e^{\beta_j t} - 1\right). \qquad (11)$$

Формула (11), как и формула (6), содержит параметры, представляющие функции от пяти вероятностных характеристик a_{ik} – плотностей потоков событий, которые имеют смысл интенсивности перемещения частиц пыли в каналах между четырьмя блоками замкнутой системы обеспыливания. В свою очередь значения a_{ik} зависят от физических, режимных и конструктивных параметров, среди которых можно отметить: давление, температуру, влажность, вязкость и скорость несущего потока, концентрацию, дисперсный состав, форму и плотность частиц, геометрические размеры, кривизну и шероховатость рабочих поверхностей.

Очевидно, что такое количество факторов исключает возможность строгого аналитического решения задачи обеспыливания. Поэтому формулы (6) и (11) с малым числом эмпирических параметров дают эффективный метод инженерных расчетов.

Основными аппаратами замкнутой системы обеспыливания являются: пылеуловитель, дымосос, и пылесборник. Коэффициенты улавливания этих аппаратов определяют распределение запылённых потоков, а концентрация пыли в трубопроводе имеет вероятностную интерпретацию - плотность потока событий. Это позволяет вычислять вероятность попадания частицы пыли в контейнер, используя ориентированный график состояний системы.

Если выразить плотность потоков событий через коэффициенты улавливания, то можно сравнить вероятности оседания пыли в пылесборнике альтернативных схем, составленных из одинаковых структурных элементов. Тогда большую эффективность пылеулавливания будет иметь та система обеспыливания, у которой больше вероятность оседания частиц в пылесборнике.

Следуя обозначениям индексов элементов систем, коэффициенты улавливания обозначаются: η_2, η_3, η_4. Найдём зависимость плотностей потоков a_{ij} от этих коэффициентов для систем обеспыливания.

В первой системе пылеуловитель пойманные частицы отправляет в пылесборник, а оставшиеся частицы поступают в вентилятор, откуда следует:

$$a_{24} = \eta_2(a_{12} + a_{42}),\ a_{23} = (1-\eta_2)(a_{12} + a_{42}) \tag{12}$$

Вентилятор пойманные частицы возвращает в объект обеспыливания. Поэтому:

$$a_{31} = \eta_3 a_{23} \tag{13}$$

В контейнере пойманные частицы оседают, а остальные возвращаются в пылеуловитель. Поэтому:

$$a_{42} = (1-\eta_4)a_{24} \tag{14}$$

Нормируя входной поток, принимаем $a_{12} = 1$, решая уравнения (12) – (14), получаются:

$$a_{23} = \frac{1-\eta_2}{1-\eta_2+\eta_2\eta_4};\ a_{31} = \frac{\eta_3(1-\eta_2)}{1-\eta_2+\eta_2\eta_4};\ a_{24} = \frac{\eta_2}{1-\eta_2+\eta_2\eta_4};\ a_{42} = \frac{\eta_2(1-\eta_4)}{1-\eta_2+\eta_2\eta_4}. \tag{15}$$

Во второй системе вентилятор отправляет пойманные частицы в пылеуловитель, откуда следует:

$$a_{32} = \eta_3 a_{13} \tag{16}$$

Пылеуловитель отправляет пойманные частицы в пылесборник, а остальные возвращает в объект обеспыливания. Поэтому:

$$a_{23} = (1-\eta_2)(a_{12} + a_{42}),\ a_{24} = \eta_2(a_{12} + a_{42}) \tag{17}$$

Пойманные частицы оседают в пылесборнике, остальные возвращаются в пылеуловитель, что даёт равенство:

$$a_{42} = (1-\eta_4)a_{24} \tag{18}$$

Нормируя выходной поток $(a_{13} = 1)$ и, решив систему (16) – (18), получим:

$$a_{21} = \frac{\eta_3(1-\eta_2)}{1-\eta_2+\eta_2\eta_4};\ a_{32} = \eta_3;\ a_{24} = \frac{\eta_3\eta_2}{1-\eta_2+\eta_2\eta_4};\ a_{42} = \frac{\eta_2\eta_3(1-\eta_2)}{1-\eta_2+\eta_2\eta_4}. \tag{19}$$

Сравнивая потоки, поступающие на выход пылесборника первой и второй систем, заметим, что значения a_{24} отличаются только коэффициентом η_3. В силу $\eta_3 < 1$ контейнер первой системы принимает больше пыли, чем контейнер второй системы. Поэтому первая система более эффективна.

Выводы: Пробные испытания улавливания сухого молока после центробежного вентиляторы на линии пневмотранспорта готового продукта показали возможность использования тягодутьевого оборудования для концентрации, коагуляции и улавливания тонкодисперсных частиц. Использование при очистке транзитных запылённых воздушных потоков систем с циркулирующими в замкнутых контурах потоками позволяет улучшить качество очистки при незначительных капитальных затратах. На основе таких систем может быть создана замкнутая с регенерацией сушильного и транспортирующего агентов. При создании замкнутых по воздуху систем обеспыливания необходимо учитывать не только эффективность составляющих элементов, но и их расположение.

Литература

1. Буров А.А. Центробежная очистка промышленных выбросов в атмосферу / А.А. Буров, А.И. Буров, А.В. Силин, О.Н. Цабиев. // Екологія довкіля та безпека життедіяльності, №6, 2005. – С. 44 – 51.
2. Балан С.А. Аппарат с замкнутыми контурами / С.А. Балан, А.А. Буров, А.И. Буров, Д.А Серебрянский // Сб. научных статей «Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов». – Харьков, 2002. – С. 333 – 338.
3. Буров А.А. Система каналов с замкнутыми контурами / А.А. Буров, А.Л. Становский, О.С. Савельева //Труды Одесского политехнического университета. – Одесса. – 1999. – Вып. 3(9). – С. 61.
4. Буров О.О. Очищення повітря від пилу в циклонах і буранах / О.О. Буров // Аграрний вісник Причорномор'я. – Одеса, 2010, Вип. 55. – С.109 – 115.
5. Балан С.А. Орошаемый газоход с замкнутым контуром / С.А. Балан, А.И. Буров, Д.И. Серебрянский //Тр. Одесского политехнического университета. Научный и производственно- практический сборник по техническим и естественным наукам. – Одесса, 2001. – вып. 2(14). – С. –14.
6. Буров О.О. Багатоканальний відцентровий золопиловловлювач для аспірації теплоенергетичного обладнання// Автореф. дис. канд. техн. наук. – Одеса. – 2002. – 19с.
7. Буров А.А. Стохастическая модель движения частиц в криволинейном воздушном потоке / А.А. Буров, А.И. Буров, А.Н. Герега, В.А. Дроздов, А.А. Эннан //Материалы второго городского семинара «Применения вычислительной техники и математического моделирования в прикладных научных исследованиях». – Одесса, 1995. – С. – 54.

УДК [664.8/.9:621.798-034]:667.648.27

ВИВЧЕННЯ СПОСОБІВ ЗАХИСТУ ВІД КОРОЗІЇ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СТАЛІ У МОРСЬКІЙ ВОДІ

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

Дано вивчення кінетики корозії сталі залежно від різноманітних умов формування оксидно-карбонатної плівки: лужності води, концентрації хлорид-іонів, перемішування, надходження кисню та вуглекислого газу. Про екранувальні властивості оксидно-карбонатної плівки судили за швидкістю загальної корозії зразків сталі 3. Подано також дослідження кінетики руйнування оксидно-карбонатної плівки. Екранувальні властивості оксидно-карбонатної плівки на поверхні непасивованих сталей у морській воді поліпшуються з посиленням аерації та підвищенням лужності морської води.

The study of kinetics of corrosion became depending on the various conditions of forming of oxide-carbonate husk has been presented: alkalinity of water, concentration of chloride-ions, interfusion, receipt of oxygen and carbon dioxide. About screening properties of oxide-carbonate husk judged by general corrosion speed of steel 3 samples. Researches of kinetics of destruction of oxide-carbonate husk also are resulted. Screening properties of oxide-carbonate husk on the surface of non-passivated steels in sea water get better with strengthening of aeration and increase of sea water alkalinity.

Ключові слова: плівка, корозія, лужність, сталь, руйнування, екранування.

Розкид значень швидкості корозії незахищеної конструкційної сталі у морях пояснюють відмінністю гідрохімічних параметрів акваторій. Переважаючими параметрами вважають концентрацію розчиненого кисню, потужність обростання, температуру та, нарешті, стан карбонатно-кальцієвої складової моря, яка зумовлює утворення вапнистого наросту (кальциту) при підлужнені шару води у катодних зонах металу, що кородує. Швидкість утворення вапнистого осаду на металі залежить як від величини pH у дифузійному шарі, так і від пересиченості морської води кальцій карбонатом, що у свою чергу пов'язано з температурою води та концентрацією іонів кальцію та гідрокарбонату (карбонатною „лужністю", яка визначається ацидометрично).

Вплив лужності на екранувальні властивості плівки з продуктів корозії та кальцій карбонату досліджено в основному в синтетичних моделях морської води у короткотривалих дослідах (кілька годин), що не дозволило співставити лабораторні досліди з природними морськими випробуваннями. В умовах природних стендів формування оксидно-карбонатної плівки викликане життєдіяльністю „оброщуючих" організмів рослинного та тваринного походження, що виділяють у воду кисень і вуглекислий газ, що істотно змінює концентрацію й інших речовин і іонів.

У даній роботі вивчали кінетику корозії сталі у залежності від різноманітних умов формування ОКП (оксидно-карбонатної плівки): лужності води, концентрації хлорид-іонів, перемішування, надходження кисню та вуглекислого газу. Лабораторні дослідження проводили у середовищах на основі води з Одеської затоки, яка, подібно до води з інших районів Чорного моря, має аномально високу лужність. Завдяки цьому осадження кальцій карбонату в даних умовах відбувається значно легше, ніж у інших морях, а, отже, можна кількісно оцінити вплив ОКП на корозію. Вміст газів у середовищах збільшували вдвічі, кисень подавали акваріумним компресором, CO_2 барботували з балона. Концентрацію йонів хлориду та гідрокарбонату також подвоювали у порівнянні з природними значеннями. Гідрохімічні параметри середовищ подано у таблиці 1.

Таблиця 1 – Гідрохімічні параметри випробувальних середовищ та струмові характеристики електродних реакцій при поляризації сталі типу Г2О

№ середовища	Випробувальне середовище	Лужність, моль/м^3	pH	Вміст кисню г/м^3	Щільність струму диференційного обмеження катодної реакції	
					1 день	10 днів
1.	Морська вода у склянці	3,4	8,2	3,6	370	180
2.	№1 + 9 кг/м^3 Cl^-	3,4	8,2	3,4	230	200
3.	№1 + 0,15 кг/м^3 HCO_3^-	5,5	8,8	3,5	330	20
4.	Розчин 16 % NaCl	0	6,5	3,0	350	350

Кінетику електродних реакцій досліджували протягом місяця на зразках сталі Г2О та будували поляризаційні криві у потенціометричному режимі (швидкість розгортки 1,0 мВ/хв). Про екранувальні властивості ОКП судили за швидкістю загальної корозії зразків сталі ст.3 (45 × 50 мм), яку визначали за ГОСТ 9.909-86.

За однакових значень температури та вмісту розчиненого кисню, але при різних значеннях лужності кінетика утворення гідроксидів металів подібна, а швидкість осадження кальцій карбонату – різна. З підвищенням вмісту хлориду в морській воді до океанічних значень нівелюється сприятливий вплив гідрокарбонатів на екранування металів. Таким чином, у акваторіях із вмістом хлориду 16 – 20 %, незалежно від лужності, а також із лужністю нижче 3 моль/м^3 опір електродним реакція на непасивованих сталях буде послаблюватися. Гідроксиди заліза без домішки кальцій карбонату (середовище № 4) за весь період дослідження не проявляли екранувального ефекту та не гальмували жодну електродну реакцію.

Середні величини швидкості корозії подано у таблиці 2 (після трьох вимірів на зразках із однаковою площею катодних зон (50 – 70) %). У застійних середовищах (№№ 3 – 6) без аерації з-за низької концентрації кисню швидкість корозії була незначною, не залежала від додавання солі та лужності, ділянки з ОКП не спостерігались. За умов аерації з'явились візуальні ознаки ОКП та ефект екранування. У середовищі № 3 при збільшенні концентрації кисню вдвічі, замість сподіваного прискорення корозії вдвічі, одержали прискорення на 60 %. Зменшення швидкості корозії зі збільшенням лужності та концентрації кисню особливо помітне за насичення середовища кальцій гідрокарбонатом. Таким чином, лише за аерації відбувається формування ОКП, здатної уповільнити корозію сталі у 2,5 – 3 рази у морській воді у порівнянні з її керованим аналогом – розчином NaCl. За барботажу CO_2 у режимі турбулентного перемішування зони максимального залужнювання руйнувались і ОКП не утворювалась. Зі збільшенням вмісту хлориду екранувальні властивості ОКП погіршились і підтвердились результати поляризаційного аналізу.

Таблиця 2 – Гідрохімічні параметри середовищ та швидкість корозії сталі ст.3 після 1 місяця випробувань

№ серед. в табл.1	Стан середовища	pH	Вміст кисню г/м^3	Лужність моль/м^3	Швидкість корозії г/(м^2 · год.)
1	Морська вода у склянці	8,2	3,6	3,4	0,050
1	Аерація	8,4	6,3	3,4	0,080
1	Тихий барботаж CO_2	6,4	1,6	6,4	0,051
1	Бурхливий барботаж CO_2	6,4	1,6	6,4	0,151
1	Аерація + тихий барботаж. CO_2	8,1	5,0	6,6	0,060
4	Морська вода у склянці	6,5	3,0	0	0,100
4	Аерація	7,0	6,8	0	0,190

У зв'язку з тим, що на поверхні непасивованих сталей за морських випробувань поруч із проявом загальної корозії часто спостерігаються пітинги, визначали можливість локального активування металу під ОКП. З цією метою у вищезазначених середовищах досліджували кінетику її (ОКП) руйнування. Оксидно-карбонатні плівки формували та руйнували на зразках сталі ст. 3, які контактували з відповідно з протектором АП-5 і титаном. Одночасно вимірювали струми контактних пар, імпедансу ємність сталі ст. 3 – ОКП й частотну залежність ємності. Усі зразки у парах мали розмір 50 см^2.

Ємність системи сталь ст. 3 – ОКП співставна з ємністю одношарових покриттів із нітрату целюлози чи алкідної смоли, сильно залежить від частоти змінного струму та являє собою явно електрохімічну ємність речовини у порах ОКП, що свідчить про дефектність її структури. У середовищах із підвищеною лужністю екранувальні властивості оксидно-карбонатних плівок виражено сильніше ніж у морській воді, й руйнування відбувається повільніше, про що свідчить послаблення частотної залежності та зниження щільності струму при руйнуванні ОКП. Точкові руйнування оксидно-карбонатних плівок починались одночасно з анодною поляризацією, із часом вони збільшувались за площею та іноді зливались одне з іншим. Пошкодження металу під плівкою відтворювали малюнок руйнувань на ОКП; під незруйнованими оксидно-карбонатними плівками метал залишався гладеньким. Відсутність залежності числа точкових дефектів від кількості пропущеної електрики підтверджує їхнє зародження у початковий момент. При закріпленні ОКП оброщувачами у період розвитку на ній пітингів останні можуть залишатися зафіксованими на металі протягом багатьох місяців.

У морях із океанічною солоністю локальна корозія на непасивованих сталях менш імовірна, ніж у Чорному морі внаслідок більш швидкого руйнування оксидно-карбонатних плівок та розтравлювання пітингів на металі.

Таблиця 3 – Гідрохімічні параметри середовищ та швидкість корозії сталі ст.3 після 1 місяця випробувань

Стан середовища	Ємність мФ/м^2		Щільність струму за поляризації плівки, А/м^2		
	свіжеутв. плівки	після анодної поляризації	за 10 хвилин	за 24 години	за 10 діб
1. Морська вода у склянці	10/1	170/10	0,47	0,13	0,2
2. 1. + 9 кг/м^3 Cl^-	–	–	1,08	0,45	0,27
3. 1. + 0,15 кг/м^3 HCO_3^-	–	–	0,55	0,29	0,04
4. 1 + тихий барботаж CO_2	100/20	30/5	0,42	0,06	0,01
5. 1 + аерація + тихий барботаж CO_2	450/70	100/20	0,36	0,04	0,01
6. 1. + 9 кг/м^3 Cl^- + 0,15 кг/м^3 HCO_3^-	–	–	1,65	0,69	0,3

Отже, при моделюванні у випробувальних середовищах сезонних змін гідрохімічних параметрів морської води (вмісту хлоридів за зміни загальної солоності, вмісту вуглекислого газу та кисню за розвитку різноманітних оброщувальних організмів) виявлено, що екранувальні властивості оксидно-карбонатної плівки (ОКП) на поверхні непасивованих сталей у морській воді поліпшуються з посиленням аерації та підвищенням лужності морської води. ОКП сформована у морі у вегетаційний період зменшує швидкість корозії вуглецевої сталі у 2,5 – 3 рази.

Література

1. Морская коррозия: Справочник/ Под ред. М.И.Шумахера. – М. – Металлургия, 1983. – 512 с.
2. Кеше Г. Коррозия металлов. – М. – Металлургия, 1984. – 400 с.
3. Сорокин Ю.И. Чёрное море. – М: Наука, 1982 – 216 с.
4. Берникова Т.А., Демидова А.Г. Гидрология и гидрохимия. – М. – Химическая промышленность, 1977. – 312 с.
5. Розенфельд И.Л., Рубинштейн Ф.И. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями. – М. – Химия, 1987. – 223 с.

УДК 621.891

ТЕРМОНАПРУЖЕНИЙ СТАН НАПИЛЯНИХ ПОКРИТТІВ: ТЕОРІЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТ

Соколов О.Д., д-р техн. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій

Розглянуто результати теоретичних і експериментальних досліджень із забезпечення надійного адгезійного зв'язку між плазмово-напиленим покриттям і деталлю на прикладі поршневого кільця ДВЗ. Теоретично розв'язана задача термонапруженого стану поперечного перерізу чавунного поршневого кільця з молібденовим покриттям, плазмово-напиленим у трапецієвидну канавку на робочій поверхні кільця при температурах і навантаженнях, що моделюють умови експлуатації. Експериментальна перевірка розрахунку виконана на реальних поршневих кільцях, де виявлено характерні порушення адгезійного зв'язку, передбачені теоретичним розглядом.

The results of theoretical and experimental researches are considered on providing of reliable adhesion connection between plasma coverage and detail on the example of piston ring of engine. In theory the task of the thermally tense state is decided transversal the cut of cast-iron piston ring with molybdenum coverage, plasma spraying in a trapecial ditch on the working surface of ring at temperatures and loadings, designings external environments. Experimental verification of calculation is executed on the real piston rings, where found out characteristic violations of adhesion connection, foreseen theoretical consideration.

Ключові слова: термонапружений стан, напиляні покриття, адгезійне руйнування, поршневі кільця.

Вступ. Аналіз останніх досліджень надійності і довговічності поршневих кілець тракторних і комбайнових двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) показує, що їх на довговічність і надійність залежать не тільки від зносостійкості їхньої зовнішньої циліндричної поверхні, але й від трибологічних властивостей зміцнених поверхонь контакту, які обумовлені, у свою чергу, надійністю адгезійного контакту між зно-

состійким покриттям і робочою поверхнею деталі, порушення якого призводить до такого трибологічного прояву як утома і викришування покриття навіть при високому рівні його зносостійкості і корозійної стійкостіі [1–2].

Такий стан справ спонукає дослідників експериментально вирішувати цю проблему для поршневих кілець і розробляти нові технології, що має певний успіх, але застосовані методи теоретичого розгляду не дають можливості чисельно визначити потрібні експериментальні заходи для направленого вирішення ситуації [3–6].

Метою роботи є виклад результатів досліджень із забезпечення надійного адгезійного зв'язку між покриттям і деталлю на основі теоретичного визначення термонапруженого стану поперечного перерізу молібденового покриття, плазмово напиляного у канавку на робочій поверхні чавунного кільця.

Теоретичні дослідження. Поршневе кільце з покриттям, напиленим у канавку з поперечним перетином у формі трапеції, піддається під час роботи в двигуні впливу дотичних і нормальних напруг на межі покриття з основою, що виникають при високих температурах за рахунок розходження коефіцієнтів температурного розширення (КТР) матеріалів покриття й основи. Перевищення цими напругами меж адгезійної тривкості, відповідно, на зсув і на відрив призводить до передчасного відшаровування покриття, що різко скорочує термін служби поршневого кільця.

Попередній аналіз ситуації дозволяє якісно оцінити вплив напруг, що виникають на явище відшаровування покриття, а також поставити задачу з виявлення відповідних кількісних залежностей. Роздивимося поперечний перетин кільця з покриттям і введемо систему прямокутних координат, як показано на рис. 1а.

На дні канавки, внаслідок розходження КТР, при підвищеній температурі повинні виникати дотичні напруги, що перешкоджають взаємному переміщенню покриття й основи. Оскільки перетин симетричний осі Х, розподіл цих напруг повинен бути непарною функцією координати У.

Як правило, КТР покриття (α_2) менше, ніж основи (α_1), тому з двох можливих розподілів напрямків сил, обумовлених дотичними напругами, реалізується розподіл, показаний на рис. 1а (у випадку α_2 більше α_1 напрямки всіх сил змінюються на протилежні).

Порушення контакту покриття з основою на дні канавки не може відбутися поблизу середини канавки, оскільки там дотичні напруги обертаються в нуль як безперервна непарна функція і досягають найбільшого розміру поблизу її країв: з одного боку – із від'ємним знаком, з іншого боку – із додатнім. Тому для забезпечення тривкості на зсув адгезійного контакту на дні канавки, достатньо забезпечити цю тривкість на стінках канавки.

Що стосується напруг на стінках канавки, то їхній розмір і знак залежать від кута нахилу стінок канавки φ. У випадку, коли $\varphi \neq 0$, напруги, віднесені до старої системи координат ХОУ, не підходять для оцінки напруженого стану поверхні адгезійного контакту. Справді, за змістом напруг, вони характеризують віднесені до даної системи координат компоненти сил f_{Sx} і f_{Sy}, що діють на виділені в середовищі одиничні площадки Sx і Sy, орієнтовані перпендикулярно осям цієї системи координат (рис. 1б). Ці сили є безпосередньо не пов'язаними із силами, що діють на площадку, орієнтовану під косим кутом до осей координат, як це наявне для стінок канавки.

У цьому випадку необхідно користуватися напругами, віднесеними до системи координат, поверненої щодо старої на такий кут, щоб одна з її осей стала перпендикулярною площині стінки канавки, наприклад, до системи, показаної на рис. 1а. Тоді напружений стан адгезійного контакту буде характеризуватися напругами σ_x і τ на дні канавки й $\sigma_{x'}$ і τ' на її стінках. При зміні кута φ в межах від 0 до $\pi/2$ дотичні напруги τ' змінюються від τ до $-\tau$ і розподіл їх носить характер, показаний на рис. 1в.

Розглянемо дотичні напруги, що виникають у покритті й в основі на поверхні адгезійного контакту. Оскільки КТР покриття α_2 менше, ніж КТР основи α_1, то при підвищеній температурі температурні складові деформації в покритті менші, ніж в основі. На поверхні контакту покриття з основою, на підставі гіпотези ідеального контакту, деформації обох середовищ повинні збігатися, а при відсутності зовнішніх сил пружні складові їхніх деформацій повинні мати протилежні знаки, забезпечуючи необхідну рівність. Уздовж поверхні поділу середовищ дотичні напруги, що виникають в цьому напрямку повинні носити характер стисків в основі і розтягів – у покритті (рис. 1 г).

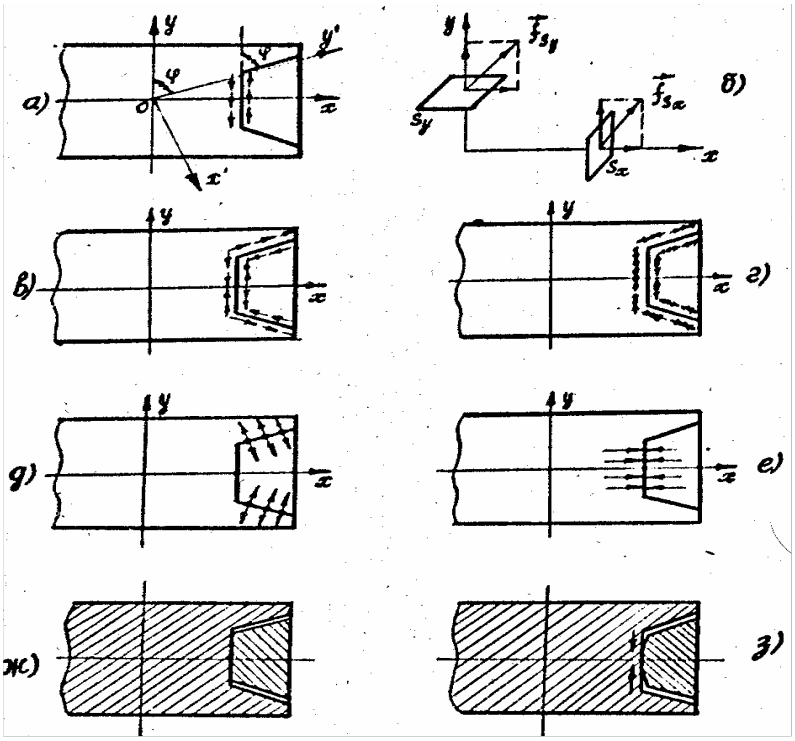


Рис. 1 – До визначення термічних напруг у покритті

Розглянемо нормальні напруги, що відповідають іншому напрямку, перпендикулярному межі поділу середовищ. З розмірковувань, аналогічних попереднім, видно, що на стінках канавки повинні виникнути напруги типу розтягів (рис. 1д). Для того, щоб визначити характер цих напруг на дні канавки, врахуємо, що покриття під дією всіх прикладених до нього сил повинно залишатися в стані рівноваги, тобто сума всіх цих сил повинна дорівнювати нулю.

Розглянемо ці сили. Їхнє виникнення обумовлене дією спостережуваних нормальних і дотичних напруг, що обговорювалися раніше. Проектуючи на вісь Х, бачимо, що всі сили, прикладені до покриття з боку стінок канавки (рис. 1в і рис. 1д), дають негативні проекції на обраний напрямок. Отже, сила, що діє з боку дна канавки, повинна давати проекцію в додатньому напрямку осі У. Це означає, що на дні канавки аналізовані нормальні напруги повинні носити характер стисків (рис. 1е). Таким чином, у даному випадку адгезійний контакт на дні канавки видається не завантаженим силами нормального відриву.

На основі проведеного аналізу визначимо локалізацію небезпечних напруг. Усюди, крім межі поділу, всі небезпечні напруги, за визначенням, є когезійними, а на самій межі розподіл напруг різних знаків за типами небезпечних напруг зручно уявити у вигляді таблиці (табл. 1).

Таблиця 1 – Наявність небезпечних напруг у перетині

Позначення напруг		σ_x		σ_y		τ		σ_x'		σ_y'		τ'	
Знак напруг		+	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–
Адгезійні	Дотичні					!	!					!	!
	Нормальні			!						!			
Когезійні	Дотичні					!	!					!	!
	Нормальні	!	!	!	!			!	!	!	!		

Небезпечні дотичні адгезійні напруги варто вважати локалізованими біля стінок в ділянці дна канавки і, можливо, на її стінках, небезпечні нормальні адгезійні напруги локалізуються в даному випадку на стінках канавки, тому можливе відшаровування покриття відбудеться в першу чергу біля стінок канавки (рис. 1ж). При цьому зникають сили зчеплення, що спочатку діяли між покриттям і основою, що призводили до розтягу покриття як цілого і компенсації тим самим температурних деформацій.

Це збільшує навантаження на адгезійний контакт в ділянці дна канавки, що виражається в підвищенні розміру дотичних напруг, у результаті якого може бути перевищена межа адгезійної тривкості на зсув і порушений адгезійний контакт. Механізм відшаровування покриття являє собою просування всередину адгезійної тріщини, що спочатку зародилася на стінках канавки (рис. 1з).

Для кількісної оцінки адгезійної тривкості покриття необхідно знати розміри напруг, що виникають виникаючих . З метою визначення цих напруг була розглянута задача про термонапружений стан поперечного перетину реального чавунного поршневого кільця діаметром 110 мм із покриттям, плазмово напиляним із порошку молібдена в трапецієподібну канавку глибиною 0,3 мм на робочій поверхні кільця. Задача розглядалася в плоскій постановці і вирішувалася чисельно на основі моделі графа пружного тіла [7]. У результаті чисельних розрахунків було отримане поле напруг у поперечному перетині кільця, тобто чисельні значення напруг у кожній точці перетину за заданою сіткою.

Кожну зі знайдених напруг σ_x, σ_y і τ віднесено до системи декартових координат, осі якої рівнобіжні сторонам перетину. Для перерахунку цих значень у напруги на стінках канавки були виведені формули:

$$\begin{aligned}
\sigma_x' &= \sigma_x \cos^2\varphi - 2\tau \sin\varphi\cos\varphi + \sigma_y \sin^2\varphi; \\
\tau' &= (\sigma_x - \sigma_y)\sin\varphi\cos\varphi + \tau(\cos^2\varphi - \sin^2\varphi); \\
\sigma_y' &= \sigma_x \sin^2\varphi + 2\tau \sin\varphi\cos\varphi + \sigma_y \cos^2\varphi.
\end{aligned} \qquad (1)$$

Формули (1) є, по суті, слідством того, що величини σ_x, σ_y, τ є компонентами тензора напруг і виражають закон перетворення компонент симетричного тензора другого рангу при системі координат в окремому випадку, коли нова система утворюється зі старої шляхом повороту на деякий кут φ.

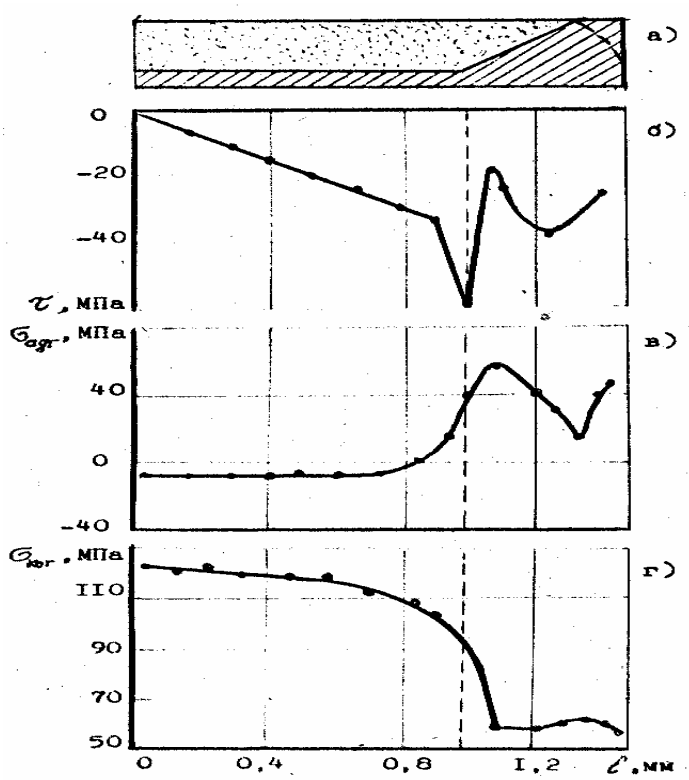
Отримані вираження в явному вигляді подають залежність напруг $\sigma_x', \sigma_y', \tau'$ від кута φ і показують, що при даному співвідношенні між коефіцієнтами лінійного розширення матеріалів покриття й основи при більш положистих стінках канавки з виникаючих у контакті адгезійних напруг найбільш істотні дотичні, а при більш крутих – нормальні. Отже, маючи в якості покриття матеріал, що характеризується більшою тривкістю зчеплення з основою на зсув, ніж на відрив, канавку поршневого кільця доцільно робити більш положистою, а в протилежному випадку – більш крутою.

Результати чисельного розв'язку задачі і її перерахунку за формулами (1) подані на рис. 2 і демонструють розподіл уздовж адгезійного контакту небезпечних напруг, що виникають там.

Очевидно, що в ділянці стінок канавки нормальні і дотичні адгезійні напруги різко зростають. Приведені на рисунку напруги розраховані для температури 500 ^{o}C і перевищують значення адгезійної тривкості контакту чавуна поршневого кільця з напиляним молібденовим покриттям, отже, повинні призводити до руйнації контакту.

Експериментальна перевірка. Для експериментальної перевірки теоретичних обчислень були виготовлені серійні верхні компресійні поршневі кільця дизельного двигуна 4Ч11/10,5 із сірого спеціального чавуна, на зовнішній робочій поверхні яких була проточена канавка під молібденове покриття відповідно до креслення і технології заводу поршневих кілець. Складання кілець на оправки під напилювання і наступне механічне опрацювання аж до виготовлення окремих кілець проведені за заводською технологією.

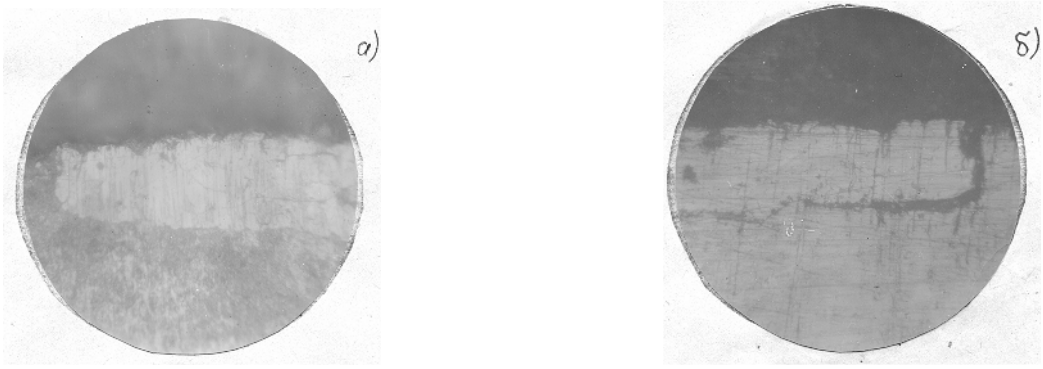
Напилення покриттів здійснювали на установці плазмового напилювання УМП–5–68 в азотній плазмі при напрузі 90 В, струмі 300 А, дистанції 130 мм, температурі підігріву основи 150 ^{o}C і витраті плазмоутворювального газу – азоту – 5 м3 у годину. Напилення проводили на оправки поршневих кілець. Поверхню піддавали перед напилюванням дробоструменевій обробці (час – 1,5 хвил.; тиск – 0,35 МПа; дистанція – 110 мм; кут нахилу струменя до поверхні – 45 град.) для отримання максимальної адгезії покриття. Порошок молібдену пропікали безпосередньо перед напилюванням у термошафі при 150 ^{o}C. Мікротвердість покриттів вимірювалася приладом ПМТ–3, структура контролювалася на металографічному мікроскопі МІМ–7А.



а – поперечний перетин покриття в канавці; б – дотичні напруги; в – нормальні адгезійні напруги; г – нормальні когезійні напруги

Рис. 2 – Розподіл напруг адгезійного контакту

Готові кільця нагрівали у термошафі до температури 500 ^{o}C для створення термонапруженого стану, повільно охолоджували разом із шафою, щоб уникнути термоудару і піддавали металографічним дослідженням. Досліджувалися мікрошліфи поперечного перетину покриття в канавці. Результати, подані на рис. 3, показують порушення адгезійного контакту між покриттям і стінкою канавки в повній відповідності з теоретичними обчисленнями.



а – нормальна температура; б – після витримки при 500 ^{o}C. Поперечний шліф, збільшення 100 крат

Рис. 3 – Руйнація адгезійного контакту молібденового плазмового покриття з чавунним поршневим кільцем

Висновки. Розроблено теоретичний метод визначення найбільш небезпечних елементів поперечного перетину адгезійного контакту покриття з основою у випадку його термонапруженого стану.

Чисельним методом розв’язана задача визначення величини термонапруг, що виникають у адгезійному контакті для порівняння з експериментальними значеннями адгезії.

Експериментально підтверджені теоретичні і розрахункові обчислення роботи, що дає можливість прогнозування надійності адгезійного зв'язку покриття з машинобудівною деталлю.

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. 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.
4. 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.
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. Thin film material and method for preparation thereof: Заявка 1514679 ЕПВ, МПК[7] 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).
7. Кузовков Е. Г. Графовая модель упругого тела. Расчет напряженно-деформированного состояния. – К: ИПП АН УССР (препринт). – 1985. – 53 с.

УДК 621.891

ОЦІНКА НАПРУЖЕНОГО СТАНУ І РУЙНУВАННЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ ХРОМОВИХ ПОКРИТТІВ ПОРШНЕВИХ КІЛЕЦЬ

Соколов О.Д., д-р техн. наук, професор, Маннапова О.В., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій

Приведені результати розрахункових досліджень з визначення термонапруженого стану гальванічного хромового покриття, нанесеного на деталь. Розглянуто приклад чавунного поршневого кільця ДВЗ з покриттям на робочій поверхні при температурах і навантаженнях,які моделюють умови експлуатації. Результати досліджень підтверджені вивченням поверхні реальних поршневих кілець, де виявлено характерні порушення когезійного зв'язку після роботи у форсованих термонапружених двигунах.

The results of calculation researches are resulted on determination of the thermally tense state of galvanic chromic coverage, inflicted on a detail. The example of cast-iron piston ring of engine is considered with coverage on a working surface at temperatures and loadings, designings external environments. The results of researches are confirmed the study of surface of the real piston rings, where found out characteristic violations of cohesion connection after work in the forced thermally tense engines.

Ключові слова: термонапружений стан, гальванічні хромові покриття, когезійне руйнування, поршневі кільця.

Вступ. Поршневі двигуни внутрішнього згоряння є сьогодні основою мобільної енергетики всіх галузей господарства, тому питання підвищення працездатності, надійності і довговічності їх головного вузла – циліндро-поршневої групи у машинознавстві постійно зостається актуальним. Сучасне невпинне форсування по потужності призводить до появи у термонапружених форсованих двигунах випадків термічної і силової руйнації серійних гальванічних хромових покриттів на робочій поверхні кільця, а їх викришування підвищує рівень зношування усіх поверхонь поршневих кілець, що знижує довговічність і надійність сполучень кільце-циліндр і кільце-поршень у ЦПГ ДВЗ [1].

Теоретичний розгляд проблеми силової руйнації хромових покриттів показує, що головним чинником цього явища є високий рівень внутрішніх напруг у покритті, який, підсумовуючись із рівнем сучасних великих навантажень у форсованих двигунах, перевищує межу міцності хромового покриття. Доці-

льність такого підходу до вирішення проблеми підтверджується результатами роботи [2], в якій теоретично досліджено механізм крихкого руйнування покриття при його напруженому стані і встановлено зв'язок між рівнем внутрішніх напруг у покритті і показником коефіцієнта в'язкості руйнування матеріалу покриття. Практичне підтвердження руйнівної дії термічних і силових напруг у хромовому покритті при його роботі у форсованому двигуні отримано нами у роботі [3].

Мета роботи – оцінити рівень внутрішніх напруг у гальванічному хромовому покритті на стадіях його нанесення на поршневі кільця, розтягування кільця при надяганні його на поршень і його роботі у двигуні; порівняти величини напруг із міцністю покриття і вказати технологічні напрямки зниження напруг. Для досягнення цієї мети потрібно розробити метод чисельного визначення ламкості і пластичності покриття, нанесеного на деталь чи зразок, що дасть можливість керовано варіювати технологічними параметрами на етапі гальванічного нанесення хрому. Наведений етап роботи присвячений оцінці напруженого стану хромового покриття на поршневому кільці чисельним методом.

Хід і результати досліджень. Оскільки гальванічні хромові покриття найчастіше руйнуються з поверхні, задача потребує сумісного розгляду температурного і силового навантаження на покриття з частотою їхньої зміни при роботі двигуна. Для знаходження величин напруг у покритті була розглянута задача термонапруженого стану поперечного перерізу чавунного поршневого кільця з хромовим покриттям. Задача була розглянута у плоскому вигляді і вирішувалась чисельно на основі моделі у вигляді графу пружного тіла [4].

Сили можуть бути зведені до діючих на поверхні покриття дотичних і нормальних напруг, відповідних силі тертя між гільзою циліндра і рухомим кільцем, і радіальному тиску кільця. Слід також враховувати, що за рахунок кривизни поверхні покриття (у площині поперечного перетину кільця) навантаження, що діють, розподілені не по всій поверхні покриття, а лише по невеликому його поясочку.

Таким чином, напружений стан поперечного перетину кільця далекий від однорідного стиснення і зрушення і визначається ділянкою додатку зовнішніх навантажень і законом їхнього розподілу уздовж цієї ділянки. Реальна залежність напруги, прикладеної до поверхні кільця, визначається залежністю деформацій, що випробовуються викривленою поверхнею кільця в результаті взаємодії з поверхнею гільзи циліндра (твірна якого хоча і може мати деяку кривизну, але дуже малу в порівнянні з кривизною поверхні кільця в цьому напрямі). Точний вид цієї залежності, проте, невідомий, тому вона була приблизно прийнята рівномірною, такою, що забезпечує задану величину повного навантаження.

Якісна дія прикладеної до поверхні покриття сили нормального тиску повинна приводити до напруги стиснення, що виникає в покритті в околиці ділянки додатку сили, а вплив сили тертя повинен приводити до появи в тому ж місті дотичної напруги, а також нормальної напруги, що досягає негативного мінімального значення на деякій відстані від ділянки додатку сили в напрямі цієї сили і позитивного максимального значення, – на деякій відстані в протилежному напрямі. З цього, зокрема, витікає, що при роботі кільця в двигуні, оскільки сила тертя багато разів міняє свій напрям, окремі ділянки покриття випробовують дію циклічних знакозмінних навантажень, причому, як нормальних, так і дотичних, що дозволяє говорити про можливість втомлюваного механізму утворення в покритті когезійних тріщин і сколів.

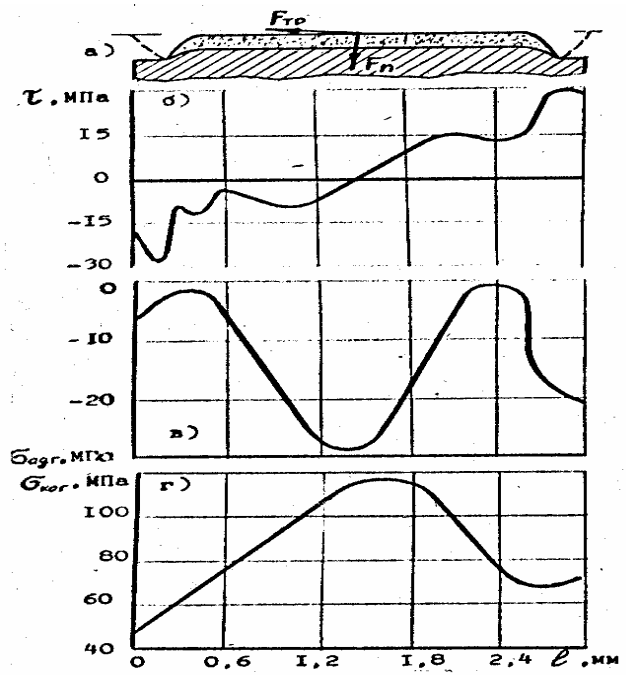
Крім того, періодична зміна температури кільця приводить до періодичної зміни термонапруг виникаючих в ньому, які виникають в ньому, що приводить до необхідності обліку термічних втомлюваних явищ.

Загальний характер залежності термонапруг [4] зберігається і в даному випадку, за винятком специфічних граничних ефектів, властивих покриттям, нанесеним на бочкоподібне верхнє компресійне поршневе кільце, і дотичної напруги, що виявляється в характерному збільшенні, при наближенні до краю покриття, викликаному зменшенням до нуля його товщини.

Для знаходження напруженого стану нами була розглянута в плоскій постановці задача про поперечний перетин бочкоподібного поршневого кільця з нанесеним на нього покриттям з урахуванням сил взаємодії з гільзою циліндра при температурному полі покриття, описаному для реального двигуна в роботі [5].

Отримані в результаті цього залежності найбільш небезпечних напруг приведені на рис. 1 і підтверджують висловлені міркування. Аналіз стану покриття після роботи у двигуні підтверджує появу когезійних тріщин і викришування в місцях, відповідних максимальній когезійній напрузі в зовнішньому шарі покриття [3].

Слід зазначити, що дотична напруга, що виникає на практиці, у країв покриття може помітно перевищувати набутих значень, оскільки в розглянутому завданні форма покриття не відповідала найбільш небезпечному зменшенню його товщини.



а) – розташування покриття на кільці; б) – дотичні напруги; в) – нормальні адгезійні напруги; г) – нормальні когезійні напруги.

Рис. 1 – Розподіл напруг уздовж поверхні покриття

Література

1. 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.
2. Соколов О. Д. Знос поверхневого шару матеріалу крихким руйнуванням // Наукові праці ОДАХТ. – 1999. – Вип. 20. – С. 280–285.
3. Соколов О. Д., Маннапова О. В. Особливості зношування хромових покриттів поршневих кілець у термонапружених двигунах // Проблеми тертя та зношування: Наук.-техн. зб. – К.: НАУ. – 2008. – Вип. 49. – Т. 1. – С. 248–257.
4. Кузовков Е. Г. Графовая модель упругого тела. Расчет напряженно-деформированного состояния. – К.: Препринт ИПП АН УССР. – 1985. – 53 с.
5. Бурштейн Л. М., Соколов А. Д. Расчет на ЭВМ температурных полей поршневых колец с плазменными покрытиями // Двигателестроение. – 1983. – № 10. – С. 11–13.

УДК 621.763

СИНТЕЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО КРЕМНЕЗЕМА

Иванова Л.А. проф., д.т.н., Косицын Н.О., аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий

Рассмотрен технологический процесс формирования композиционного материала на основе стабилизированного кремнезема и факторы ,влияющие на этот процесс. Приведены характеристики и режимы процесса.

Considered process of forming a composite material based on silica-stabilized and the factors influencing this process. Shows the characteristics and modes of the procces.

Ключевые слова: композиционный матеориал, стабилизированный кремнезем, измельчение, формообразование, шликер, пористость, отверждение.

При изготовлении сложнорельефных элементов различного назначения получили применение композиционные материалы на основе гетерогенных дисперсных металлических и неметаллических составляющих [1]. Принцип формообразования таких изделий, например, фильтры, нагревательные элементы в тепловых конструкциях, тарельчатые диски сложной конфигурации, рабочие колеса в насосах и в зерноочистительных машинах, связан с длительными технологическими операциями диспергирования, приготовление смесей, прессование в металлической оснастке, отверждение и термообработка. Процессы основаны на энергоемких операциях и в ряде случаев не обеспечивают формирование заданной пористости изделий и характеризуются неравномерностью распределения армирующей металлической составляющей в жидкоподвижной керамической матрице.

При исследовании [2] метода формообразования жидкоподвижных смесей на основе водных связующих и мелкодисперсных ингредиентов стабилизированного кремнезема, жаростойкого цемента и металлического порошка (отходов при дробеструйной обработке стальных отливок) выявили оптимальные параметры шликерного технологического процесса. Экспериментальные образцы представляли пластины с рельефом (табл.1)

Таблица 1 – Характеристики технологических проб

Ингредиенты	Содержание, %	Размеры проб, мм	
		угол, град.	высота
Стабилизированный кремнезем (SiO_2+Na_2O, высокотемпературный обжиг)	75-82	15 45 30	0,4 0,8 1,2
Жаростойкий цемент	15-5	60 90	1,6 2,0 2,4
бентонит	3-5		2,8 3,8
FeO, Fe $_2O_3$,	7-12		5,6 8,0
вода	20-25		9,0 10

На рис.1 (а,б) приведена схема фиксации сложного рельефа его шликерной технологии. Отличие схемы «б» от варианта «а» заключается в применении первичной тепловой обработке композиционного материала на основе шликерной технологии при заливке расплава алюминия

Оснастка включала гипсовые (гидрофильные) элементы рельефа и оснастки. Геометрические размеры толщины стенки оснастки определяли исходя из расчета процесса диффузии водносодержащего шликера. На основе уравнения изменения концентрации вычисляли промежуток времени, который необходим для отверждения технологических проб:

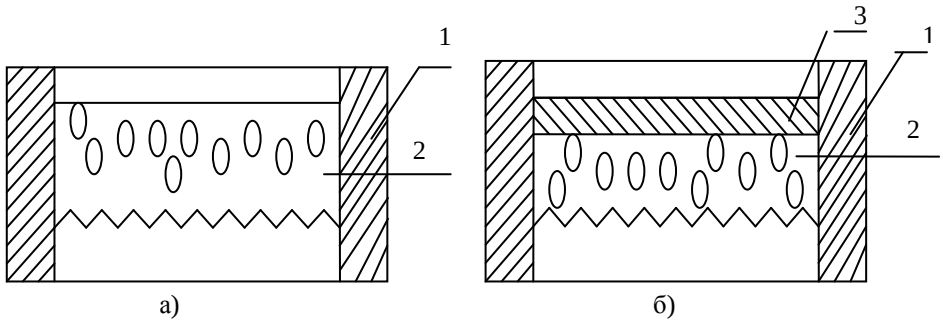
$$\frac{C - C_И}{C_П - C_И} = 1 - erf\left(\frac{x}{2\sqrt{D\tau}}\right),$$

где C, $C_И$, $C_П$ — изменяющаяся концентрация шликера, заполняющего гипсовую оснастку,

x — толщина отверждения слоя,

D — коэффициент диффузии,

τ — время.

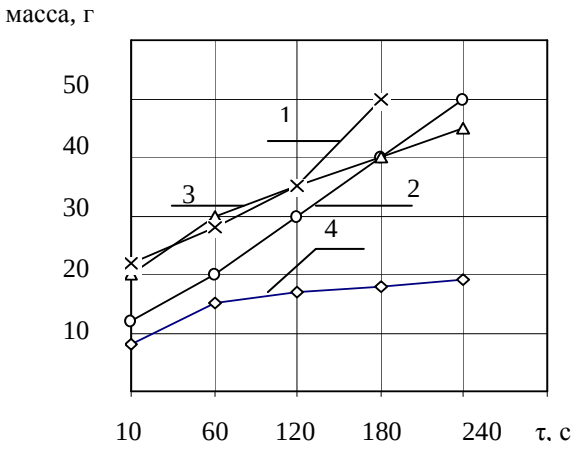


а) 1– гипсовая оснастка; 2 – исследуемый состав шликера; б) 1– гипсовая оснастка; 2 – исследуемый состав шликера, 3 – расплав на основе алюминия.

Рис. 1 – Схема фиксации рельефа

На рис. 2 приведены результаты исследования. Минимальный промежуток времени отверждения составил 210 с.

На исходную пористость композиционного материала оказывает влияние ряд технологических факторов, среди основных величин диспергирования ингредиентов в зависимости от времени измельчения в шаровой мельнице, характер изменения показателя pH и процессы диффузии при одностороннем или двустороннем впитывании гидрофильной гипсовой оснастки при первичной тепловой обработке или без нее.

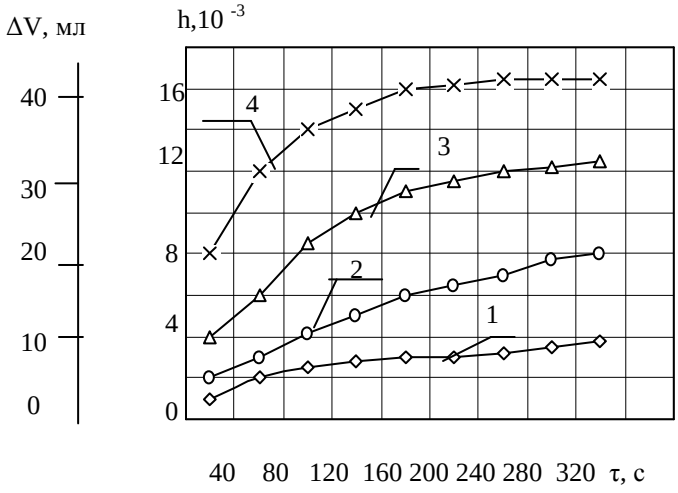


1– пористость 12 %; 2– пористость 10 %; 3 – пористость 5,5 %; 4 – пористость 3,8 %

Рис. 2 – Изменения интегрального поглощения влаги гипсом

Как показали исследования влияния периода измельчения на показатель pH (рис.3) изменение состава наполнителя, качественный шликер характеризовался показателем pH = 4,5-5 через 48 часов помола. «Кристобалитная шуба» на крошке плавленого кварца вызывает увеличение времени помола. Стабилизированный кремнезем обеспечивает повышение технологических характеристик шликера: текучесть, сокращение времени отверждения и равномерность распределения металлического порошка. Пористость шликерного композиционного материала в основном определялась при этом процессом набора массы (ΔV), влияющим на скорость диффузии при воздействии теплового поля.

В зависимости от условий отверждения и учитывая сложность формирования поверхностного рельефа, назначается технологический режим для получения композиционного материала на основе стабилизированного кремнезема



1– одностороннее впитывание, τ=20 °С; 2 – двустороннее впитывание, τ=20 °С;

3 – одностороннее впитывание, τ=50 °С; 4 – двустороннее впитывание (вентиляция), τ=50 °С

Рис. 3 – Влияние периода измельчения на показатель pH

Разрабатываемый в нашем исследовании материал относится к гетерогенным, то есть микроскопически неоднородным физико-химическим системам, состоящим из различных по своим свойствам частиц, разграниченных поверхностями раздела. Например, до термообработки материала и нахождения его в исходном состоянии (сухая измельчённая смесь или увлажнённая измельченная смесь) это частицы окалины и кремнезема, или окалины – кремнезема и воды. После термообработки и охлаждения это могут быть частицы тридимита и фаялита ($Fe_2 SiO_4$), либо другие стеклошлаки, содержащие железо, кремний и материал добавок, например в виде боя стекла.

Для возможности работы с окалиной и применения её в качестве композита в смеси с кремнеземом, необходимо её измельчить, например, на шаровой мельнице до дисперсности в пределах 4000-6000 $см^2/г$. Экономичное формирование изделий из такого материала зависит от серийности их производства. Потенциальной номенклатурой для изготовления изделий из нового материала могут стать детали печной арматуры, например, колосники различных типоразмеров, изготавливаемые в Украине и странах СНГ из низколегированного хромистого чугуна марки ЖЧХ, ЖЧХ2, ЖЧХ3. Колосники для нагревательных устройств – это изделия мелкосерийного и серийного производства, а колосники для агломерационных машин – крупносерийного производства. Учитывая вид исходного сухого материала, мелкосерийный или серийный характер производства и промышленное использование для изготовления армированной керамики шликерного литья, для использования образцов материала и изделий так же принят метод шликерного литья в гипсовые формы. Известно, что свойства материала в изделиях, получаемых из шликера, в значительной степени зависят от его свойств в исходном (жидком или пастообразном) состоянии Рабочие свойства материала в изделиях из армированной металлом керамики или стандартных изделиях из огнеупорного материала формируются при температурах (1800 – 2500) °С или (1410 –1800) °С соответственно. В случае использования в качестве неметаллической жаростойкой основы кремнезёма, и армирующего материала в виде окалины возможно снижение температуры обжига до 1200 °С, например, если они образуют систему из двух компонентов $FeO + SiO_2$.

При введении в состав смеси (SiO_2 + окалина) например, стекла в количестве (1-2) % для повышения окалиностойкости материала или огнеупорной глины с целью улучшения сидементационной устойчивости шликера с высоким содержанием окалины, возможно снижение температуры спекания до 1148 °С (рис.4, 5) [4].

Свойства материалов из композиции «SiO_2 + окалина» или «SiO_2 + окалина + добавки» не изучены.

Известно, что кремнезем (SiO_2), например, в составе стандартного огнеупорного материала в виде динаса, имеет превращения, как при нагреве, так и при охлаждении, вызывающие объёмные эффекты до (+15,5 – +16) %. Это способствует растрескиванию материала и обуславливает его низкую термостойкость. Указанное свойство материала можно в значительной степени устранить посредством стабилизации SiO_2 в исходном состоянии.

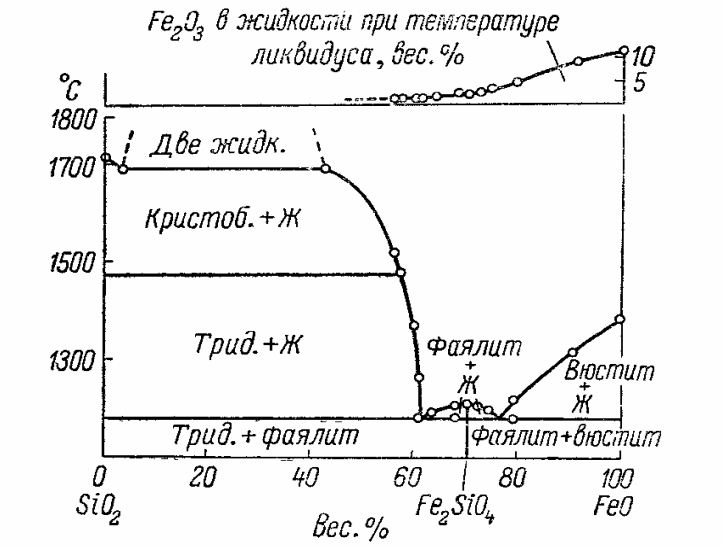


Рис. 4 – Диаграмма состояния системы FeO – SiO_2 (по Боуэну и Шереру).

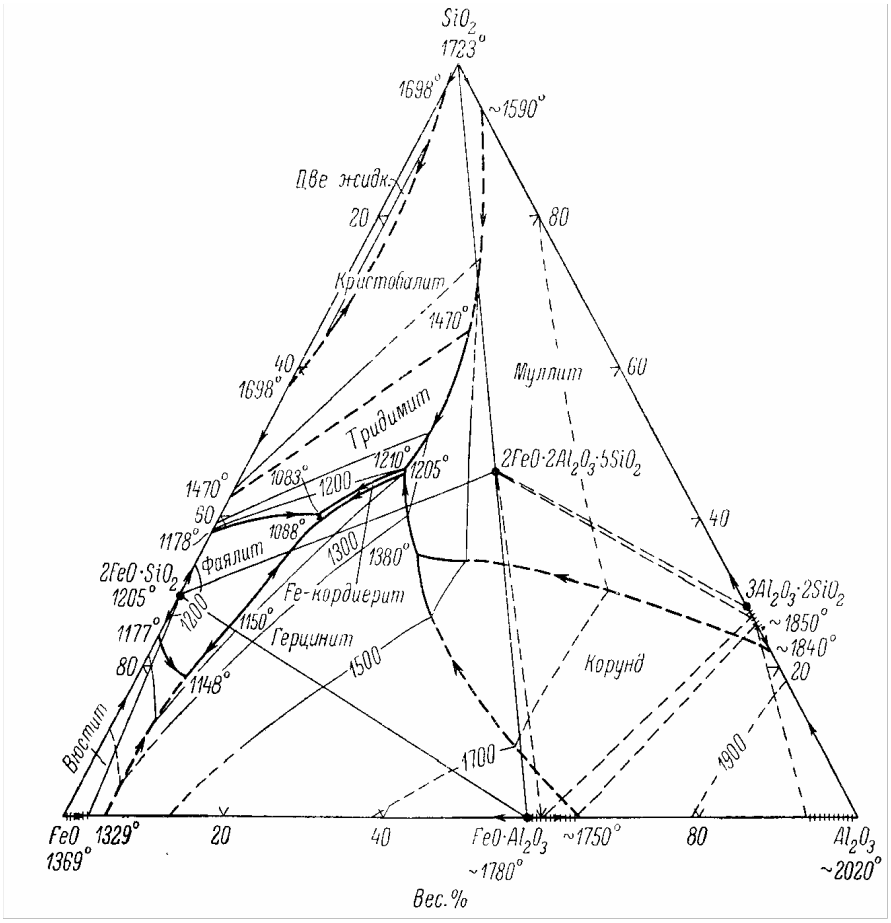


Рис.5 – Диаграмма состояния системы FeO – Al_2O_3 – SiO_2 (по Осборну и Муану).

Выводы

1. Синтезируя основной неметаллический наполнитель с применением стабилизатора и высокотемпературного обжига, обеспечивается повышение физико-механических характеристик гетерогенной системы SiO_2+FeO +Fe_2O_3.

2. Шликерный метод формообразования на основе стабилизированного кремнезема сокращает период отверждения на 18 %.

3. Снижение температуры предварительной тепловой обработки до 50 °С с последующим высокотемпературным обжигом создает условия формирования композиционного материала на основе стабилизированного кремнезема, окислов железа и отходов стекольного производства с каркасной взаимопроникающей структурой и повышенной плотностью.

4. Композиционные материалы обладают комплексом физико-химических характеристик превышающие, соответствующие показатели традиционных металлических и неметаллических конструкционных материалов.

5. Основными недостатками композиционных материалов, за исключением некоторых видов (слоистые КМ, пластики, армированные стекловолокном, железобетон), являются их высокая стоимость, анизотропия механических характеристик.

6. Перспективными научно-практическими направлениями применения композиционных материалов является разработка импортозаменяющих материалов и новых технологий, обеспечивающих снижение энергозатрат процессов формообразования; обоснование целесообразности замены металлических конструкционных элементов из легированных сталей на композиционные материалы.

Литература

1. Справочник Композиционные материалы [текст] / под ред. Дж. Любина (пер.с англ) М.: Машиностроние – 1988. Т.1, – 448 с.
2. Иванова Л.А. Процессы формообразования гетерогенных керамических систем [текст] / Л.А.Иванова, Н.О. Косицын.- Одесса: Полиграф – 2008. – 124 с.
3. Иванова Л.А.. Композиционные материалы [текст] / Л.А. Иванова, А.Е. Сергеева, Н.О. Косицын.– Одесса: ТЭС – 2010. – 189 с.
4. В. Эйтель. Физическая химия силикатов [текст] / М.: Иностранная литература – 1962. – 1056 с.

УДК 664.023:658 588.8:678.5

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПЛАСТМАСС ХОЛОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ И ФЕРРОМАГНИТНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Иванова Л.А. д-р. техн. наук профессор, Гараев М.Б. аспирант,
Косицин Н.О. аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье приведены новейшие разработки композиционных материалов в области ремонта и восстановления оборудования. Рассмотрена технология получения композиционных материалов с ферромагнитным наполнителем под действием магнитного поля.

There are up-to-date development of composite materials in the range of repair and renovation of equipment. The technology of production of composite materials with the ferromagnetic filler under influence of the magnetic field was observed.

Ключевые слова: композиционные материалы, пластмассы, ремонт оборудования

Одной из важнейших проблем сдерживающей развитие промышленности в станах СНГ является большое количество устаревшего и изношенного оборудования. Одним из перспективных направлений решения этой проблемы является разработка новых технологий и методов ремонта и восстановления изношенных деталей оборудования на основе пластмасс холодного отверждения, а также разработка новых композиционных материалов (КМ) для создания деталей аналогов изношенных металлических деталей.

В работе [1] приведено много примеров использования КМ на основе пластмасс холодного отверждения для восстановления изношенных рабочих поверхностей деталей. Например, восстановление плитовин прокатного стана на комбинате «Азовсталь» в 1991 году [4], восстановление рубашек охладительных цилиндров центрального компрессора автотранспортного предприятия [4], восстановление валов, втулок, посадочных мест подшипников, трубных соединений [2].

При разработке нового материала необходимо было решить следующие научно-технические задачи:

— Предложить технологичные и экономически-эффективные исходные материалы для создания КМ с заданными механическими свойствами без применения термообработки;

— Определить зависимость механических и теплофизических свойств КМ от массового соотношения компонентов и от технологии его получения;

— Разработать экономически обоснованную технологию изготовления КМ на основе пластмассы холодного отверждения и отходов металлообрабатывающих производств с регулярной армирующей структурой;

— Установить целесообразность применение магнитной обработки КМ с ферромагнитным наполнителем.

Металло-полимерная композиция состоит из как минимум двух компонентов: полимера (дисперсионной среды, матрицы) и тонкодисперсного армирующего наполнителя.

Одним из важнейших факторов определения прочностных характеристик является прочность адгезии полимера и наполнителя, т.е. энергия взаимодействия на границе раздела. В связи с этим, качестве матрицы была выбрана эпоксидная смола ЭД-20 (рис. 1).

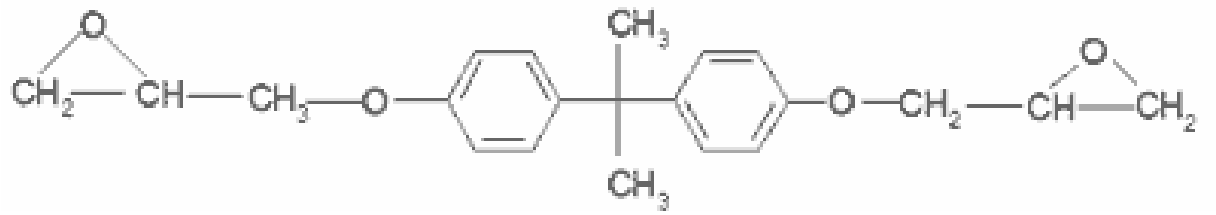


Рис. 1 – Структурная формула эпоксидной смолы марки ЭД-20

Эта смола имеет низкую температуру отверждения, низкую стоимость и высокую адгезию к поверхностям любых наполнителей, как металлических, так и минеральных. Отвержденные эпоксидные смолы обладают не только химической стойкостью, но и хорошими электроизоляционными свойствами, что играет решающую роль в образовании системы полимер-металл [5,6]. Физико-механические свойства эпоксидной смолы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства отливок из ненаполненных эпоксидных систем

Показатель	Значение при 23° С
Плотность, кг/м^3	1200…1300
Твердость по Роквеллу	М100…М110
Ударная вязкость по Изоду (образец с надрезом), Дж/м	0,1 …1,0
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,17…,21
Температурный коэффициент линейною расширения, К$^{-1}$	(6...8) 10^{-5}
Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	(1,25 ... 1,80) 10^3
Удельное объемное сопротивление, Ом·м	(1...50) 10^{17}
Диэлектрическая проницаемость (при 60 Гц)	2,5…4,5
Предел прочности при растяжении, МПа	55…130
Модуль упругости при растяжении, МПа	2800…4200
Коэффициент Пуассона	0,20…0,33
Предел прочности при изгибе, МПа	125

В качестве наполнителей выбраны отходы металлургического производства, а также отходы обработки металлов резаньем, пескоструйной и дробеструйной обработки. При смешении наполнителя и матрицы в местах окисных пленок на наполнителе возникают локализированные напряжения, которые приводят к возникновению и росту дефекта и разрушению металла. Поэтому поверхностная обработка наполнителя перед смешиванием имеет большое значение и полученная из отходов стружка измельчалась до тонкодисперсного порошка с применением энергосберегающей технологии [3].

Измельчение металлической стружки проводилось в барабанной шаровой мельнице, при 2 % СОЖ (смазывающе-охладительной жидкости), которая оставалась на поверхности металла после обработки резанием. При измельчении стружки СОЖ действовало как ПАВ (поверхностно активное вещество) и способствовало менее энергоемкому и более мелкому помолу порошка с образованием фракции более высокой дисперсности, эта технология помола стружки подробно рассмотрены в работе [3]. После помола порошка производился отжиг металлического порошка в течение 2 часов при температуре 750 °С, для

удаления остатков СОЖ, снижающих адгезию металла к полимеру а также фазовой перекристаллизации железа для придания порошку более высоких механических качеств и структурной однородности.

На прочностные характеристики металло-полимерных систем большое влияние могут оказывать различия в коэффициентах линейного расширения полимера и наполнителя. Температурные напряжения могут возникнуть во время нагрева изделия при прессовании, после охлаждения при диспергировании, а также при перепадах температур при работе детали после формообразования. При нагружении такого композиционного температура при повышенных температурах наблюдается дополнительное удлинение полимера $\xi_д$.

Для компенсации таких температурных напряжений и повышения механических свойств при работе при повышенных температурах в качестве наполнителя были использован минеральные наполнитель стабилизированный кремнезем.

В общем виде системы «металл-полимер» в зависимости от количества наполнителя можно характеризовать так:

- ненасыщенная металлополимерная система (рис.2а);
- насыщенная металлополимерная система (рис. 2б);
- перенасыщенная наполнителем металлополимерная система (рис. 2в,г).

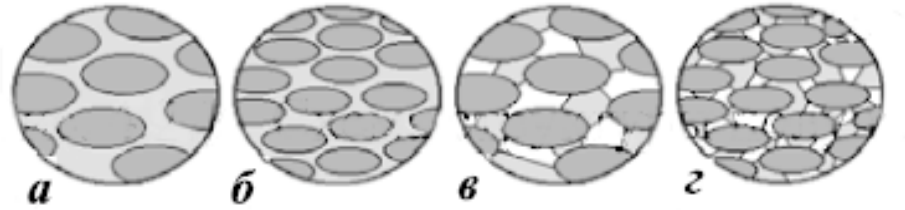


Рис. 2 – Классификация композиционных материалов по степени заполнения наполнителем

Упрочнение полимера при введении дисперсных наполнителей получается за счет образования непрерывного армирующего каркаса [7]. Структурирование полимера происходит при взаимодействия с полимером частиц наполнителя, которые являются узлами возникновения пространственной сетки. При этом для образования равномерной армированной структуры наполнителя должно быть достаточно, чтобы его хватило для сплошной сетки. При нехватке наполнителя, сплошная сетка не образуется и упрочнительный эффект не будет достигнут. При избытке наполнителя – не произойдет полное смачивание его полимером. Поэтому иногда наблюдается экстремальная зависимость прочности от степени наполнения полимера, которая характеризуется наличием некоторого оптимума концентрации, который характеризуется как предел насыщения макромалекулами адсорбционных центров на поверхности наполнителя [3,7].

Для определения оптимальной технологии изготовления КМ проведены эксперименты с различными методами получения материала. Смешение компонентов с последующим формообразованием дисперсноармированного КМ в форме, воздействием постоянным магнитным полем на неотвердевший ферримагнитный наполнитель во время формообразования затвердевания композиции, а также последовательным и параллельным воздействием постоянного магнитного поля и давления.

Первая серия экспериментов проводилась для определения оптимального содержания наполнителя в композите. Композиционный материал формовался методом смешения компонентов в смесителе в течение 10 минут с последующим отверждением в специальной форме. Для получения использовались разные составы с содержанием наполнителя от 15 % до 85 %. После отверждения композиции через сутки проводились испытания на предел прочности на разрыв и твердости по Бринелю. Наибольшие значения твердости и прочности были получены в композитах с содержанием порошка железа – 70 %, стабилизированного кремнезема – 15 % и эпоксидной смолы ЭД-20 – 15 %.

Проведены эксперименты для определения технологии получения композиционного материала на его структуру и механические свойства. Состав принятого материала был принят следующим: порошок железа – 70 %, стабилизированного кремнезема – 15 %, эпоксидной смолы ЭД-20 – 15 %. После смешения компонентов в смесителе, композиция отверждалась в специальной форме под действием постоянного магнитного поля в течении 120 минут. В результате металлические частицы выстраивались вдоль силовых линий магнитного поля, образуя множество цепочек, что обеспечило получение однородной, упорядоченной структуры. При нагреве композиции до 60 °С время отверждения снижалось до 30 минут, но значительно падали механические свойства отвержденного материала. Максимальная прочность образца достигалась через 24 часа.

Далее исследовали влияние на КМ способа обработки формообразующего материала одновременно магнитным полем и давлением.

В результате выполненного исследования следует отметить преимущество КМ, прошедших магнитную обработку и обработку давлением. В таких КМ образуется упорядоченная цепочка из металлического наполнителя, что улучшает однородность материала, механические и прочностные свойств, а также теплофизические свойства материала, теплопроводность и высоконаполненного материала повышается в 4 раза. А электропроводность в разы.

Следует отметить, что обработка давлением дает увеличение прочности на 3 –10 %, но способствует более компактной упаковки наполнителя в матрице и более упорядоченной структуре.

Выводы.

1. Разработана технология изготовления композиционного материала на основе эпоксидной смолы, металлической стружки и стабилизированного кремнезема под действием магнитного поля.
2. Установлено влияние количественного состава наполнителя, температуры, технологии приготовления, на физико-механические характеристики КМ на основе стабилизированного кремнезема и эпоксидной смолы с металлическим дисперсным порошком.

Литература

1. Иванова Л.А. Пластмассы холодного отверждения и их использование в пищевой промышленности [Текст] / Гараев М.Б. // «Наукові праці» Вып. 38. Том 2, Одесса: – 2010. – С. 412.
2. Башкирцев В.И. Использование полимерных материалов при ремонте машин и оборудования [Текст] // Пищевая промышленность – 2006. – №1. – С. 22.
3. Чайников Н.А. Ресурсосберегающие технологии изготовления металлополимерных материалов [Текст] / Беляев П.С., Мозжухин А. // Тамбов: ТГТУ. – 2003. – С. 33, 35.
4. Ищенко А.А. Технология восстановления изношенных и дефектных деталей с помощью полимерных материалов [Текст] // Сварщик №6 2004. – С. 12.
5. Иванова Л.А. Композиционные материалы. [Текст] /Сергеева А.Е. Косицин Н.О.// Одесса: Полиграф – 2010. – С. 33
6. Справочник по композиционным материалам [Текст] // Под ред. Дж. Любина (пер. с англ.).- М.: Машиностроение, 1988. – т. 1. – 177с.
7. Липатов Ю.С. Физическая химия наполненных полимеров [Текст] // – М: Химия. – 1977. – С. 207, 306, 307.
8. Ищенко А.А. Новые технологии и материалы для восстановления дефектных отливок [Текст] / Патко Д., Молнар Л. // Сварщик №4. – 2005. С.22.

УДК 621.9.01

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ШЛІФУВАННЯ ПРИ НАГРІВАННІ І ОХОЛОДЖЕННІ ШЛІФОВАНОЇ ПОВЕРХНІ

Ліщенко Н.В., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
Ларшин В.П., д-р техн. наук, професор
Одеський національний політехнічний університет

Розроблено математичну модель температурного поля при шліфуванні, яка дозволяє виконувати розрахунки на етапах нагрівання і охолодження поверхні, яка обробляється.

Grinding temperature model is developed and suitable to calculate the temperature as for work surface heating as for cooling one.

Ключові слова: шліфування, температурне поле, граничні умови, нагрівання і охолодження заготовки.

Процеси механічної обробки матеріалів різанням і шліфуванням супроводжуються нестаціонарними тепловими полями, які впливають на фізико-механічний стан поверхні, що обробляється на етапах її нагрівання і охолодження. Наприклад, залежно від швидкості охолодження при чорновому шліфуванні утворюються припіки вторинного загартування (при високих градієнтах температури) або відпуску (при

менших градієнтах температури). Для прогнозування стану поверхневого шару може бути використана технологічна теплофізика, розроблена в працях проф. Якимова О.В. і проф. Сипайлова В.А. [1]. Основні положення цієї наукової дисципліни засновані на практичному застосуванні аналітичної теорії теплопровідності.

У цій теорії теплопровідності прийнято розрізняти початкові і граничні умови, що дозволяють визначати температурне поле в зоні різання з урахуванням її геометричної форми та форми заготовки. При розв'язанні задачі визначення температурного поля можливі такі основні види граничних умов [2]:

- — відома температура поверхні (постійна або змінна в часі) – ГУ першого роду;
- — відомий тепловий потік на поверхні (постійний або змінний) – ГУ другого роду;
- — на поверхні розділу задано теплообмін за законом Ньютона-Ріхмана – ГУ третього роду.

9. Стосовно до шліфування деталей машин теплову ситуацію від взаємодії інструмента і заготовки, яка обробляється, характеризують (описують математично) двома методами відповідно при розв'язанні двох- і одновимірної задачі теплопровідності.

Відповідно до першого методу рухливе смугове джерело (рис.1,а) рухається в позитивному напряму осі Z зі швидкістю v.



а *б*

а, б – рухоме смугове джерело в двовимірній тепловій задачі і нерухоме смугове джерело в одновимірній задачі,відповідно

Рис. 1 – Схема джерела (у заштрихованій зоні наявні ГУ другого роду)

При цьому наявні неоднорідні граничні умови: під джерелом – ГУ другого роду, поза джерелом – ГУ третього роду. Зміна ГУ відбувається по координаті Z в рухливій системі координат, пов'язаній з тепловим джерелом. При $|Z| \le H$ і $|Z| > H$ мають місце ГУ другого та третього роду, відповідно. Таким чином, зміна просторової координати Z приводить до зміни роду ГУ.

У відповідності з другим методом поверхня, яка обробляється, розглядається як поверхня розділу двох середовищ, між якими виділяється тепловий потік. При цьому ділянка заготовки, яка обробляється, належить напівобмеженому твердому тілу. Верхнє середовище є матеріалом абразивного інструмента, а нижня – матеріалом, який обробляється (рис.1,б).

Для цього випадку тепловий процес представляється послідовними етапами в часі: виділення теплової енергії в зоні різання (ГУ другого роду) і охолодження (ГУ третього роду) обробленої (нагрітої) поверхні за рахунок теплообміну з повітрям («сухе» шліфування) або з мастильно-охолоджувальною рідиною (МОР). Таким чином, процес шліфування характеризується дискретною зміною роду ГУ в часі: спочатку діють ГУ другого роду, потім – ГУ третього роду. Тому для аналітичного рішення теплової задачі з'являється можливість описувати температурне поле роздільно в часі для зазначених етапів.

На першому етапі визначають температуру на поверхні і по глибині поверхневого шару залежно від часу нагрівання, що відлічується від моменту часу зіткнення рухливого теплового джерела з розглянутою точкою поверхні до моменту часу втрати цього зіткнення. Цей час дорівнює відношенню довжини теплового джерела ($2H$) до швидкості його переміщення. У момент закінчення етапу нагрівання фіксують розподіл температури $f(x, y, z)$ в обсязі заготовки. Наприклад, стосовно до одновимірної задачі (лінійний тепловий потік за Егером Д.) фіксують розподіл температури по глибині поверхневого шару $f(x)$.

На другому етапі визначають температурне поле в обсязі заготовки з урахуванням початкового розподілу температури $f(x, y, z)$ в умовах теплообміну поверхні, яка обробляється, з навколишнім середовищем (МОР). На цьому етапі час t теплового процесу відлічується від моменту закінчення етапу нагрівання.

Теплообмін (нагрітої на першому етапі поверхні) з навколишнім середовищем (МОР) характеризується законом Ньютона-Рихмана і описується рівнянням [3]

$$q_{охл} = \alpha[T(t) - T_c], \tag{1}$$

де $q_{охл}$ – щільність теплового потоку, спрямованого із заготовки в МОР, Вт/м^2;

α – коефіцієнт теплообміну (теплопередачі), Вт/(м^2 · ℃);

$T(t)$ – температура поверхні, придбана на етапі нагрівання і зменшувана в часі t на етапі охолодження, °С; T_c – температура охолоджувального середовища (МОР), °С.

Складність завдання визначення нестаціонарного температурного поля на етапі охолодження обумовлюється мінливістю температури поверхні $T(t)$ і невизначеністю коефіцієнта α, що визначають експериментально. У вітчизняній літературі задача визначення температурного поля на етапі охолодження розв'язана тільки для постійних (у часі) температур $T(t)$ і T_c [3]. У загальному випадку температура T_c може бути змінною і описуватися залежностями $T_c = \varphi(x, y, z, t)$ та $T_c = \varphi(x, t)$ для тривимірної одновимірної задач, відповідно [2], тому що теплообмін відбувається на поверхні, тобто при $x = 0$ для одновимірної задачі $T_c = \varphi(t)$.

Задача визначення температурного поля на етапах нагрівання і охолодження найбільш повно розв'язана Сипайловим В.А. [1] для двох просторових координат (x, z) і однієї тимчасової координати t (рис.1, а). При цьому інженерний розв'язок отримане без обліку охолодження теплообміном і має такий вигляд

$$T(Z, X) = \frac{2qa}{\pi\lambda V} \int_{Z-H}^{Z+H} \exp(-\xi) K_o\left(\sqrt{X^2 + \xi^2}\right) d\xi + T_0, \tag{2}$$

де q – інтенсивність теплового потоку, Вт/м^2;

a – коефіцієнт температуропровідності, м^2/с;

λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·℃;

V – швидкість руху джерела в напрямку осі Z, м/с;

K_o – модифікована функція Беселя другого роду нульового порядку.

Рівняння (2) складено щодо безрозмірних комплексів $\xi = \frac{V(z - z')}{2a}$; $X = \frac{V \cdot x}{2a}$; $Z = \frac{V \cdot z}{2a}$; $H = \frac{V \cdot h}{2a}$.

При цьому передбачається, що закон руху джерела тепла заданий у вигляді $z = z' - V\tau$ (z' – додаткова змінна; h – напівширина джерела тепла, м).

Аналогічний розв'язок отриманий в роботі [2] для рухливого смугового джерела.

Потім Сипайловим В.А. була зроблена спроба врахувати охолоджувальну дію зовнішнього середовища (МОР) при тій же двовимірній постановці задачі. Однак у цьому випадку розв'язок вийшов досить складний [1], тому були запропоновані прийоми, що спрощують його. Отриманий при цьому остаточний розв'язок має ряд недоліків: один із множників залежить від середньоінтегрального значення температури під джерелом; не враховується температура охолоджувального середовища; для визначення температури потрібні таблиці з попередньо розрахованими дискретними значеннями певних інтегралів.

Завдання статті – на основі аналізу наявних теплофізичних розв'язків розробити математичну модель температурного поля при шліфуванні для етапів нагрівання і охолодження поверхні, яка обробляється.

У роботі [4] досліджувалося питання про ідентичність одно- і двовимірного розв'язків відповідних диференціальних рівнянь теплопровідності на етапі нагрівання (по схемах на рис.1,а і рис.1,б). Одновимірний розв'язок для етапу нагрівання має вигляд [4]

$$T_н = 2\pi\sqrt{H}\, ierfc\frac{X}{2\sqrt{H}} \cdot \frac{2 \cdot q \cdot a}{\pi \cdot \lambda \cdot V}, \quad 0 \le H \le H_{\max} \tag{3}$$

Встановлено, що в інтервалі $4 \le H \le 20$ при розрахунку максимальних температур на поверхні і по глибині дворазового спаду температури розв'язкі (2) і (3) дають результати, що відрізняються не більше ніж на 5 %. Це дозволяє припустити, що на етапі охолодження також можна користуватися одновимірним розв'язком, що при відсутності охолоджувального середовища (охолодження за рахунок теплопровідності) має вигляд [4]

$$T_{охл} = 2\pi\left\{\sqrt{H}\, ierfc\frac{X}{2\sqrt{H}} - \sqrt{H - H_{\max}}\, ierfc\left(\frac{X}{2\sqrt{H - H_{\max}}}\right)\right\} \cdot \frac{2 \cdot q \cdot a}{\pi \cdot \lambda \cdot V} \tag{4}$$

$$H_{\max} \le H < \infty$$

У свою чергу, одновимірний розв'язок, що дозволяє визначати температурне поле на поверхні і по глибині на етапі охолодження при наявності охолоджувального середовища (МОР) з температурою $\varphi(\tau)$ і коефіцієнті теплообміну α отриманий Карслоу Г. і Егером Д. [2] за рахунок знаходження відповідної функції Гріна при змінних $T(t)$ і T_c. Зазначена функція є температурою в точці (x, y, z) в момент часу t, обумовленою дією миттєвого точкового джерела одиничної потужності, яка розташована в точці (x', y', z') в момент часу τ за умови, що початкова температура заготовки, дорівнює нулю, а її поверхня підтримується при нульовій температурі [2].

Стосовно до лінійного (одновимірного) теплового потоку, тобто для функції Гріна $u(x, x', t-\tau)$ температурне поле на етапі охолодження виражається залежністю [2]

$$T_{охл}(x,t) = \int (u)_{\tau=0} \cdot f(x')dx' + a\int_0^t \varphi(\tau)\frac{\partial u}{\partial n}d\tau, \qquad (5)$$

де $\varphi(\tau)$ – температура МОР, що змінюється в часі.

У цій формулі нормаль n збігається за напрямком з координатою x.

Карслоу Г. і Егером Д. знайдена функція Гріна $(u)_{\tau=0}$ та шляхом перетворення залежності (5) отримано такий вираз

$$T_{охл} = \int_0^\infty \left(\frac{1}{2\sqrt{\pi \cdot a \cdot t}}\left\{\exp\left(-\frac{(x-x')^2}{4at}\right) + \exp\left(-\frac{(x+x')^2}{4at}\right)\right\} - h\exp\left(a\cdot t\cdot h^2 + h(x+x')\right)\times\right.$$

$$\left.\times\Phi^*\left(\frac{x+x'}{2\sqrt{a\cdot t}} + h\sqrt{a\cdot t}\right)\right)\cdot f(x')dx' + a\cdot h\int_0^t \left(\frac{\exp\left(-\frac{x^2}{4a(t-\tau)}\right)}{\sqrt{\pi\cdot a\cdot(t-\tau)}} - h\exp\left(a\cdot h^2(t-\tau) + h\cdot x\right)\times\right.$$

$$\left.\times\Phi^*\left(\frac{x}{2\sqrt{a(t-\tau)}} + h\sqrt{a(t-\tau)}\right)\right)\varphi(\tau)d\tau \qquad (6)$$

Тут $f(x') = \frac{2q\cdot\sqrt{a\cdot t_1}}{\lambda}\cdot\left[\frac{1}{\sqrt{\pi}}\cdot\exp\left(-\frac{x'^2}{4a\cdot t_1}\right) - \frac{x'}{2\sqrt{a\cdot t_1}}\cdot erfc\left(\frac{x'}{2\sqrt{a\cdot t_1}}\right)\right] + T_0$,

$\Phi^*(y) = erfc(y)$;

t – час охолодження, с;

t_1 – час нагрівання, с;

h – приведений коефіцієнт теплообміну, $h = \frac{\alpha}{a}$;

T_0 – вихідна температура оброблюваного матеріалу, °С.

Дане рівняння дозволяє досліджувати температурне поле на поверхні і по глибині поверхневого шару залежно від часу охолодження, що відлічується від закінчення часу нагрівання. У літературі дане рівняння дотепер не досліджене і відсутні рекомендації щодо його застосування.

На рисунках 1 – 4 показано розподіл температурного поля по глибині поверхневого шару залежно від часу охолодження в інтервалі цього часу $0{,}000005 \le t \le 0{,}2$ с при температурі матеріалу, який обробляється T_0 = 0°С, і температурі охолоджувального середовища $\varphi(\tau)$=20°С. Розрахунки виконано в середовищі MathCAD .

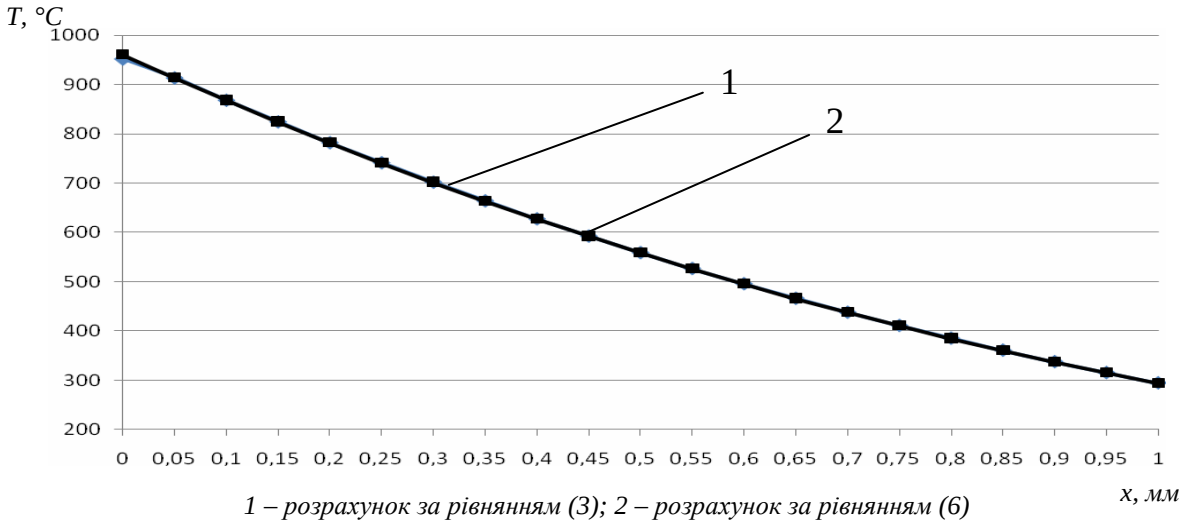
На рис.2: час охолодження t =0,000005 с, час нагрівання t_1 =0,1с; верхня межа інтегрування $2\cdot10^{-3}$ м; інтервал зміни змінної x становить 0...1 мм. Видно, що при t =0,000005 с, тобто на самому початку етапу охолодження розподіл температури по глибині збігається з аналогічним розподілом температури, отриманим за рівнянням (3) наприкінці етапу нагрівання. Цей збіг є підтвердженням правильності формули (6), оскільки початок етапу охолодження та кінець етапу нагрівання супроводжуються тим самим розподілом температури по глибині поверхневого шару і однієї й тією ж поверхневою температурою в цей момент часу.

На рис.3: час охолодження t = 0,05 с, час нагрівання t_1 = 0,1 с; верхня межа інтегрування $4 \cdot 10^{-3}$ м; інтервал зміни змінної x становить 0...5 мм.

На рис.4: час охолодження t = 0,1 с, час нагрівання t_1 = 0,1 с; верхня межа інтегрування $3 \cdot 10^{-3}$ м; інтервал зміни змінної x 0...5 мм.

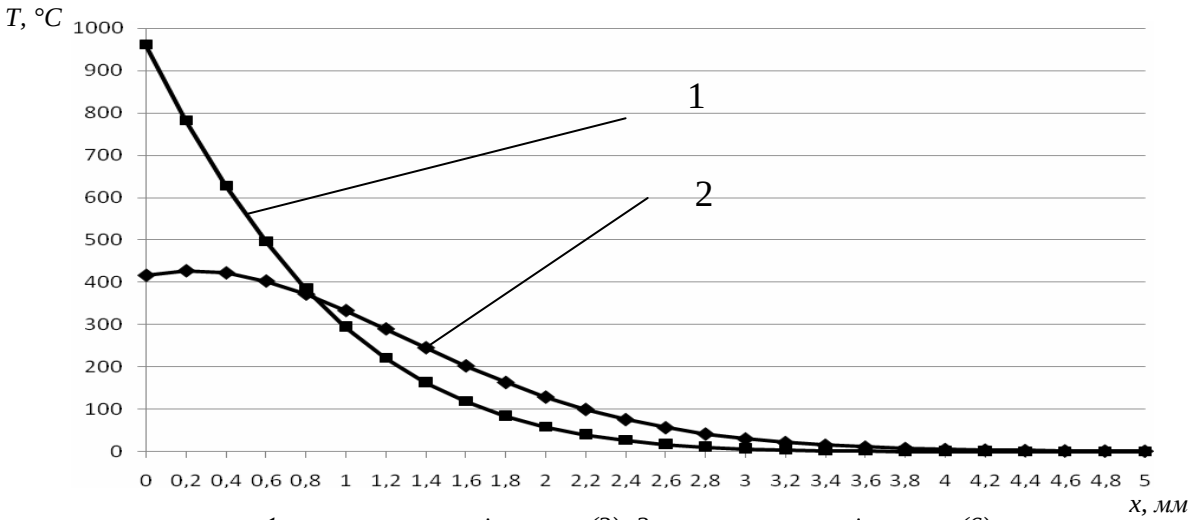
На рис.5: час охолодження t = 0,2 с, час нагрівання t_1 = 0,1 с; верхня межа інтегрування $4 \cdot 10^{-3}$ м; інтервал зміни змінної x 0...5 мм. На рис.4 видно, що при часі охолодження t = 0,2 с температура на поверхні зменшується від 415,503°С до 211,054 °С.

На рисунках 2 – 5 видно, що температура глибинних шарів зменшується з повільнішою швидкістю. У результаті залежності $T_{охл} = f(x, 0{,}05c)$, $T_{охл} = f(x, 0{,}1c)$, $T_{охл} = f(x, 0{,}2c)$ на рисунках 3, 4 і 5 набувають максимальних значень при $x = 0{,}25 \cdot 10^{-3}$ мм, $x = 0{,}35 \cdot 10^{-3}$ мм і $x = 0{,}55 \cdot 10^{-3}$ м, відповідно. Видно також, що в глибинних шарах матеріалу (незалежно від температури охолоджувального середовища) температура прагне до нульового значення, оскільки на етапі нагрівання вихідна температура матеріалу, який обробляється, дорівнювала нулю, тобто T_0 = 0 °С.



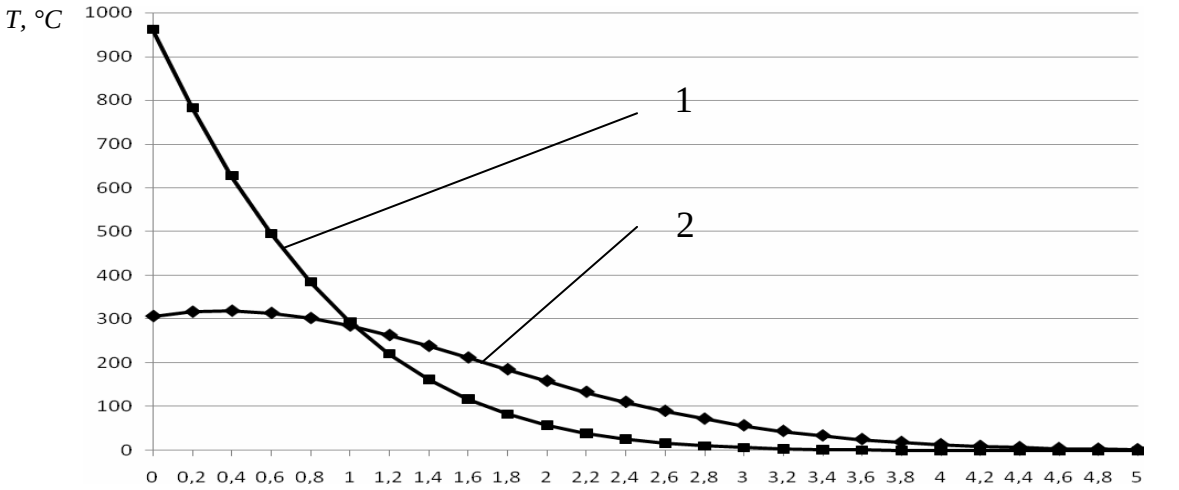
1 – розрахунок за рівнянням (3); 2 – розрахунок за рівнянням (6)

Рис. 2 – Розподіл температури по глибині поверхневого шару при t =0,000005 с, T_0 = 0 °С



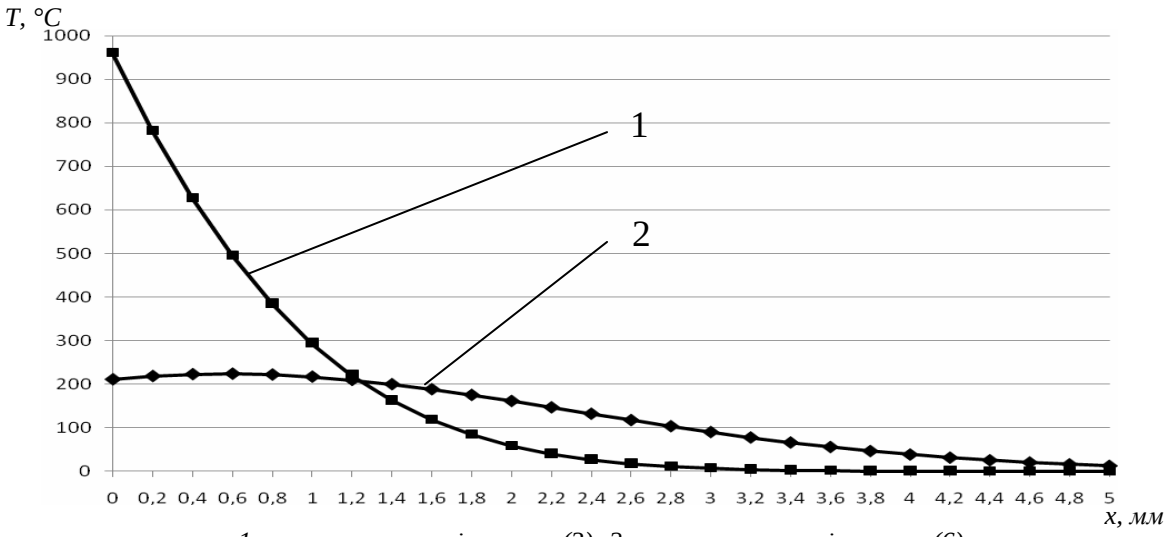
1 – розрахунок за рівнянням (3); 2 – розрахунок за рівнянням (6)

Рис. 3 – Розподіл температури по глибині поверхневого шару при t = 0,05 с, T_0 = 0 °С



1 – розрахунок за рівнянням (3); 2 – розрахунок за рівнянням (6)

Рис. 4 – Розподіл температури по глибині поверхневого шару при t = 0,1 с, T_0 = 0 °С



1 – розрахунок за рівнянням (3); 2 – розрахунок за рівнянням (6)

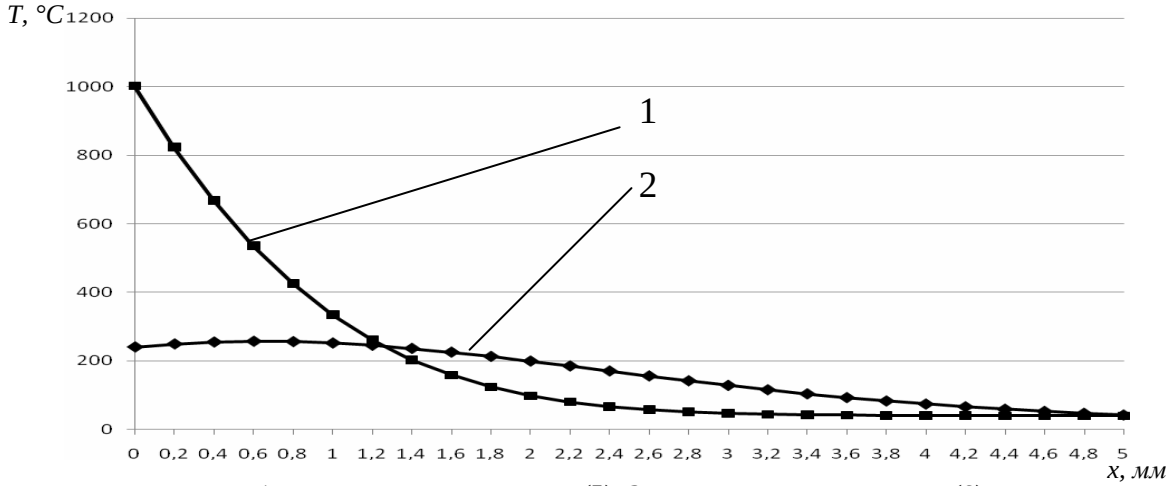
Рис. 5 – Розподіл температури по глибині поверхневого шару при t = 0,2 с, T_0 = 0 °С

На рис. 6 показано залежність $T_{охл} = f(x, 0{,}2c)$ при вихідній температурі матеріалу на етапі нагрівання T_0 = 40 °С.

Для цього випадку формула (3) на етапі нагрівання (крива 1 на рис. 6) має додатковий доданок $40\,^0$С, тобто формула (3) у розмірному вигляді може бути записана як

$$T = \frac{2q\sqrt{a\tau}}{\lambda} \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{x^2}{4a\tau} \right) - \frac{x}{2\sqrt{a\tau}} \cdot erfc\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}} \right) \right) + 40^0 C \qquad (7)$$

На рис. 6: час охолодження t = 0,2 с, час нагрівання t_1=0,1 с; верхня межа інтегрування $6 \cdot 10^{-3}$ м; інтервал зміни змінної x 0...5 мм.



1 – розрахунок за рівнянням (5); 2 – розрахунок за рівнянням (6), в якому температура $T_0 = 40^0 C$.

Рис. 6 – Розподіл температури по глибині поверхневого шару при t **= 0,2 с,** T_0 **= 40 °С**

На рис. 6 видно, що температури глибинних шарів (при $x > 5$мм) оброблюваного матеріалу на початку (крива 1, отримана на етапі нагрівання) і наприкінці (крива 2) етапу охолодження однакові і рівні 40 °С.

Висновки

1. Встановлено математичну модель для температурного поля для ділянок нагрівання і охолодження, яка розглядається послідовно в часі при граничних умовах другого та третього роду.

2. Аналіз рівняння (6) показав, що це рівняння досить коректно описує процес охолодження поверхневого шару заготовки. На відміну від аналогічного двовимірного рішення Сипайлова В.А. [1] це рівняння можна з меншою трудомісткістю використовувати в інженерних розрахунках і для керування процесом формування фізико-механічного стану поверхневого шару. За цим рівнянням можна аналітично знаходити градієнти температурного поля по глибині поверхневого шару і за часом.

3. На відміну від аналогічного двовимірного рішення Сипайлова В.А. [1], рівняння (6) містить такі додаткові змінні як вихідну температуру оброблюваного матеріалу (T_0) і температуру охолоджувального середовища (T_c), які суттєво впливають на процес охолодження і можуть змінюватися в часі. Отже, ці параметри можна використовувати для вивчення процесу шліфування та керування ним.

Література

1. Сипайлов В.А. Тепловые процессы при шлифовании и управление качеством поверхности. – М.: Машиностроение, 1978. – 167 с.
2. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. – М.: Наука, 1964. – 487 с.
3. Лыков А.И. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 599 с.
4. Ларшин В.П., Ковальчук Е.Н., Якимова А.В. Применение решений теплофизических задач к расчету температуры и глубины дефектного слоя при шлифовании // Совершенствование процессов абразивно-алмазной и упрочняющей обработки в машиностроении. – Пермь: Изд. Перм. политехн. ин-та. – 1986. – С.9-16.

УДК: 641.528.6

УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ТРИВАЛОСТІ ЗАМОРОЖУВАННЯ

Потапов В.О., д-р. техн. наук, професор, Семенюк Д.П., канд. техн. наук, доцент
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Отримано наближене рішення динаміки процесу охолодження тіл довільної форми в процесі заморожування, яке дозволяє розраховувати тривалість процесу з урахуванням теплопідведення від центральної частини тіла, яка має температуру вищу за кріоскопічну.

The approximate solution to the dynamics of the cooling process of random-shaped bodies is elaborated. This solution allows calculating the duration of process taking into account the heat removal from the central part of the body, the temperature of which is higher than the cryoscopic temperature.

Ключові слова: Формула Планка, фронт кристалізації, кріоскопічна температура,

Постановка проблеми в загальному вигляді. Як відомо класичним рівнянням при розрахунку тривалості процесу заморожування служить формула Планка.

Існують варіанти формули Планка для тіл правильної форми [1–3]. У роботі [4] висловлено припущення, що теоретично обґрунтованим шляхом для розрахунку тривалості процесу охолодження та заморожування є пряме розв'язання тривимірної нестаціонарної крайової задачі теплопровідності. В основу формули Планка покладено наступні допущення: розподіл температур за об'ємом тіла в процесі заморожування залишається постійним (квазістаціонарне наближення) та одновимірним, теплофізичні характеристики тіла залишаються постійними, перед початком заморожування тіло охолоджено до кріоскопічної температури, фронт заморожування переміщається симетрично від поверхні тіла до його центру, виконуються граничні умови третього роду на поверхні тіла [5].

В роботі (6) авторами було запропоновано модель заморожування у разі несиметричних граничних умов, що має місце в плиткових апаратах при контактному заморожуванні.

Проте у існуючих формулах не враховується вплив підведення теплоти від центральної зони продукту, яка при заморожуванні найчастіше має температуру вище кріоскопічної. При цьому, чим інтенсивніше проходить процес охолодження в апараті, тим більший градієнт температур по об'єму тіла та більше додаткове теплопідведення від центральних зон продукту. У цих умовах розрахована тривалість заморожування за формулою Планка є меншою ніж експериментальна. Це призводить, до передчасного завершення процесу холодильного оброблення продукту, а відповідно до погіршення його якості при подальшому зберіганні.

Мета та завдання статті полягає в отриманні нового наближеного методу розв'язання задачі динаміки нестаціонарного теплообміну та заморожування для тіл довільної форми при врахуванні теплопідведення від центральної частини тіла, яка має температуру вищу за кріоскопічну.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглянемо тіло довільної форми, яке охолоджується з внутрішнім джерелом теплоти, що діє на межі між замороженою та не замороженою частинами тіла за умов симетричного теплообміну з граничною умовою третього роду (рис. 1).

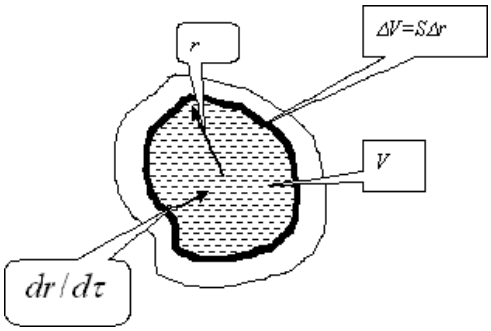


Рис. 1 – Розрахункова схема процесу заморожування: $\Delta V=S\Delta r$ –об'єм в якому відбувається кристалізація; V – об'єм не замороженого продукту; r – поточна координата фронту кристалізації; $dr/d\tau$ – швидкість просування фронту кристалізації

Будемо вважати всі теплофізичні характеристики тіла сталими, тоді для будь-якого нескінченого об'єму ΔV та будь якого фіксованого моменту часу можна записати рівняння теплового балансу для тіла яке заморожується у вигляді:

$$c \cdot \rho \cdot \frac{dT}{d\tau} \cdot V = j \cdot S - q \cdot \frac{\Delta m_f}{\Delta \tau}, \qquad (1)$$

де c – питома теплоємність, Дж/кг·К;

ρ – густина, кг/м^3;
V – об'єм, м^3;
S - площа поверхні, що охоплює об'єм ΔV, м^2;
$\frac{dT}{d\tau}$ - темп нагрівання об'єму V, К/с;
j – тепловий потік від фронту кристалізації в охолоджуюче середовище, Вт/м^2.

В даному рівнянні $\Delta m_f = w \cdot \rho_w \cdot \Delta V \cdot A_f$ – маса вологи, що замерзає, A_f – частка замерзаючої вологи в тілі. 1 формулі (1) всі теплофізичні характеристики відносяться до кріоскопічної температури.

Здійснимо деякі підстановки: $H = q \cdot w \cdot \rho_w \cdot A_f$, $\Delta V = S \cdot \Delta r$, $q \cdot \frac{\Delta m_f}{S \cdot \Delta \tau} = -\left[H \cdot \frac{d}{d\tau} r \right]$.

Зробимо допущення про сталість темпу охолодження не замороженої області: $\frac{d}{d\tau} \cdot T = T' = const$.

Тоді можна записати рівняння теплового балансу для не замороженої області у вигляді диференційного рівняння:

$$c_c \cdot \rho_c \cdot (\frac{d}{d\tau} \cdot T) \cdot (S \cdot R) = \lambda_c \cdot \frac{T_c - T_k}{R} \cdot S \tag{2}$$

де T_C – температура центру не замороженої області;
T_k – кріоскопічна температура;
λ_C – теплопровідність не замороженої частини продукту.

Запровадимо коефіцієнт форми тіла Γ за співвідношенням.

$$R = \Gamma \cdot \frac{V}{S} . \tag{3}$$

де R - характерний розмір тіла.

Для тривимірного тіла, як в нашому випадку Γ=3.
Припустимо, що середнє значення темпу охолодження не замороженої області об'ємом V є постійним і дорівнює темпу охолодження на момент досягнення на поверхні тіла кріоскопічної температури.

Тоді можна записати

$$\frac{d}{d\tau} \cdot T = T' = \frac{\lambda_c}{c_c \cdot \rho_c} \cdot \frac{T_c - T_k}{R^2} = const . \tag{4}$$

Запишемо вираз для теплового потоку від фронту кристалізації в середовище, яке охолоджується

$$j = \frac{T_k - T_0}{\frac{1}{\alpha} + \frac{R - r}{\lambda}} \tag{5}$$

де T_0 – температура охолоджуючого середовища;
$r(\tau)$ – змінна з часом координата фронту кристалізації;
λ – теплопровідність замороженої частини продукту.
Враховуючи наведене, з (1) отримаємо рівняння теплового балансу з рухомим фронтом для тіла, яке заморожується

$$c \cdot \rho \cdot T' \cdot r = \frac{T_k - T_0}{\frac{1}{\alpha} + \frac{R - r}{\lambda}} + H \cdot \frac{d}{d\tau} r . \tag{6}$$

або

$$-\frac{d}{d\tau}x = CH\cdot\left[\frac{BT}{1+\mathrm{Bi}\cdot(1-x)} - T'\cdot x\right] \tag{7}$$

де $$BT = \frac{a\cdot \mathrm{Bi}}{R^2}\cdot(T_k - T_0),\ CH = \frac{c\cdot\rho}{H},\ a = \frac{\lambda}{c\cdot\rho},\ \mathrm{Bi} = \frac{\alpha\cdot R}{\lambda},\ x = \frac{r}{R},;$$

Рішення диференційного рівняння (7) при початкових умовах $\tau=0$, $x=R$ має вигляд

$$-CH\cdot\tau = \frac{1}{2\cdot T'}\cdot\ln\left(\frac{T'\cdot \mathrm{Bi} - T'\cdot \mathrm{Bi}_1 + BT}{T'\cdot x^2\cdot \mathrm{Bi} - T'\cdot x\cdot \mathrm{Bi}_1 + BT}\right) - \frac{\mathrm{Bi}_1}{\sqrt{T'}\cdot\sqrt{-4BT\cdot \mathrm{Bi} + T'\cdot \mathrm{Bi}_1{}^2}}\times$$

$$\times\left[\operatorname{arth}\left[\sqrt{T'}\cdot\frac{(-2\cdot \mathrm{Bi} + \mathrm{Bi}_1)}{\sqrt{-4\cdot BT\cdot \mathrm{Bi} + T'\cdot \mathrm{Bi}_1{}^2}}\right] + \operatorname{arth}\left[\sqrt{T'}\cdot\frac{(2\cdot x\cdot \mathrm{Bi} - \mathrm{Bi}_1)}{\sqrt{-4BT\cdot \mathrm{Bi} + T'\cdot \mathrm{Bi}_1{}^2}}\right]\right]. \tag{8}$$

где $\mathrm{Bi}_1 = 1 + \mathrm{Bi}$.

З рівняння (8) випливає розрахункова формула для визначення тривалості заморожування (час досягнення фронтом кристалізації центру тіла x=0).

$$\tau = \frac{-1}{2\cdot CH\cdot T'}\cdot\ln\left[\frac{(BT - T')}{BT}\right] - \frac{(1+\mathrm{Bi})}{\left[\sqrt{T'}\cdot\sqrt{(1+\mathrm{Bi})^2\cdot T' - 4\cdot BT\cdot \mathrm{Bi}}\right]}\times$$

$$\times\cdot\left[\operatorname{arth}\left[\sqrt{T'}\cdot\frac{(1-\mathrm{Bi})}{\sqrt{(1+\mathrm{Bi})^2\cdot T' - 4\cdot BT\cdot \mathrm{Bi}}}\right] - \operatorname{arth}\left[\sqrt{T'}\cdot\frac{(1+\mathrm{Bi})}{\sqrt{(1+\mathrm{Bi})^2\cdot T' - 4\cdot BT\cdot \mathrm{Bi}}}\right]\right]. \tag{9}$$

Проведемо перевірку формули (9). Розкладемо τ при малих значеннях темпу охолодження T`$\to$0, нехтуючи членами $T$`^{2} та отримуємо відому формулу Планка

$$\tau = \frac{1}{2}\cdot\frac{H}{(T_k - T_0)}\cdot R\cdot\left(\frac{1}{\lambda}\cdot R + \frac{2}{\alpha}\right) \tag{10}$$

Для того, щоб розрахувати темп охолодження, який визначається різницею температур в центрі тіла та на його поверхні до початку моменту кристалізації використаємо формулу яка була отримана в (7).

$$\frac{T - T_0}{T_1 - T_0} = \exp\left[\frac{-\Gamma\cdot \mathrm{Fo}}{\frac{1}{2}\left[\frac{2}{\mathrm{Bi}} + (1-x^2)\right]}\right] \tag{11}$$

де $\mathrm{Fo} = \frac{a_c}{R^2}\cdot\tau$, $x = \frac{r}{R}$, $\mathrm{Bi}_c = \frac{\alpha\cdot R}{\lambda_c}$, $a_c = \frac{\lambda_c}{c_c\cdot\rho_c}$.

λ_C – теплопровідність не замороженої області;

c_c – питома теплоємність не замороженої області, Дж/кг·К;

ρ_c – густина не замороженої області, кг/м^3.

З рівняння (11) випливає розрахункова формула для визначення тривалості процесу охолодження. За цей час температура на поверхні тіла (x=1), змінюється від початкової T_1 до кріоскопічної T_k.

$$\tau_k = \frac{-\ln\left[\dfrac{(T_k - T_0)}{(T_1 - T_0)}\right]}{\Gamma \cdot a_c} \cdot \frac{R^2}{\mathrm{Bi}_c} \tag{12}$$

Тоді температуру в центрі тіла (x=0) можна розрахувати за формулою

$$T_c = (T_1 - T_0) \cdot \exp\left[-2 \cdot \Gamma \cdot \mathrm{Fo}_k \cdot \frac{\mathrm{Bi}_c}{(2 + \mathrm{Bi}_c)}\right] + T_0, \tag{13}$$

де $\mathrm{Fo}_k = \dfrac{a_c}{R^2} \cdot \tau_k$.

T_c – температура центру не замороженої області.

Відповідно до рівняння (4) темп охолодження не замороженої області, з урахуванням (13) визначається наступним чином

$$T' = \frac{\lambda_c}{c_c \cdot \rho_c} \cdot \frac{(T_1 - T_0) \cdot \exp\left[-2 \cdot \Gamma \cdot \mathrm{Fo}_k \cdot \dfrac{\mathrm{Bi}_c}{(2 + \mathrm{Bi}_c)}\right] + T_0 - T_k}{R^2}, \tag{14}$$

Висновки. Таким чином запропонована методика розрахунку тривалості охолодження та замороження тривимірних тіл у процесі симетричного теплообміну, яка враховує теплопідведення від центральної частини тіла, яка має температуру вищу за кріоскопічну.

Спочатку за формулою (12) розраховується тривалість процесу охолодження поверхні тіла до кріоскопічної температури, потім за формулами (14) та (9) розраховувати тривалість процесу заморожування тіла до моменту досягнення у центрі тіла кріоскопічної температури.

Викладений підхід до моделювання процесів заморожування може застосуватись при описанні інших способів заморожування.

Перспективою подальших досліджень у цьому напрямку є експериментальне підтвердження отриманих теоретичних викладок, а також визначення можливості застосування викладеного підходу до розв'язання інших задач динаміки тепло- та масообмінних процесів.

Література

1. Валентас К.Дж., Ротштейн Э., Сингх Р.П. Пищевая инженерия: Справочник с примерами расчетов: [пер. с анг.], под общ. ред. А.Л. Ишевского. – СПб: Профессия, 2004. – 848 с.
2. Cleland D.J. A generally applicable simple method for prediction of food freezing and thawing times. Proc. XVIII Int. Congr. Refrig. – 1991. – №4. – P. 1884 – 1887.
3. Hossain Md.M., Cleland D.J., Cleland A.C. Prediction of freezing and thawing times for foods of three-dimensional irregular shape by using a semi-analytical geometric factor. Int. J. Refrig. – 1992. – №15. – P. 241 – 246.
4. Чумак І.Г. Холодильні установки: підручник. за ред. І.Г. Чумака. – Одеса: Пальміра; 2006. – 522 с.
5. Pham Q.T. Simplified equation for predicting the freezing time of foodstuffs. J. Food Technol. – 1986. – №21. P. 209 – 219.
6. Потапов В.О., Семенюк Д.П. Математичне моделювання контактного заморожування. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. праць. / ХДУХТ. – Харків, 2008. Випуск 2 (8). – С. 443-450.
7. Потапов В.О., Сомов О.С. Наближена модель динаміки теплообмінних процесів. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. праць. / ХДУХТ. – Харків, 20082008.-Випуск 1 (7) - С.380-388.

УДК 621. 565.93/.95

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СБРОСНОЙ ТЕПЛОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕРМО-ВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Потапов В.А., д-р техн. наук, Мольский С.М., соискатель
Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков

В статьи рассмотрены вопросы повышения эффективности систем термо-влажностной обработки продуктов питания за счет использования сбросной теплоты конденсации холодильной машины.

The questions of increase efficiency of the thermo-humid treatment systems of food stuffs by utilizing of waste heat of condensation of refrigerator are considered in the article.

***Ключевые слова**: термо-влажностная обработка, холодильная установка, регенеративный теплообменник, кондиционирование.*

Тенденции истощения топливно-энергетических ресурсов, роста цен на производство энергии, а также глобальные экологические проблемы являются стимулирующими факторами внедрения высокоэкономичных тепло-массобменных процессов пищевых производств. В частности оборудование для термо-влажностной обработки применяется во многих технологических процессах: созревание и хранение колбас, сыра, хранение вина, хранение солений, выращивание грибов, расстойка теста и других. При этом технологические режимы осуществления этих процессов лежат в области пониженных температур и пониженного влагосодержания воздуха, как правило: t=0...15ºС, φ =75...85% [1]. Для поддержания таких режимов циркулирующий в термо-влажностной камере воздух должен быть подготовлен в системе кондиционирования. Для этого он сначала осушается в процессе конденсации избыточной влаги при охлаждении воздуха ниже точки росы, а потом нагревается до необходимой технологической температуры. Особенности этого процесса таковы, что большая часть энергии тратиться на охлаждение приточного воздуха и гораздо меньше на нагрев, поэтому в существующем оборудовании для термо-влажностной обработки используются холодильные машины в комплексе с паровыми, газовыми или электрическими калориферами. При этом, преимущество отдается последним, поскольку они способны обеспечить точное регулирование температуры, которое является условием получения высококачественного пищевого продукта. Таким образом, в термо-влажностных камерах фактически имеет место нерациональное использование энергии: воздух сначала охлаждается, а затем нагревается.

Исходя из этого, актуальной задачей является повышения энергетической эффективности оборудования для термо-влажностной обработки пищевых продуктов. Одним из перспективных методов решения этой задачи является использование тепловых насосов, у которых, как известно, коэффициент трансформации тепловой энергии больше единицы [2]. Однако теплопроизводительность теплового насоса больше его холодопроизводительности, а как отмечено выше по технологическим требованиям к режимам термо-влажностной обработки большая часть энергии тратится именно на охлаждение приточного воздуха. Решением этой проблемы, по-нашему мнению, может быть использование сбросовой теплоты холодильной машины для нагрева воздуха.

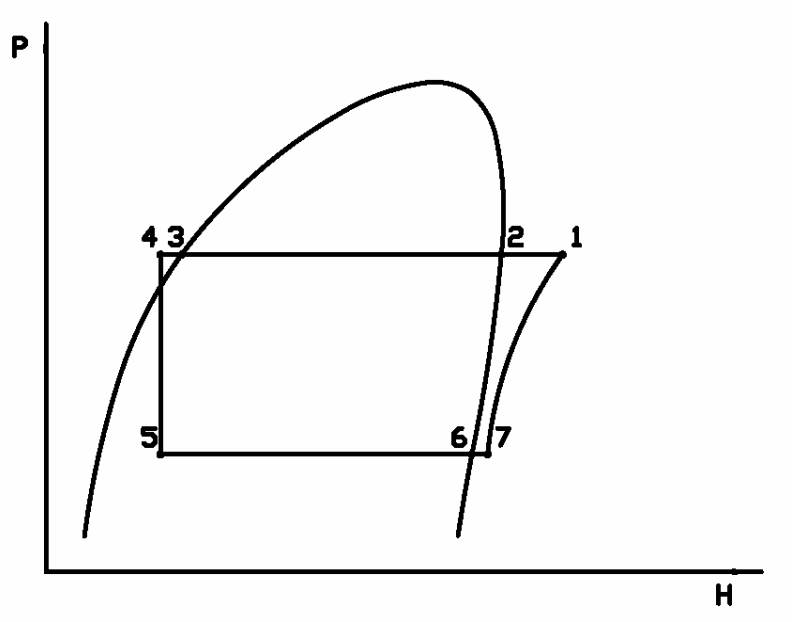
В связи с этим целью работы является теоретическое обоснование возможности использования части теплоты конденсации холодильной машины для повышения энергоэффективности систем термо-влажностной обработки пищевых продуктов.

При решении этой задачи следует учитывать то, что необходимо получить высокотемпературный промежуточный теплоноситель, чтобы уменьшить стоимость теплообменного оборудования и повысить качество регулирования температуры воздушной среды в термо-влажностной камере и, при этом, желательно не ухудшить коэффициент трансформации энергии (COP) холодильной машины в целом.

Как известно повышение эффективности холодильной установки может осуществляться в следующих направлениях: - усовершенствование конструкции компрессора; - выбор оптимального хладагента для осуществления конкретного цикла; повышение эффективности теплообменных устройств; снижение магистральных потерь и потерь на регулирующих арматурах; эффективные схемные решения подачи хладоносителя или теплоносителя; использование аккумуляции теплоты и холода; установка дополнительного теплообменного оборудования и автоматики, которые повышают эффективность отдельных элементов и системы в целом [3].

Учитывая, что холодильная установка вырабатывает большое количество сбросовой теплоты, то наиболее экономическим способом, который не требует дополнительных энергозатрат, является использования теплоты, которая выделяется в конденсаторе.

Проанализируем участка холодильного цикла, где осуществляется теплообмен. В зависимости от агрегатного состояния хладагента таких участков можно выделить три (рис.1).



(1-2) - первый участок - охлаждение перегретого газа;

(2-3) - второй участок - конденсация пара;

(3-4) - третий участок - переохлаждение жидкости

Рис. 1 - Холодильный цикл с участками потенциальной сбросовой теплоты

Первый участок - охлаждение перегретого газа, характеризуется самыми высокими температурами в цикле холодильной машины. В процессе теплообмена температура уменьшается от температуры нагнетания до температуры конденсации. На величину данного участка влияет количество перегретого газа на входе в компрессор и температура конденсации. Чем выше эти показатели, тем большее количество теплоты выделяется на этом участке. Максимальное давление конденсации для большинства существующих холодильных установок ограниченно значением 26 бар, а температура нагнетания 120 ^{o}C, что вызвано снижением термостойкости и вязкости синтетического масла, применяемого для смазки компрессоров.

Второй участок – конденсации, на котором температура для азеотропных хладагентов не меняется. Чем меньше температура конденсации, тем больше количество теплоты выделяется на этом участке, но в тот же время ниже тепловой потенциал данного участка, поскольку минимальная температура конденсации зависит от температуры среды, охлаждающей конденсатор.

Третий участок - переохлаждения жидкости. Он начинается в конденсаторе и заканчивается в расширительном устройстве. Как правило, это небольшой участок, если установка не оснащена специальными теплообменными устройствами, которые искусственно увеличивают степень переохлаждения хладагента. Естественное переохлаждение зависит только от температуры среды, которая охлаждает конденсатор, и жидкостной магистрали. Из всех трех участков - этот имеет наиболее низкий тепловой потенциал.

В соответствии с этими участками использование сбросной теплоты может осуществляться в трех разных теплообменных устройствах: предконденсаторе, водяном конденсаторе, переохладителе (рис. 2).

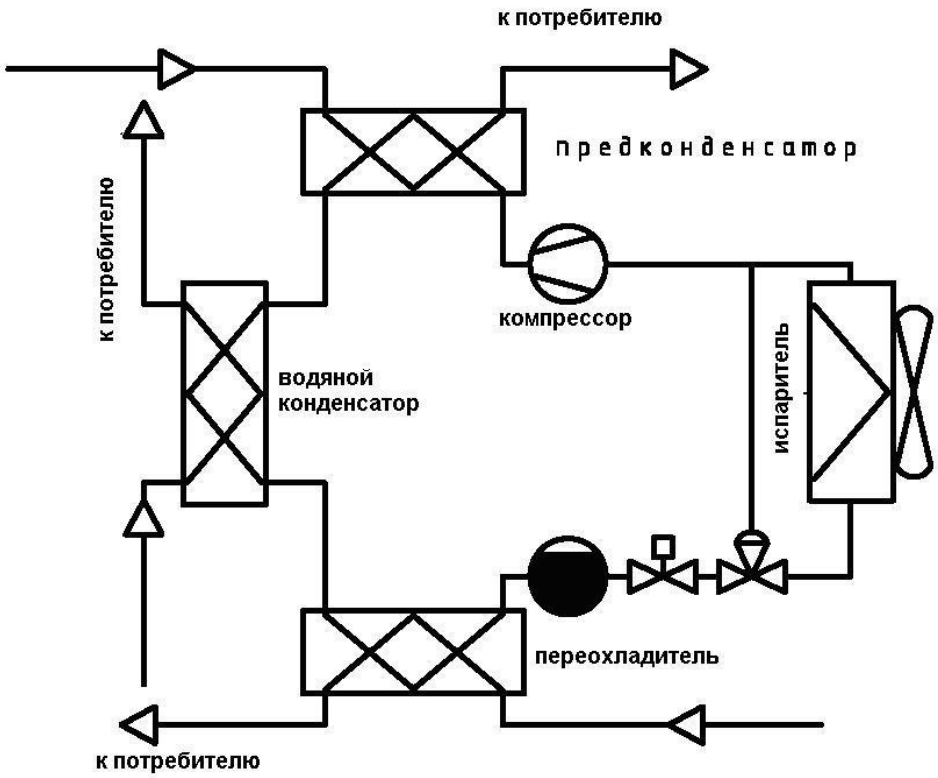


Рис. 2 - Схема утилизации сбросной теплоты холодильной машины.

В соответствии с требованиями к режимам термо-влажностной обработки наибольший интерес представляет использование теплоты перегретого газа (1 участок) в предконденсаторе, поскольку именно этот участок имеет наибольший температурный потенциал.

На потенциал данного участка по производству теплоты влияет температура конденсации, однако ее увеличение для повышения температуры нагнетания не является эффективным способом, поскольку ухудшает качественные характеристики работы холодильной установки в целом. При этом падает холодопроизводительность, увеличивается энергопотребление, уменьшается COP. Кроме того, существует предельное значение температуры конденсации.

Увеличение температуры перегрева всасываемого газа является более перспективным. Как известно, наиболее эффективным способом повышения степени перегрева является установка регенеративного теплообменника между компрессором и испарителем (по всасываемому газу) и между ресивером и расширительным устройством (по жидкому хладагенту). Установка регенеративных теплообменников давно практикуется в холодильной технике, обеспечивая повышение термодинамической эффективности цикла холодильной машины: улучшение условий работы и уменьшение размеров дроссельного устройства, повышение эффективности и надежности работы компрессора путем устранения влажного хода; повышение эффективности испарителя благодаря уменьшению сухости пара нВ выходе из него [3-5]. Прирост холодопроизводительности и холодильного коэффициента за счет применения регенеративного теплообменника изменяется от 3 до 16% в зависимости от выбранных хладагентов и режимов эксплуатации.

Оценим эффективность регенеративного теплообменника для обеспечения утилизации сбросной теплоты, которая производится, холодильной машиной. Для этого необходимо рассчитать прирост производимой теплоты, оценить его температурный потенциал, рассчитать COP установки. При этом все изменения должны оставаться в допустимых пределах эксплуатации холодильного компрессора, хладагента, масла.

В качестве исследуемого объекта был выбран компрессор 6 F-50.2Y фирмы Bitzer [6]. Все характеристики компрессора при разных условиях работы были рассчитаны по программе Bitzer Software 5.2. В качестве хладагента выбран озонобезопасный псевдоазеотропный R404a. Термодинамические величины цикла рассчитаны по программе Refrigeration Utilities 1.1. Начальные рабочие режимы холодильной установки принятые следующими: температура кипения: -2 °C; температура конденсации: +50,5 °C; пе-

регрев в испарителе: 10 °С, переохлаждение в конденсаторе: 2 °С, изоэнтальпийный холодильный коэффициент: 0,63...0,65. Принято ограничение по температуре нагнетания <100 °С, чтобы не допустить возможного вскипания воды в предконденсаторе-теплообменнике при отсутствии теплосъема.

Использовались следующие допущения: перегрев происходит только в испарителе, переохлаждение происходит только в конденсаторе, система не имеет потерь давления в трубопроводах и теплообменных устройствах. Предельно допустимая температура конденсации R 404a: $t_к$ = 55 ºС при $p_к$ = 26 бар [6].

В таблицах 1-3 приведены результаты расчетов для трех режимов работы холодильной установки: 1 - холодильный цикл без регенеративного теплообменника и предконденсатора (базовый); 2 - холодильный цикл с регенеративным теплообменником без предконденсатора; 3 - холодильный цикл с регенеративным теплообменником и предконденсатором.

Использование регенеративного теплообменника, как и ожидалось, привело к повышению температуры нагнетания с 79,4 до 104,5 ºС. На 1,2 ºС выросла температура конденсации, на 12 ºС увеличилось переохлаждение жидкости в теплообменнике и на 25 ºС увеличился перегрев.

В свою очередь дальнейшая дополнительная установка в систему предконденсатора понизили температуру конденсации на 5 ºС, температура нагнетания стала 96 ºС, на 1,3 ºС уменьшилось переохлаждение и на 3 ºС уменьшился перегрев.

Таблица 1 – Температуры на стороне высокого давления

Участок	Температура, ° С		
	Режим 1	Режим 2	Режим 3
нагнетание	79,4	104,5	96
после охлаждения в предконденсаторе	-	-	46,7
конденсация	50,5	51,7	46,7
после переохлаждения в конденсаторе	48,5	49,7	44,7
после переохлаждения в регенераторе	-	37,7	34

Установка регенератора (режим 2) привела к серьезным изменениям производительности установки (табл.. 2). Несмотря на повышение тепловой нагрузки на конденсатор и снижение массовой производительности на 8,6% холодопроизводительность выросла на 10,3%.

Дальнейшая установка предконденсатора (режим 3) снижает давление конденсации, увеличивает массовый расход на 2,2% и увеличивает холодопроизводительность еще на 8% . В результате общее увеличение холодопроизводительности относительно базового варианта (цикл 1) составляет 19,5%.

Таблица 2. Показатели производительности холодильных циклов

Показатель	Режим 1	Режим 2	Режим 3
Холодопроизводительность испарителя, кВт	87	96	104
Энергопотребление компрессора, кВт	42	43	40
Тепловая нагрузка конденсатора, кВт	129	139	95
Тепловая нагрузка предконденсатора, кВт	-	-	49
Тепловая нагрузка регенератора, кВт	-	19	17

Наибольшее значение имеет изменение коэффициента трансформации энергии COP, он увеличивается на 8 % в испарителе при установке регенератора и на 25 % в случае установки регенератора и предконденсатора (табл.. 3).

Как вытекает из таблиц 2, 3 в предконденсаторе можно получить 49 кВт тепловой мощности при коэффициенте трансформации энергии 1,2.

Таблица 3 – Коэффициент трансформации энергии (COP)

Показатель	Режим 1	Режим 2	Режим 3
Холодильный	2,07	2,23	2,6
Тепловой конденсатора	3,07	3,23	2,4
Тепловой предконденсатора	-	-	1,2

Эффективность использования энергии в системе термо-влажностной обработки может быть рассчитана следующим образом. Общие затраты энергии q складываются из затрат на выработку холода $q_{хол}$ и теплоты $q_{тепл}$

$$q = q_{хол} + q_{тепл} = \varepsilon_X N_X + \varepsilon_T N_T \tag{1}$$

где ε_X – коэффициент трансформации по холоду, ε_T – коэффициент трансформации по теплоте, N_X - мощность холодильной машины, N_T – мощность теплогенератора.

Общий коэффициент энергоэффективности процесса равен

$$\varepsilon = \frac{q_{хол} + q_{тепл}}{N_X + N_T} \tag{2}$$

Если обозначить отношение используемого количества теплоты к количеству холода в данном технологическом процессе как $\delta = q_{тепл} / q_{хол}$ (которое зависит от термо-влажностного режима в камере), то выражение (2) принимает следующий вид

$$\varepsilon = \varepsilon_X \frac{1+\delta}{1+\delta\dfrac{\varepsilon_X}{\varepsilon_T}} \tag{3}$$

При этом следует учесть, что коэффициент трансформации по теплопроизводительности для ТЭНов ε_T=1, для парового теплообменника ε_T=0,85…0,95, для теплового насоса ε_T=2,5…5.

Если в установке используется сбросная теплота холодильной машины, то в этом случае необходимое количество теплоты $q_{тепл}$ на подогрев обеспечивается отбором теплоты с предконденсатора (N_T=0). Общий коэффициент энергоэффективности процесса может быть рассчитан следующим образом.

$$\varepsilon' = \varepsilon'_X (1+\delta) \tag{4}$$

Снижение энергозатрат на процесс термо-влажностной обработки при использовании сбросной теплоты конденсации составит.

$$\frac{\varepsilon' - \varepsilon}{\varepsilon'} = 1 - \frac{\varepsilon_X}{\varepsilon'_X\left(1+\delta\dfrac{\varepsilon_X}{\varepsilon_T}\right)}. \tag{5}$$

В таблице 4 приведено сравнение эффективности двух систем кондиционирования в различных технологических процессах: система 1 – ходильная машина, работающая по регенеративному циклу (режим

2) и электрокалорифер; система 2 - ходильная машина с предконденсатором с утилизацией сбросной теплоты конденсации (режим 3). При расчетах использованы значения коэффициентов трансформации энергии из таблицы 3, количество необходимой теплоты и холода рассчитаны для параметров наружного воздуха по г.Харькову для летнего периода I=56,1; t=29,4ºС;. φ=40%.

Таблица 4. Расчетная эффективность использования сбросной теплоты процессах термо-влажностной обработки пищевых продуктов.

Процесс	Режим процесса		Затраты энергии, кДж/кг		$q_{хол}/q_{тепл}$	Показатель энергоэффективности		Снижение энергозатрат, %
	t, °С	φ,%	$q_{хол}$	$q_{тепл}$		Система 1	Система 2	
Хранение сыра	0	80	51.1	2.69	0.05	2.10	2.74	23
	+8	85	36	2.3	0.06	2.08	2.77	25
Созревание сыра	+16	85	28.1	2.5	0.09	2.03	2.83	28
	+10	80	34	3.3	0.10	2.01	2.85	29
Созревание и хранение колбас	+12	75	31.8	4.2	0.13	1.95	2.94	34
	+12	70	34	5.4	0.16	1.91	3.01	37
	+15	75	25.4	4.5	0.18	1.88	3.06	39
	+15	70	27.6	5.5	0.20	1.85	3.12	41
Хранение вина	+10	50	46.6	10.2	0.22	1.83	3.17	42
	+14	80	25.3	3.5	0.14	1.94	2.96	34
	+14	50	39.6	10.2	0.26	1.78	3.27	46

Описанный способ утилизации сбросовой теплоты по режиму 3 может быть реализован в следующей схеме. Осушение воздуха проводится в испарителе холодильной установки путем его охлаждения ниже точки росы, дальнейший нагрев воздуха до технологической температуры в термо-влажностной камере происходит в теплообменнике «воздух-вода». Вода, циркулирующая в теплообменнике, нагревается в предконденсаторе той же холодильной установки. Благодаря автоматике такая система может работать полностью в автоматическом цикле с высокой точностью поддержки температурно-влажного цикла в камере.

Затраты на дополнительное теплообменное оборудование - регенеративный теплообменник частично компенсируются уменьшением до 50% теплообменной поверхности в теплообменнике «воздух-вода» за счет применения более высокотемпературного теплоносителя. Кроме того, поскольку холодильная машина с регенеративным теплообменником имеет высшую производительность, то за счет установки менее мощного компрессора можно получить дополнительную экономию электроэнергии до 10%.

Выводы

Установка регенеративного теплообменника и предконденсатора в конкретных условиях повышает термодинамические характеристики холодильной системы и позволяет получать дополнительно высокотемпературный теплоноситель. В зависимости от параметров воздуха в камере термо-влажностной обработки применение такой схемы утилизации сбросной теплоты конденсации вместо электрических калориферов позволяет экономить от 20 до 50% потребляемой энергии.

Литература

1. Рей Д. Экономия энергии в промышленности: Справочное пособие для инженерно-технических работников. Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 208 с.
2. Рей Д., Макмайкл Д. Тепловые насосы: Пер. с англ. - М.:Энергоиздат, 1982. - 224 с.
3. В. Мааке, Г.-Ю. Эккерт, Ж.-Л. Кошпен. Учебник по холодильной технике: Пер. с франц. - М.: Издательство Московского Университета, 1998. - 1142 с.
4. Доссат Рой Дж. Основы холодильной техники. Пер. с англ. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. - 520 с.
5. Якобсон В. Б. Малые холодильные машины. - М.: Пищевая промышленность,1977. - 368 с.
6. Руководство по проектированию промышленных холодильных систем.;- М. :Данфосс ,2006. - 107 с

УДК 621.575.932

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ИСКУССТВЕННОГО ХОЛОДА В АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРАХ И ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Титлова О.А., аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса

Показана важность применения искусственного холода в пищевой промышленности, рассмотрены основные физические процессы, машины и аппараты для его производства. Показаны преимущества абсорбционных холодильных приборов (АХП), а также их важный недостаток – большой расход электроэнергии. В связи с этим рассмотрены основные возможные направления решения задачи повышения энергетической эффективности АХП, показана перспективность совершенствования систем автоматического управления ими.

The importance of artificial cold in the food industry is showed and the basic physical processes, machines and apparatus for its manufacture are considered. The benefits of the absorption refrigerating devices (ARD) are showed, as well as their main lack – the high consumption of the electric energy. For this reason the main possible directions for the energy efficiency improvement of the ARD are considered and the prospects of improving their automatic control systems are showed.

Ключевые слова: искусственный холод, абсорбционные холодильные приборы (АХП), энергетическая эффективность, система автоматического управления (САУ).

1. Производство холода, как важный фактор обеспечения продовольственной безопасности.

Для обеспечения сохранности пищевой продукции применяются множество технологий. Однако ни одна технология переработки, кроме охлаждения, не способна продлить срок хранения продуктов и одновременно сохранить их первоначальные свойства.

По оценке Международного института холода (МИХ) [1] общие потери всех продуктов питания в мире составляют 25 %. При этом на долю скоропортящихся продуктов приходится более половины мирового производства [2]. Поэтому применение холода играет определяющую роль в обеспечении качества и достаточности питания населения, а также в сокращении потерь сельскохозяйственного сырья и продовольствия на пути от производителя к потребителям. Важную роль при этом имеет непрерывная холодильная цепь (НХЦ). НХЦ представляет собой совокупность средств холодильной техники и технологий, а также организационных мероприятий, обеспечивающих необходимые режимы холодильной обработки и хранения сельхозсырья и продуктов на всем пути их следования. НХЦ включает в себя холодильные системы в местах заготовки сырья, холодильные мощности перерабатывающих предприятий, транспортные рефрижераторы, распределительные охлаждаемые терминалы, торговые холодильники, бытовые холодильники [3].

Как показывает многолетний опыт наибольшее отклонение от рекомендуемых и оптимальных режимов в части хранения и энергопотребления имеет место в бытовых холодильниках. В значительной мере это связано с субъективным человеческим фактором и отсутствием систем управления, которые могли бы устранить его.

2. Физические процессы, машины и аппараты для производства искусственного холода.

Для получения низких температур используют различные физические процессы, которые сопровождаются поглощением теплоты. К наиболее распространенным процессам производства искусственного холода относят следующие [4]:

а) фазовый переход жидкости в пар, сопровождающийся подводом теплоты (кипение и испарение);
б) адиабатное расширение газа;
в) вихревой эффект (эффект Ранка-Хильша);
г) термоэлектрический эффект (эффект Пельтье).

Процессы с фазовыми превращениями реализуются в парокомпрессионных и теплоиспользующих холодильных машинах – (ПКХМ) и (ТХМ).

В состав ТХМ входят абсорбционные и пароэжекторные холодильные машины.

Абсорбционные холодильные машины (АХМ) разделяются на два класса:

а) насосные машины высокой производительности (до 100 кВт холода);

б) безнасосные машины низкой производительности (до 1,0...1.5 кВт холода).

В первом случае АХМ имеют в своем составе циркуляционный насос, который обеспечивает перераспределение рабочего тела в элементах холодильной машины. В безнасосных АХМ движение рабочего тела осуществляется за счет гравитационной циркуляции (перепада высот и разности плотностей).

Холодильные машины с адиабатным расширением газа и вихревым эффектом находят ограниченное применение в промышленности, в основном, в авиастроении. Их главное преимущество состоит в том, что рабочим телом в них служит воздух.

Термоэлектрические холодильники до последнего времени применялись, в основном, в системах охлаждения радиоэлектронной аппаратуры, но в последние годы началось их широкое использование и в бытовой технике.

В настоящее время в бытовой холодильной технике наибольшее распространение получили холодильники на базе ПКХМ – компрессионные холодильные приборы (КХП). Пользователей привлекает достаточно высокая энергетическая эффективность, надежность, простота эксплуатации. Вместе с тем в настоящее время разработчикам КХП приходится сталкивается с рядом таких проблем, как:

а) запрет на применение озоноразрушающих хладагентов, в частности R12 и переход на новые синтезированные и природные рабочие тела и масла;

б) безальтернативный источник энергии – электрическое напряжение промышленной частоты с нормированными характеристиками;

в) низкий ресурс работы компрессора в условиях нестабильных характеристик питающего напряжения и высокая стоимость при замене (половина от стоимости нового холодильника).

Альтернативой КХП, особенно в бытовой холодильной технике, являются абсорбционные холодильные приборы (АХП).

3. Абсорбционные холодильные приборы.

3.1. Общая характеристика абсорбционных холодильных приборов. В состав АХП входят абсорбционные холодильные агрегаты (АХА), которые реализуют безнасосный абсорбционно-диффузионный холодильный цикл. Рабочее тело АХА состоит из природных компонентов – водоаммиачного раствора (ВАР) с добавкой инертного газа (водорода, гелия либо их смеси) и является абсолютно экологически безопасным, т.е. имеет нулевые значения озоноразрушающего потенциала и потенциала «парникового» эффекта.

АХП имеют и ряд уникальных качеств [5]:

а) бесшумность, высокая надежность и длительный ресурс работы;

б) возможность использования в одном агрегате нескольких различных источников тепла – как электрических, так и неэлектрических;

в) возможность работы с низкокачественными источниками электрической энергии при напряжении в сети до 160 В;

г) минимальная базовая стоимость по сравнению с компрессионными аналогами.

Однако при многочисленных достоинствах АХП имеют существенный недостаток – большее, по сравнению с компрессионными аналогами, потребление электрической энергии при эксплуатации. Таким образом, актуальной является задача снижения потребления электрической энергии при эксплуатации бытовых АХП. Решение задачи позволит АХП успешно конкурировать с компрессионными аналогами и занять достойное место на рынке бытовой холодильной техники. Это важно также и потому, что вклад бытовой холодильной техники в суммарное энергопотребление отдельной семьи составляет 20…25 % [6].

3.2. Анализ производства и тенденций развития бытовых абсорбционных холодильных приборов. Основными разработчиками и производителями бытовых АХП является ряд европейских фирм: «Electrolux» (Швеция) с филиалами в США, Великобритании, Дании, Франции, Германии, Швейцарии, Люксембурге; «Sibir» (Швейцария); «Elektrosuisse SRL» (Италия).

В Европе разработкой и производством АХП заняты также фирмы «Camping Gas International», «Europroh», «Armines» (Франция); «Bulka-Lehel» (Германия); «Baumatic» (Великобритания); «Norder», «Minilux/ Versal», «Taver» (Испания); «Minifrio» (Португалия); «Tefcold» (Дания); «Brist» (Болгария); «Ram Dis Ticaret A.S.», «Beko Ltd», «Faik Minbar Sogutma Sanavi ve Ticaret A.S.», (Турция) и межнациональная корпорация EEC «Thetford».

В США бытовые АХП создают и выпускают фирмы «Norcold», «Bizzard», «Ez-Freeze Propane Gas Refrigerators», «Diamond Propane Gas Refrigerators», «Servel», «Dandy», «Miller Diamond Deluxe», «Crystal Cold», «SI Solar Co», «Danby refrigerators», «Equator Comet», «Silent Cellars».

На рынках Австралии, Северной и Южной Америки работают фирмы «AMF – Atlantic Mini-Fridge Co Ltd» (Канада-США-Австралия) и «Zero Appliances» (ЮАР), «Consul SA» (Бразилия), на рынках Юго-Восточной Азии – «Yuyao Hengyang Electric Appliane Co., Ltd», «Hangzhou East Electric Appliane Co., Ltd», «Linko Gas Refrigerator Manufacturing Co.», «G.V. Manufacturing Co. Ltd», «Shandong Green Electric Equipment Co. Ltd», «Thermal Energy Sci Tech Dev Co», «Dadongnan Electric Appliance C», «Beijing Solar Energy Research» (Китай) и «Sanyo» (Япония).

В России специализированные производства развернуты на заводах холодильников в Москве (модель «Иней» АШ-120) и Санкт-Петербурге (модель «Ладога» АБ-40) [7].

В Украине ведущим разработчиком и производителем абсорбционной холодильной техники является Васильковский завод холодильников, выпускающий модели однокамерных холодильников с низкотемпературным отделением «Кристалл» АШ-155 и «Киев» АШ-160, минихолодильники «Киев-20» АШ-35, в том числе и минибары и тумбы «под дерево», а также транспортные холодильники «Киев» АЛ-36 [5].

Основными разработчиками и производителями крупных бытовых АХП являются фирмы США. Так, фирма «Bizzard» выпускает модель с полезным объемом 424 дм^3, фирма «Norcold» – 268 и 340 дм^3, фирма «Ez-Freeze Propane Gas Refrigerators» – 325 и 412 дм^3, фирма «Diamond Propane Gas Refrigerators» – 223, 265, 319 и 370 дм^3, фирма «Miller Diamond Deluxe» – 368 и 423 дм^3, фирма «Crystal Cold» – 423, 480, 508 и 593 дм^3, фирма «SI Solar Co» – 367, 407 и 440 дм^3.

Абсорбционные холодильники и морозильники с повышенным объемом входят и в ассортимент ведущих европейских фирм («Sibir», S-210, RC-230; «Electrolux», RA 1302, RGE 400; «Electrosuisse», CF-240), а также выпускаются фирмами «Taver» (2302) и «Zero Appliances» (CF250D).

Производители стремятся улучшить дизайн конструкции, повысить надежность работы АХП, но особое внимание они обращают на энергетическую эффективность, так как этот фактор оказывает едва ли не определяющее влияние на выбор той или иной модели холодильного прибора.

4. Основные направления решения задачи повышения энергетической эффективности бытовых АХП.

Сравнительно низкая энергетическая эффективность бытовых АХП обусловлена спецификой физических процессов, протекающих при реализации абсорбционно-диффузионного холодильного цикла, в частности [8]:

1) необходимостью проведения процесса дефлегмации для очистки пара хладагента – аммиака;
2) наличием вялых процессов теплообмена в элементах АХА и процессов диффузии при испарении и абсорбции;
3) наличием тепловых потерь в окружающую среду от генераторного узла.

Исследования и разработки, позволяющих снизить энергопотребление в бытовых холодильных приборах абсорбционного типа, выполняются в таких направлениях [8]:

а) совершенствование термодинамических циклов, режимов работы и конструкций элементов АХП;
б) рациональное использование искусственного холода;
в) совершенствованием режимов работы, способов и систем управления АХП.

Разработки, выполненные в рамках первых двух направлений, реализуются на этапе проектирования и предполагают изменение конструкции АХА, а в третьем – могут быть реализованы как на этапе проектирования, так и в процессе эксплуатации. Рассмотрим подробнее последнее направление разработок.

4.1. Особенности управления АХП. Традиционный подход к проектированию бытовых АХП основан на использовании простейших систем автоматического управления (САУ), которые обеспечивают поддержание нормированной температуры в охлаждающих камерах при работе в жестких условиях эксплуатации. Из этого положения производится расчет холодопроизводительности испарителя и всех элементов холодильного агрегата.

Большинство современных моделей бытовых холодильных приборов как абсорбционного, так и компрессионного типов – это двухкамерные холодильники с морозильной камерой или однокамерные холодильники с низкотемпературным отделением (НТО). Особенность управления такими объектами состоит в том, что контролю подлежит только температура в холодильной камере (ХК). При этом соответствие температуры в морозильной камере или НТО ее заданному значению (минус 6 ºС – маркировка «одна звездочка»; минус 12 ºС – маркировка «две звездочки»; минус 18 ºС – маркировка «три звездочки» [9]) обеспечивается за счет специального проектирования. Согласно нормативным документам температура в ХК во всем диапазоне температур эксплуатации не должна быть ниже 0 ºС и не выше плюс 5 ºС.

Отличительной характерной особенностью АХП является также существенное влияние температуры воздуха окружающей среды на их работу. При снижении данной температуры – снижаются теплоприто-

ки в охлаждающие камеры и улучшаются условия реализации цикла АХА. В частности, обеспечиваются режимы переохлаждения потока жидкого аммиака на входе в испаритель и слабого ВАР на входе в абсорбер. Переохлаждение способствует интенсификации процесса испарения и абсорбции, что, в конечном счете, повышает энергетическую эффективность цикла АХА. В условиях комфортных (22…25 °С) и пониженных (до 10 °С) температур воздуха окружающей среды, базовая холодопроизводительность будет вызывать переохлаждение и перемораживание пищевых продуктов. Для выхода из такой ситуации разработчики бытовых АХП ограничивают базовую холодопроизводительность испарителя различными способами.

4.2. Пути совершенствования режимов работы АХП и способов их управления. В 50-х – 60-х годах XX века в СССР выпускались абсорбционные холодильники, снабженные одно-, двух- и трехсекционными электронагревателями. Все они были оснащены позиционной системой с возможностью автоматического или ручного регулирования температуры в холодильной камере, за счет отключения подводимой к нагревателю тепловой мощности или перевода на меньшее значение, при достижении заданного значения температуры. В середине 60-х годов XX века научный руководитель фирмы «Sibir» (Швейцария) профессор H. Stierlin предложил использовать двухсекционный нагреватель «40 Вт – 125 Вт» с постоянно подводимой тепловой мощностью в модели «Sibir» E-225 [5]. Он полагал, что в нерабочем периоде, за счет поддержания генераторного узла в «ждущем» состоянии, удастся снизить время пускового периода и получить экономию энергии. Действительно, в результате испытаний было получено снижение энергопотребления до 20 %. Однако, с начала 70-х годов XX века, после проведения испытаний ряда моделей АХП, все отечественные производители перешли на одноступенчатые нагреватели.

Постоянная конкуренция на рынке бытовой холодильной техники, между производителями компрессионной и абсорбционной техники, вынудили последних искать более действенные пути снижения энергопотребления. И так как на этом пути одним из наиболее эффективных направлений стало совершенствование способов управления АХП, то разработчики АХП в последнее время занимались в основном поисками энергосберегающих режимов управления.

Так, Завертаный В.В. [10] проводил экспериментальные исследования низкотемпературной камеры (НТК) «Стугна-101» АЛ-180 производства ВЗХ и впервые обнаружил зависимость максимальной холодопроизводительности испарителя от подводимой тепловой мощности и температур подъемного участка дефлегматора, а также окружающей среды. Он показал, что с изменением подводимой тепловой мощности к генераторному узлу АХА, максимальная холодопроизводительность достигается при наличии температурного скачка (50…60 °С) в характерной точке дефлегматора, расположенной в верхней части теплоизоляционного кожуха генераторного узла. Причем с увеличением температуры воздуха окружающей среды, температурный скачок сдвигается в сторону больших значений подводимой тепловой мощности к генераторному узлу, а с уменьшением – наоборот. Работа НТК «Стугна-101» АЛ-180 в режиме поддержания скачка температур в характерной точке дефлегматора позволила достичь суточного энергопотребления 2,88 кВт·ч, что ниже, чем у зарубежного аналога CF-240 (фирма «Electrosuisse», Испания) на 28 %.

Васылив О.Б. [11], исследуя тот же объект (НТК «Стугна-101» АЛ-180) и развивая идеи Завертаного В.В., указал на потери аммиака за счет его конденсации на подъемном нетеплоизолированном участке дефлегматора. При этом снижается холодопроизводительность испарителя и энергетическая эффективность АХП. Васылив О.Б. для предотвращения неблагоприятной конденсации пара аммиака при его транспортировке в испаритель предложил установить на подъемном участке дефлегматора дополнительную тепловую изоляцию [12]. Для предотвращения попадания паров воды в конденсатор, особенно при работе в условиях повышенных температур воздуха окружающей среды, было предложено стабилизировать температуру парового потока на выходе дефлегматора – входе в конденсатор на значении 50 °С путем отключения подвода тепловой мощности или перехода на меньшее ее значение. Реализуя такой способ управления на НТК «Стугна-101» АЛ-180, Васылив О.Б., даже при работе с односекционным нагревателем, достиг снижения энергопотребления с позиционным алгоритмом управления на 46 %, по сравнению с аналогом CF-240.

Расширяя область применения нового энергосберегающего режима, Васылив О.Б. изучил особенности работы однокамерных АХП с низкотемпературным отделением (НТО). При этом на всем участке дефлегматора АХП с НТО типа «Киев-410» АШ-160 и «Кристалл-408» АШ-150 производства ВЗХ была установлена тепловая изоляция. Проведенные исследования позволили найти для данного класса АХП энергосберегающий способ управления – двухпозиционный (70-40 Вт) с постоянно подводимой мощностью в 40 Вт и контролем температуры на выходе дефлегматора. Энергосбережение, по сравнению с используемым позиционным способом управления, составило для модели «Киев-410» АШ-160 – 21 %, а для модели «Кристалл-408» АШ-150 – 12 %. При этом модель «Киев-410» АШ-160 показала температур-

ные режимы в НТО класса «***» (температура в НТО – не выше минус 18 °С [9]), вместо «**»(температура в НТО – не выше минус 12 °С[9]).

Тюхай Д.С. [13] в своих исследованиях учел влияние условий эксплуатации бытового АХП на способ подвода тепловой мощности к генераторному узлу АХА. Он продолжил изучать особенности работы НТК «Сугна-101М» АЛ-180 (индекс «М» указывает на модернизацию в части установки дополнительной теплоизоляции на подъемном участке дефлегматора), в том числе и в широком диапазоне температур окружающей среды – от 10 °С до 32 °С. Тюхай Д.С. показал, что для класса НТК типа «Сугна-101М» АЛ-180 наиболее энергетически эффективным, в диапазоне температур воздуха окружающей среды 10… 32 °С, является трехпозиционный способ подвода тепловой мощности «110-70-0» Вт.Такой способ управления позволил Тюхаю Д.С. снизить энергопотребление НТК «Сугна-101М» АЛ-180 по сравнению с зарубежным аналогом CF-240 до 57 % [13,14].

Кроме этого, Тюхай Д.С. реализовал при управлении НТК способ подвода распределенной по длине термосифона-генератора тепловой нагрузки. Способ был реализован при помощи основного и дополнительного нагревателей. Тюхай Д.С. разделил диапазон температур эксплуатации на четыре зоны и для каждой зоны предложил свой алгоритм управления подводимой к генераторному узлу АХА тепловой мощностью. Это позволило повысить энергетическую эффективность НТК «Сугна-101М» АЛ-180 еще на 10…16 %.

4.3. Анализ путей совершенствование систем автоматического управления АХП. На проблему повышения энергетической эффективности АХП специалисты в области автоматизации обратили свое внимание сравнительно недавно. Видимо именно поэтому, несмотря на рассмотренное выше разнообразие разработанных энергоэффективных режимов работы АХП и способов управления для их реализации, на сегодняшний день существуют только простейшие (штатные) САУ [15,16], которые, как уже отмечалось, реализуют только функцию регулирования температуры в холодильной камере $\theta_{хк}$, обеспечивая ее стабилизацию на заданном фиксированном значении. Регулирующим воздействием в таких САУ является величина тепловой мощности, подводимой к нагревателю термосифона. Структурная схема такой системы приведена на рис. 1.

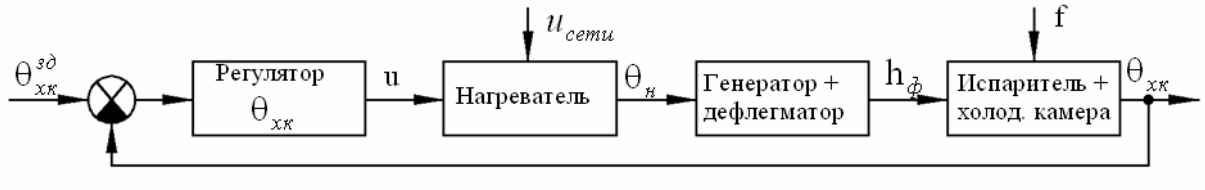


Рис. 1 – Структурная схема САУ температуры холодильной камере в АХП

На структурной схеме выделены две группы возмущений:

а) контролируемое возмущение – напряжение сети ($u_{сети}$), от которого питается нагреватель, информация о величине которого может быть использована в алгоритме управления;

б) неконтролируемые возмущения *f*, информация о которых не может быть использована в алгоритме управления.

К неконтролируемым возмущениям относятся:

а) теплопритоки от загруженных продуктов с температурой окружающей среды;

б) теплопритоки через стенки ХК;

в) эксплуатационные теплопритоки (при открывании двери, от лампочки освещения, нерациональная компоновка продуктов в полезном объеме камеры);

г) теплопритоки от инфильтрации наружного воздуха через неплотности конструкции дверей.

Кроме того, на схеме (рис. 1) выделены температура поверхности нагревателя (термосифона) $\theta_н$ и уровень ПЖФ в подъемном участке дефлегматора $h_ф$.

В штатных САУ стабилизация $\theta_{хк}$ осуществляется только на основе информации о ее текущем значении. При этом алгоритмы регулирования, как и у компрессионных холодильников, где это обусловлено конструкционными особенностями, являются позиционными.

Значительный вклад в совершенствование САУ АХП внес Мазур А.В. [17,18]. Анализируя пути совершенствования САУ АХП, которые могли бы реализовать предложенные разработчиками энергоэффективные режимы работы, он показал, что первоочередной задачей является повышение качества реализации имеющейся функции регулирования $\theta_{хк}$, а уже затем переход к реализации новых функций. Так, в рамках своей диссертационной работы [17], Мазур А.В. предложил несколько перспективных путей совершенствования позиционных алгоритмов управления, позволяющих повысить динамическую точность стабилизации $\theta_{хк}$ в окрестности ее заданных значений. Низкая динамическая точность стабилизации $\theta_{хк}$

обуславливается значительной амплитудой ее автоколебаний (колебания, которые возбуждаются в позиционной САУ) и наличием ошибки статизма (несоответствие среднего за период автоколебаний значения регулируемой переменной ее заданному значению).

Наиболее простым из предложенных Мазуром А.В. вариантов совершенствования САУ АХП является введение в позиционный алгоритм регулирования интегрирующей и дифференцирующей составляющих. Показано [17], что, как и в САУ с линейными ПИД-алгоритмами регулирования, это позволяет устранить ошибку статизма регулируемой переменной $\theta_{хк}$ и снизить амплитуду и период ее автоколебаний, сохранив при этом максимально простое и дешевое исполнительное устройство.

Следующий из предложенных Мазуром А.В. вариант совершенствования САУ АХП состоит в вибрационной линеаризации релейного элемента. При этом вибрационная линеаризация обеспечивается за счет охвата реле инерционной обратной связью с передаточной функцией статического апериодического инерционного звена 1-го порядка. Показано [17,18], что ее применение не только обеспечивает вибрационную линеаризацию реле, но и дополнительно вводит в прямую цепь регулятора форсирующее звено с передаточной функцией – обратной линеаризующей обратной связи.

Предполагается, что применение таких вариантов совершенствования структуры САУ АХП позволит снизить амплитуду колебаний температуры в холодильной камере $\theta_{хк}$ до 0,2 °С и, практически, 0 °С соответственно.

Введение вибрационной линеаризации реле позволяет, кроме всего прочего, улучшить условия работы нагревателя АХП и увеличить его ресурс, т.к. на его снижение существенно влияет превышение температурой поверхности нагревателя $\theta_н$ значения в 190 °С, после которого интенсифицируется процесс его коррозии.

В САУ с вибрационной линеаризацией, ситуация, когда $\theta_н$ выше уровня 190 °С, возможна только в пусковых режимах АХП, а амплитуда колебаний $\theta_н$ существенно уменьшается. Вместе с тем она остается значительной. В этом случае снижение ресурса элементов нагревателя возникает из-за его частых температурных деформаций. Решение этой проблемы было найдено Мазуром А.В. за счет использования САУ каскадной структуры, где в качестве внутренней переменной регулирования используется температура поверхности нагревателя $\theta_н$.

Преимущество предложенных Мазуром А.В. путей совершенствования САУ АХП состоит в сохранении простого и дешевого исполнительного устройства – двухпозиционного реле. Однако при этом Мазур А.В. указывает на необходимость отказа от штатного электромеханического регулятора прямого действия, а реализовать новый регулятор предлагает или в цифровом, или в аналоговом варианте.

Выводы. Анализ современного производства и направлений разработок приборов холодильной техники абсорбционного типа показал, что, несмотря на множество неоспоримых достоинств АХП дальнейшее их развитие, в первую очередь, должно быть связано с внедрением энергосберегающих технологий, которые позволили бы им приблизиться по уровню энергопотребления к аналогам компрессионного типа. При этом для решения проблемы энергосбережения необходим системный подход, включающий повышение термодинамической эффективности холодильного цикла. Анализ современного производства показал, что энергосберегающие технологии не должны приводить к усложнению конструкции и быть, по возможности, универсальными для всех типов холодильных приборов абсорбционного типа. Поэтому наиболее перспективным является направление энергосберегающих разработок, которое связано с совершенствованием способов и систем автоматического управления режимами работы АХП. Это связано, в первую очередь с тем, что полученные разработки могут быть внедрены не только в процессе проектирования новых АХП, но и на уже эксплуатирующихся моделях. Кроме того исследования в области совершенствования систем управления АХП являются перспективными еще и потому, что САУ является единственным универсальным средством для любого типа АХП, которое способно реализовать любые из предложенных энергоэффективных режимов работы и учесть все возмущающие воздействия.

Литература

1. 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.
2. Чумак И. Г. Холодильное хозяйство в сфере хранения продовольствия. Проблемы модернизации и методы их решения / И. Г. Чумак, В. П. Кочетов, С. А. Усатюк, А. В. Ломакин // Холодильная техника и технология. – 2002. – № 75. – С. 5–8.
3. Холодильные установки / И. Г. Чумак, В. П. Чепурненко, А. И. Лагутин и др.. – М. : Агропромиздат, 1991. – 495 с.

4. Холодильная техника /В.Ф.Лебедев, И.Г.Чумак, Г.Д.Аверин и др. /Под ред. В.Ф.Лебедева. -М.: Агропромиздат, 1986.- 335 с.
5. Бабакин Б. С. Бытовые холодильники и морозильники / Б. С. Бабакин, В. А. Выгодин. – Рязань : Узоречье, 2005. – 860 с.
6. Селезнева Ю.А. Совершенствование теплоэнергетических характеристик бытовых холодильников на основе исследования воздухо-теплообменных процессов в их компрессорно-конденсаторном отделении: дис...канд. техн. наук : 05.05.14 / Селезнева Юлия Анатольевна. – Одесса, 2002. – 277 с.
7. Сводные данные товаров народного потребления: Часть 1. Холодильники и морозильники бытовые электрические, термостаты бытовые. – М. : Министерство общего машиностроения СССР, 1990. – 102 с.
8. Тітлов О.С. Науково-технічні основи створення енергозберігаючих побутових абсорбційних холодильних приладів / О.С. Тітлов, М.Д. Захаров // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2009. – № 35. – Т.1. – С. 113-127.
9. Прилади холодильні побутові. Експлуатаційні характеристики та методи випробувань : ДСТУ 3023-95 (ГОСТ 30204-95, ISO 5155-83, ISO 7371-85, ISO 8187-91) – [Чинний від 1995-7-20] – К. : Держстандарт України, 1996. – 22 с. – (Національний стандарт України).
10. Завертаный В. В. Разработка низкотемпературных камер с абсорбционно-диффузионными холодильными машинами: дис. канд. техн. наук : 05.04.03. / Завертаный Владимир Вячеславович. – 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 / Васылив Олег Богданович. – Одесса, 1998. – 228 с.
12. Васылив О. Б. Поиск энергосберегающих режимов работы серийных абсорбционных холодильных аппаратов / О. Б. Васылив, А. С. Титлов // Холодильная техника и технология. – 1999. – № 60. – С. 28–37.
13. Тюхай Д. С. Снижение энергопотребления в аппаратах с абсорбционно-диффузионными холодильными машинами путем организации рациональных тепловых режимов генераторного узла: дис. канд. техн. наук : 05.05.14 / Тюхай Денис Станиславович. – Одесса, 2000. – 147 с.
14. Титлов А. С. Энергосберегающие режимы работы перекачивающих термосифонов АДХМ / А. С. Титлов, Д. С. Тюхай // Промышленная теплотехника. – 2003. – Т. 25.– № 4. – С.76–79.
15. Разработать низкотемпературные абсорбционные холодильные машины на новых рабочих телах: Отчет по НИР (заключительный) / Одес. технол. ин-т пищ. пром-сти им. М.В. Ломоносова; № Г.Р. ГРUA010001081Р. – Одесса, 1993. – 236 с.; ил.
16. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие / Под ред. А.С. Клюева. – 2-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 368 с.
17. Мазур А.В. Повышение энергетической эффективности тепловых процессов пищевых технологий средствами гарантирующего управления : дис. канд. техн. наук : 05.13.07 / Мазур Александр Васильевич. – Одесса, 2006. – 208 с.
18. Мазур А.В. Тепловые процессы пищевых технологий как объекты управления: общность особенностей и принципов повышения энергетической эффективности / Наук. пр. ОНАХТ / Міністерство освіти України. – Одеса: 2007. – Вип. 30. – Т. 1. – С. 237 – 241.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ І ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 657.42:637.5:061

АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЗАПАСАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Ощепков А.П., канд. экон. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Дана характеристика производственных запасов в структуре оборотного капитала и запасов, рассмотрены вопросы обеспеченности мясокомбинатов производственными запасами в зависимости от наличия собственных оборотных средств и выявлена корреляционная зависимость между ними, намечены пути улучшения обеспечения предприятий производственными запасами.

The characteristic of manufacturing inventories in structure of a working capital and stocks is given. The questions of security of meat-packing plants by manufacturing inventories depending on availability of own circulating assets. The correlation dependence between them is revealed are considered. The ways of improvement of provision of the enterprises of the manufacturing inventories are planned.

Ключевые слова: материальные затраты, производственные запасы, материалоемкость, собственный оборотный капитал

Постановка проблемы в общем виде и её связь с научными и практическими задачами

Одной из проблем развития мясоперерабатывающей отрасли сегодня является обеспечение производственными запасами и, в первую очередь, сырьём. Это связано с тем, что основным поставщиком сырья является сельское хозяйство. Однако отрасли животноводства сегодня в Украине находиться в сложном положении. За годы самостоятельности резко снизилось поголовье всех видов животных. Так, в 2008 году по сравнению с 1990 годом их количество уменьшилось с 24623 тыс. голов до 5902,6 тис. голов крупного рогатого скота, свиней с 19427 тис. голов до 6942 тыс.голов, птицы с 246,1 млн.голов до 211,3 млн. голов в 2008 году [1]

Вопросы учёта, формирования запасов, их использования больше отражены в трудах по бухгалтерскому учёту, таких, как Бутинец Ф.Ф., Деревянко С.И., Сопко В.В., Ткаченко Н.М. и др. Вопросы планирования, управления запасами нашли отражение в трудах по менеджменту, по экономике предприятий., Колесниченко А.Ю, Лебедев В.Г., Лозовский О.М., Прядко А.О., Ревенко Н.Г. и др. Вместе с тем, отраслевая особенность производственных запасов не нашла должного исследования.

Цель и постановка задачи. Целью статьи является проанализировать, насколько обеспечены предприятия производственными запасами, их структуру, выявить взаимосвязь между источниками происхождения и финансирования и наличием производственных запасов. Каким образом наличие запасов влияет на эффективность работы предприятия, на его конечные результаты деятельности. Для этого необходимо определить место производственных запасов в структуре оборотного капитала, в структуре запасов. Рассмотреть методику формирования производственных запасов и их выбытия, рационального использования через систему показателей эффективности использования материальных затрат.

Изложение основного материала. Понятие производственных запасов имеет неоднозначное толкование в литературе. Одни авторы рассматривают их как материальные ценности, другие как средства обеспечения воспроизводственного процесса, третьи как элемент оборотных активов. Все в чём-то правы. Так, Чаюн И.В., Боднар И.Ю определяют производственные запасы как материальные ресурсы необходимые для обеспечения расширенного воспроизводства[5,44]. Сопко В.В. рассматривает производственные запасы как накопленные ресурсы, которые находятся в процессе производства с целью дальнейшей продажи продукции производства [3,56].

Мы рассматриваем производственные запасы как элемент системы запасов предприятия в структуре оборотного капитала, которые непосредственно используются на производство продукции. Структура производственных запасов включает: сырьё и основные материалы, вспомогательные материалы, тару и тарные материалы, топливо и энергию на технологические нужды, комплектующие по кооперации. Мы солидарны с Лень В.С. и Гавриленко В.В, которые определяют производственные запасы как предметы труда, подготовленные для запуска в производственный процесс[2,113].

Таким образом, основными критериями, характеризующими производственные запасы, это:

— содержание для потребления во время производства продукции;

— нахождение в процессе производства с целью дальнейшей продажи продукции производства;

— в условиях чрезвычайных ситуаций могут быть проданы как товар.

В соответствии с таким подходом к оценке производственных запасов должна быть разработана методология учёта движения производственных запасов, план материального снабжения, а также показатели эффективности использования производственных запасов.

Для принятия каких-либо управленческих решений мы проведём анализ основных показателей использования и наличия производственных запасов. Основные показатели приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели характеристики предприятий за 2009 год, тыс. грн

Предприятия	Материальные затраты	Производственные запасы	Оборотный капитал	Чистый доход
ОАО «Пирятинский мясокомбинат»	19150	638	16923	22032
ООО «Глобинский мясокомбинат»	489890	16355	133164	558985
ОАО «Бердичевский мясокомбинат»	16767	144	3628	20874
ОАО «Нежинский мясокомбинат»	14770	500	44205	16678
ОАО «Мелитопольский мясокомбинат»	312669	7025	67217	333743
ОАО «Тростянецкий мясокомбинат»	64081	449	285784	111583
ЧП фирма «Гармаш»	6499,4	784,4	14074,5	9112,3
ООО «Векка»	134084	18266	40558	163724

Данные таблицы показывают, что не прослеживается прямая зависимость между системой показателей, характеризующих использование материальных затрат и наличия производственных запасов. Для большей наглядности рассчитаем показатели использования материальных затрат и производственных запасов. Для этого построим таблицу 2.

Таблица 2 – Использование материальных затрат и обеспеченность производственными запасами в 2009 г.

Предприятия	Собственный оборотный капитал тыс. грн	Материалоёмкость продукции, грн	Однодневное потребление материальных затрат, тыс. грн	Обеспечение производственными запасами, дни
ОАО «Пирятинский мясокомбинат»	-7012	0,8692	58,03	11,0
ООО «Глобинский мясокомбинат»	-86189	0,8764	1484,51	11,0
ОАО «Бердичевский мясокомбинат»	-677	0,8150	50,81	2,83
ОАО «Нежинский мясокомбинат»	25341	08856	44,76	11,2
ОАО «Мелитопольский мясокомбинат»	-42564	0,9369	947,48	7,41
ОАО «Тростянецкий мясокомбинат»	57166	0,5743	194,18	2,31
ЧП фирма «Гармаш»	3415	0,713	19,7	39,82
ООО «Векка»	-30650	0,819	404,73	41,53

Результаты таблицы показывают, что у четырёх предприятий отсутствуют собственные оборотные средства, при этом два из этих предприятий выпускают основную долю продукции в нашей группе. Это ООО «Глобинский мясокомбинат» и ОАО «Мелитопольский мясокомбинат». У этих предприятий наивысшая материалоёмкость продукции при максимальном однодневном потреблении материальных затрат. Для расчёта однодневного потребления и наличия запасов мы исходили из того, что предприятия работают 330 дней в году. В соответствии методикой нормирования оборотных средств, запас должен составлять два-три месяца. Из таблицы мы видим, практически нет ни одного предприятия, которое бы отвечало этим требованиям. Интересным в этой группе предприятий выступает ООО «Векка», у которо-

го нет собственных оборотных средств, а запасы максимальные

В связи с тем, что наличие запасов меньше нормативного, проведём корреляционный анализ взаимосвязи собственного оборотного капитала с наличием производственных запасов. Для этого построим таблицу расчётных значений для определения показателей корреляционного анализа: коэффициентов детерминации, корреляции, критерия Фишера и Стьюдента. Для расчёта показателей корреляции сначала рассчитаем параметры уравнения регрессии и выберем вид уравнения a_0 и a_1

Таблица 3 Анализ корреляционной связи собственного оборотного капитала и производственных запасов

Предприятия	x	y	Y	$(Y-\bar{y})^2$	$(y-\bar{y})^2$	$(y-Y)^2$
ОАО «Пирятинский мясокомбинат»	-7,012	0,638	5,7	0,356	32,160	25,634
ООО «Глобинский мясокомбинат»	-86,189	16,355	16,0	94,324	100,922	0,126
ОАО «Бердичевский мясокомбинат»	-0,677	0,144	4,9	0,222	38,007	18,975
ОАО «Нежинский мясокомбинат»	25,341	0,500	1,5	23,126	33,744	1,0
ОАО «Мелитопольский мясокомбинат»	-42,564	7,025	10,3	16,249	0,513	10,726
ОАО «Тростянецкий мясокомбинат»	57,166	0,449	-2,6	80,156	34,340	9,296
ЧП фирма «Гармаш»	3,415	0,784	4,4	3,822	30,521	10,343
ООО «Векка»	-30,650	18,266	8,8	6,155	142,970	89,605
Всего	-81,17	44161	*	224,410	413,177	165,705
В среднем	-10,15	5,52	*	*	*	*

На основании табличных данных рассчитаем параметры уравнения регрессии a_0 и a_1 по формуле:

$$a_0 = \bar{y} - a_1\bar{x} \text{ ; } = 5{,}52 - (-0{,}1302)*(-10{,}15) = 4{,}2$$

$$a_1 = \frac{\overline{xy} - \bar{x} * \bar{y}}{\bar{x}^2 - (\bar{x})^2} = -0{,}1302$$

На основании графика взаимосвязи факторного и результативного признака определяем исходное уравнение регрессии. В результате имеем уравнение линейной связи, где x и y факторный и результативный признаки

$$У = a_0 - a_1x = 4{,}2 - 0{,}1302x$$

Вычислим по этому уравнению расчетные значения произведенной продукции для каждой группы. Подставив в уравнение середины интервалов x_j, запишем $У_i$

Вычисляем коэффициент детерминации по формуле:

$$R^2 = \frac{\sum(Y-\bar{y})^2}{\sum(y-\bar{y})^2} = 224{,}410 : 413{,}177 = 0{,}5431$$

Коэффициент корреляции показывает, насколько значительным является влияние признака x на Y. Коэффициент корреляции рассчитывается по формуле:

$$R = \sqrt{R^2} = 0{,}737$$

Теснота связи при помощи F-критерия Фишера рассчитывается по формуле:

$F = \frac{\sum(Y-\bar{y})^2}{1} : \frac{\sum(y-Y)^2}{n-2} = 8{,}125$ и характеризует о наличии тесноты связи между собственными оборотными средствами и наличием производственных запасов, так как расчётное значение больше табличного.

Оценка значимости корреляционной связи за t-критерием Стьюдента определяется по формуле

$$t = R\sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}} = 0{,}223.$$

Коэффициенты детерминации и корреляции принимают значения от 0 до 1. Чем ближе R^2 и R к единице, тем теснее связи между признаками.

При α=0,05 и n=6 t-критерий Стьюдента меньше табличного, что говорит о несущественной значимости корреляционной связи.

Можно отметить, что для обеспечения бесперебойной работы предприятий необходимо отрегулировать механизм формирования производственных запасов и тем самым обеспечить стабильность работы во времени. Здесь важно определить как внешние факторы, так и внутренние факторы влияния на формирование и использование производственных запасов.

К внешним факторам относят порядок поступления производственных запасов от поставщиков в соответствии с заключёнными договорами. Поэтому объём запасов будет зависеть от структуры производства, нормативов рас хода запасов на единицу продукции, место расположения производства от рынка сырья и сбыта, форм и методов расчёта с поставщиками и покупателями

К внутренним факторам относят сокращение отходов сырья, использование вторичного сырья, собственное изготовление материалов и полуфабрикатов, экономия материалов в результате внедрения достижений научно-технического прогресса. Сюда же относится методология списания запасов в производство и методология учёта, которые должны быть постоянными.

С учётом внутренних и внешних факторов и должна определяться потребность предприятия в материальных ресурсах и запасах. При этом потребность в запасах должна определять в разрезе всей номенклатуры производства продукции. При этом, потребность в материальных ресурсах на образование производственных запасов должна определяться в трёх оценках:

— в натуральных единицах измерения, что необходимо для установления потребности в складских помещениях;

— в стоимостной оценке для выявления потребности в оборотных средствах и увязки их с источниками финансирования;

— в днях обеспеченности – в целях планирования и контроля за выполнением графика поставки.

При этом необходимо учитывать структуру запасов по видам: транспортный, текущий, технологический и страховой, которые в стоимостном выражении будут формировать норматив оборотных средств. Приведенные данные по восьми предприятиям показывают, что практически отсутствует на 6 из 8 предприятий планирование запасов. Предприятия работают с «листа», что закупили, сразу в переработку. Это может быть положительно, что не надо дополнительные складские помещения, но, с другой стороны, у предприятия нет возможности маневра, если надо быстро выпустить дополнительный объём продукции. С этой целью и необходимо стратегическое планирование формирования и использования производственных запасов. На необходимость анализа и стратегического планирования в обеспечении безубыточности предприятий мясоперерабатывающей отрасли указывает Янковой В.О. что для реализации этой цели необходимо анализ и обоснование плановых вариантов производства и обеспечения ресурсами [6,16]

Выводы. Производственные запасы только часть запасов в оборотном капитале, которые непосредственно используются для производства продукции. Проведенный анализ взаимосвязи производственных запасов с наличием собственных оборотных средств имеет прямую зависимость, но корреляционная связь не существенна, поскольку t-критерий Стьюдента меньше табличного. Отсутствие собственных оборотных средств делает предприятия не ликвидными с низкой платежеспособностью.

Для повышения эффективности формирования и использования производственных запасов рекомендуется разрабатывать программу управления запасами, которая будет включать разделы объёмов и качества поставляемых ресурсов, формирования источников финансирования производственных запасов, учётную политику работы с поставщиками и покупателями в области форм, методов расчётов.

Литература

1. Лановська Г.І. Тенденції розвитку сировинної бази та їх вплив на стан виробництва і споживання м'ясопродуктів. – Наукові праці НУХТ, № 30, с.73 – 79
2. Лень В.С., Гливенко В.В. Бухгалтерський облік в Україні: основи та практика: Навчальний посібник. –К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 556 с.
3. Сопко В.В. Бухгалтерський облік: Навчальний посібник для студентів спеціальності «Облік та аудит» вищих навчальних закладів. – Тернопіль: Астон, 2005. –496с.

4. Хохлов Н.П., Иващенко Ю.Ю. Структура материальных ресурсов и инновационные системы управления// Проблемы науки. –2006. –№11 – с.41-45
5. Чаюн І.Ю., Бондар І.Ю. Управління матеріально-технічним забезпеченням підприємства: Начальний посібник. –К.: Київ нац.. торг.-екон.ун-т, 2002. –111 с.
6. Янковий В.О. Модель беззбитковості інвестування в м'ясопереробну промисловість// Економіка харчової промисловості – 2010. – №4(8). –С.16 - 20

УДК 338.45:621.001.76

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПО КАПИТАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Малых С.В., канд. экон. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий

Разработаны и предложены методики для оценивания интеллектуальной промышленной собственности в виде патентов на изобретения (полезные модели) и ноу-хау. Предложено оценивать ИПС предприятий и ставить ее на баланс в виде нематериального актива. Показаны возможности усовершенствования закона «Об инновационной деятельности», необходимость закона об оценивании ИПС для предприятий и возможность организации рынка ИПС в Украине.

The methods for calculating of the intellectual industrial property as a patent for the invention (utility model) and "know how" were developed and offered. It was offered to evaluate the IIP (intellectual industrial property) of the enterprise and to take it in a balance as a nonmaterial asset. The abilities of the improvement of the low "About know-how activity", and the necessity of the low about evaluating of the IIP for the enterprises and ability of the organization of the IIP market in Ukraine were showed.

Ключевые слова: интеллектуальная промышленная собственность (ИПС), инновация, конкурентоспособность, патент, изобретение, ноу-хау, стоимость.

В условиях рыночной экономики и глоболизации социально-экономических отношений конкурентоспособность государства в целом и производимого в нем продукта в частности, в значительной мере определяется инновациями в виде энерго и ресурсосберегающих технологий, машин, оборудования, использованием материалов с высокими технико-экономическими характеристиками, а также эффективными организационно-экономическими решениями производственного, коммерческого или управленческого характера.

Основой в разработке конкурентоспособных машинотехнических продуктов являются интеллектуатная промышленная собственность (ИПС) в виде новых технических решений, которые патентуются в виде изобретений (или полезных моделей) или не патентуются и представляют технические (экономические, финансовые и др.) секреты производства конкурентоспособного продукта в виде ноу-хау [1, 2]. Например, в промышленно развитых странах инновации в виде капитализированной ИПС обеспечивают от 60 до 90 % роста ВВП [1]. Среди стран СНГ Украина наряду с Россией занимает первое место по созданным объемам ИПС: патенты, ноу-хау, результаты законченных НИОКР. Например, по данным официального веб-сайта Государственной службы интеллектуальной собственности Украины за период 1992-2011 г.количество заявок, поданных на выдачу патентов составило: по изобретениям – 128479 ед., на полезные модели – 62084 ед., на промышленные образцы – 24387 ед.

В Украине в 2002 г. принят достаточно прогрессивный Закон « Об инновационной деятельности» [3]. Однако количество предприятий, использующих инновации не увеличилось, а сократилось с 14,8 % в 2002 до 10,7 % в 2009. По данным Всемирного экономического форума (ВЭФ) на период 2009 г.(докризисный период) Украина в группе из 133 государств имела следующие показатели: конкурентоспособность – 82 место, институционная среда – 120 место, эффективность товарных рынков – 109 место. Наиболее развитой отраслью промышленности, в которой используется ИПС в виде научно-технических достижений, является машиностроение [1, 2, 4]. В Украине, например в 2008 г. в промышленности использовано всего 734 изобретения, из них 425 в машиностроении.

В работе [5] инновационная деятельность рассматривается, как системный процесс в конкурентной экономике и построены различные эвристические модели формирования инновационной политики для достижения конкурентоспособности государства. Не менее важным фактором, чем политика, является вовлечение ИПС в хозяйственный оборот предприятий, так как именно эффективное изобретение (полезная модель) являются основой для достижения конкурентоспособности продукта по технико-экономическим показателям в сравнении с иностранными аналогами.

Для определения экономической эффективности ИПС, например изобретения, патентуемого в Украине, его необходимо оценивать. В этом случае при наличии цены и выявленного спроса в результате маркетинга рынка, ИПС становится товаром, имеющего рыночную стоимость [6].

Если рыночная стоимость не выявлена, изобретение должно иметь затратную стоимость. Например, в промышленно развитых странах затратная стоимость изобретений составляет 10-15 % от расходов на НИОКР. В промышленности осваивается ~ 20 % изобретений от общего количества патентов. Средняя стоимость патента, например освоенного в промышленности в США - $ 473000 [1].

Практика оценивания патентов на изобретения (полезные модели) или ноу-хау и особенно на предприятиях, развита весьма слабо. Поэтому ИПС не ставят на баланс в качестве нематериальных активов в отличие от инофирм, в которых указанные активы могут составлять 30-60 % в общей сумме активов промышленных предприятий.

По данным Комитета Верховной Рады по образованию и науки, в следствие не оцененной ИПС и постановки ее на баланс предприятия в период активной приватизации государственных предприятий, госбюджет ежемесячно терял порядка 2 млрд.долл.США.

Основной целью исследования являлось разработка организационно-экономических подходов капитализации ИПС для ускорения инновационного процесса.

Используя методику [5] построения фазовых портретов, характеризующих динамику соотношения государственного и рыночного влияния на развитие факторов конкурентоспособности, фазовый портрет Украины на период 2011 г. можно представить в следующем виде (рис.1).

На рис. 1 приняты следующие обозначения: R – ресурсные факторы конкурентоспособности; S – факторы спроса; D – факторы производственного потенциала, M – факторы управления. Указанные факторы способствуют экономическому росту страны, определяемому термином «богатство», при этом государство проходит несколько этапов в процессе формирования в нем инновационной экономики.

Слабая вовлеченность инноваций в промышленность на рассматриваемый период в Украине и низкая конкурентоспособность страны обусловлены недостаточными инвестиционными источниками роста.

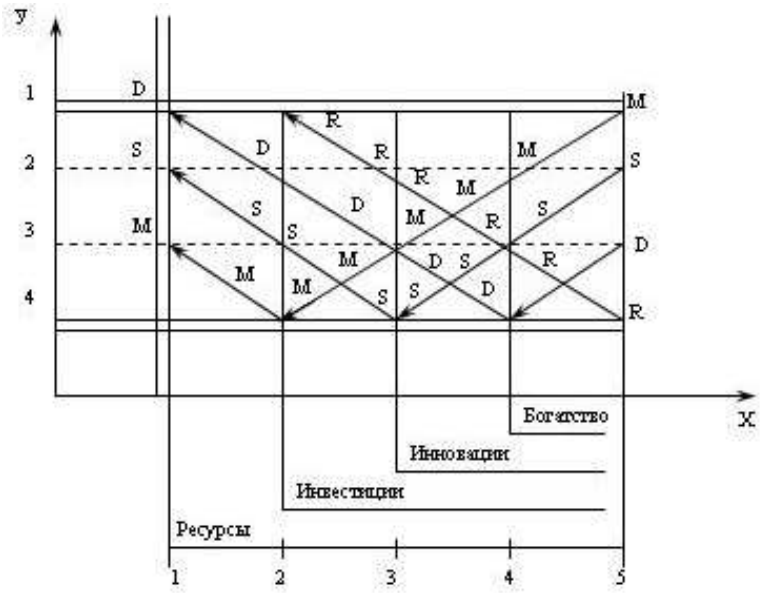


Рис. 1 – Фазовый портрет, характеризующий динамику соотношения государственного и рыночного влияния на развитие факторов конкурентоспособности в Украине на период 2011 г.

Наивысший ранг имеют факторы производственного потенциала (D), включающий ИПС и ресурсный фактор (R), например цена на энергоресурсы. Фактор M, обусловленный государственным управлением (ось X), пока не обеспечивает создание благоприятного предпринимательского климата в стране и в

частности развития законодательства в сфере оценивания ИПС и экономического стимулирования вовлечения инноваций в хозяйственный оборот предприятий.

Цена изобретений, в отличие от ноу-хау, определяется стадиями его «жизненного цикла» патента на новые технические решения. Например, если в начальной стадии его стоимость равна затратам на его создание или стадии разработки, то в период освоения в производстве – равна величине прибыли от его использования, а в период продажи - рыночной стоимости, определяемой как со стороны покупателя лицензии (Лицензиата), так и продавца (Лицензиара).

При оценивании изобретения в период его разработки, цена Лицензиата может быть определена по следующей формуле:

$$Ц = [(V_C \cdot Ц_П) \cdot (1-К_Т) \cdot (1-К_К) \cdot Т - З_О] \cdot R/100 \quad (1)$$

где V_C — среднегодовой объем продаж нового продукта, шт.;

$Ц_П$ — цена единицы продукта, у.е.;

$К_Т$ — коэффициент, характеризующий уровень технологического риска от использования изобретения, ед.;

$К_К$ — коэффициент, характеризующий уровень коммерческого риска от выхода на рынок с новым продуктом;

Т — период действия лицензии, лет;

$З_О$ — дополнительные затраты Лицензиара на освоение изобретения в производстве; R – стандартная ставка роялти, %.

В таблицах 1 и 2 приведены значения показателей $К_Т$ и $К_К$, соответственно, для определения цены лицензии по формуле 1.

Таблица 1 – Значение показателей коэффициентов технологического риска от использования изобретения

Стадия освоения изобретения	На уровне теоретических исследований	На уровне лабораторных испытаний	На уровне опытного образца (опытной партии)	На уровне освоения в производстве	На уровне серийного выпуска продукции
Значение коэффициента $К_Т$,ед.	0,75	0,5	0,25	0,1	0,0

Таблица 2 – Значения показателей коэффициентов коммерческого риска (остроты конкуренции)

Уровень коммерческого риска	Минимальный	Малый	Средний	Высокий	Критический
Значение коэффициента $К_К$,ед.	0,1	0,2	0,35	0,5	0,7

Цену лицензии патента на изобретение по уровню прибыли от его использования можно расчитать по формуле:

$$Ц = N \cdot П^1_В \cdot К_q/100 \quad (2)$$

где N — расчетный (прогнозируемый) выпуск продукции за период действия лицензии,ед.;

$П^1_В$ — валовая дополнительная прибыль Лицензиата за счет использования изобретения при выпуске единицы продукции, у.е.;

$К_q$ — коэффициент, учитывающий долю Лицензиара в дополнительной прибыли Лицензиата при расчете цены лицензии, %.

Коэффициент $К_q$ определяется по уровню его «положительного эффекта» из описания к патенту при расчетах с использованием формулы 2 (табл.3).

Аналогичным методом оценивается стоимость патентов на полезные модели. По формуле 1 можно оценивать и частично публикуемые в открытой печати результаты НИОКР на различных этапах их разработки, от идеи до выпуска готового продукта (изделие, материал, технология).

Расчет стоимости ноу-хау определяют по методу преимущества в стоимости или прибыли. Например, ниже приводятся результаты расчета стоимости ноу-хау методом преимущества прибыли для случая покупки беспатентной лицензии на новую технологию изготовления изделий методом литья [2]:

— Количество продаваемых изделий в среднем за год – 10000 шт.

— Преимущество в цене на одном изделии при использовании ноу-хау – 1,5 у.е.
— Годовое преимущество в прибыли – 15000 у.е.
— Фактор текущей стоимости (12 % за 8 лет действия лицензии) – 4968 у.е.
— Стоимость преимущества в прибыли (или цена лицензии) – 74520 у.е.
Текущая стоимость определялась методом дисконтирования денежного потока.

Таблица 3 – Влияние технико-экономической значимости изобретения на долю Лицензиара в дополнительной прибыли Лицензиата, получаемой за счет использования патента

Категория изобретения	Качественные технико-экономические показатели изобретения	Доля Лицензиара в избыточной прибыли Лицензиата, %
Пятая	Улучшает второстепенные показатели продукта, который малоперспективен на рынке	15
Четвертая	Улучшает основной показатель продукта, конкурентоспособного на внутреннем рынке	20
Третья	Достижение качественно новых показателей продукта, конкурентоспособного на внешнем рынке	25
Вторая	Достижение показателей на уровне лучших мировых образцов	30
Первая	Разработка нового продукта, не имеющего прототипа или с характеристиками выше уровня лучших иностранных аналогов и большом масштабе рынка	50

Оценивание ИПС на предприятиях или для продажи лицензии должно проводиться профессиональными сертифицированными оценщиками и согласно требованиям Национального стандарта «Оценка имущественных прав интеллектуальной собственности», принятого в 2007 г.

Для решения проблемы обязательного оценивания ИПС предприятиями – патентовладельцами (или владельцами ноу-хау) необходима разработка и принятие Закона Украины «Об оценивании ИПС и постановке ее на баланс предприятий в качестве нематериального актива». Это повысит инвестиционную привлекательность и рыночную стоимость предприятия, особенно в случае приватизации государственных предприятий. Оценивание патентов, созданных в ВУЗах, университетах и институтах НАН Украины, позволит подготовить их для коммерциализации (продаже) в качестве товара, имеющего цену и спрос, а также выявить наиболее перспективную научную тематику, финансируемую по госбюджету.

Отсутствие влияния Закона Украины «Об инновационной деятельности» в период 2002-2011 г. на вовлечение предприятий в создание и выпуск инновационного продукта обусловлен несколькими экономическими причинами. Украина пока находится во второй фазе промышленного развития (рис.1), когда определяющими являются факторы производственного потенциала, включая ИПС (D) и ресурсные факторы (R) , например цена на энергоносители, а объем инвестиций весьма ограничен. Поэтому в сочетании с неблагоприятным предпринимательским климатом, инновации, а следовательно и ИПС остаются маловостребованными. В указанном Законе Украины предусмотрены налоговые льготы для предприятий, которые выпускают более 70 % инновационной продукции от ее общего объема в денежном выражении. Льготы предусматривались только на 3 года и оговаривались рядом условий. Однако, с самого начала действия закона его раздел о льготах был заблокирован по предложению Кабинета Министров. В Китае предприятия например, занимающиеся программным обеспечением, полностью освобождаются от подоходного налога на два года, затем на три года получают скидку в 50 % по его оплате, а также снижение на 83 % налога на добавленную стоимость [2].

В Законе Украины «Об инновационной деятельности» избыточно зарегулирован вопрос по определению инновационности продукта и понятия инновационный продукт. Например в статье 13 Закона, 16 разделов связаны с государственными регистрациями, поэтому получается, что продукт, созданный в результате незарегистрированного НИОКР, в котором использовано изобретение (3-4 категории (табл.3) и поставляемый на экспорт, не попадает под действия указанного Закона и формально не относится к «инновационным». Таким образом, указанный Закон нуждается в корректировке и разблокировании налоговых льгот, в том числе для предприятий, поставляющих на экспорт продукцию с высокой добавленной стоимостью и содержащую эффективные патенты (на изобретения и полезные модели) от национальных заявителей. Например, если проследить структуру экспорта товаров из Украины в Россию (табл.4), который составил, например в 2008 г., приблизительно 11,2 млрд.долл., то на продукцию машиностроения приходится 31,7 %. В отличие от других товаров (табл.4) продукция машиностроения содержит патенты в объеме (19-52) % от количества машин в экспортной партии.

Однако, высокую добавленную стоимость могут иметь и сложнопрофильные литые изделия для машиностроения. Их производство в Украине возможно только на современном оборудовании и с использованием (ноу-хау): отливки из Al-сплавов для легковых автомобилей; отливки из высокопрочного чугуна для грузовиков и сельскохозяйственного машиностроения, биметаллические радиаторы (Al + стальная трубка) для строительства и др. Оборудование для литья указанных изделий может быть приобретено в лизинг, а продажу отливок в странах Западной Европы проводят через фирмы, занимающиеся аутсорсингом аналогичной продукции.

Таблица 4 – Структура экспорта продукции из Украины в Россию за 2008 г.

Наименование продукции	Продукция машиностроения	Черные металлы и изделия из них	Продукция пищевая и сельхозпереработки	Наземные транспортные средства (кроме железнодорожных)	Остальное
Объем продукции в структуре экспорта	31,7	24,3	10,6	6	27,4

В Украине из-за отсутствия капитализации ИПС не сформировался рынок по ее продаже. Например, количество продаваемых патентных лицензий составляет всего несколько десятков единиц в год [5]. В промышленно развитых странах объем продаж лицензий в виде ежегодных поступлений (роялти и лицензионные платежи) колеблется от ~1,5 млрд (Франция) до 22,4 млрд долл.(США). Для создания рынка ИПС предлагается использовать интернет-ресурс предприятий, университетов и НИИ, являющихся патентовладельцами, а также сайт Государственного агентства по вопросам науки, инноваций и информации. На сайтах должны публиковаться: данные из описаний к патентам на изобретение; информация о готовности патентов к использованию в промышленности (наличие действующей модели или опытного образца, или опытной партии изделий с указанием их качества); информация о стоимости (цена лицензиара).

Выводы

1. В Украине создан большой объем ИПС в виде патентов на изобретение, полезные модели, промобразцы, а также в виде частично опубликованных и незапатентованных результатов законченных НИОКР (ноу-хау). Однако, эта собственность не капитализирована и слабо вовлечена в хозяйственный оборот предприятий.
2. Для вовлечения ИПС в хозяйственный оборот предприятий предложены методики расчета цены патентов на изобретение (полезные модели) в период различных стадий их «жизненного цикла» и предлагается разработать Закон Украины «Об оценивании ИПС и постановка ее на баланс предприятий в качестве нематериального актива».
3. Предлагается уточнить закон Украины «Об инновационной деятельности» в части уточнения определения характеристик инновационного продукта, как объекта поставляемого на експорт, имеющего высокую добавленную стоимость, содержащего запатентованное определяющее для данного продукта изобретение, являющееся результатом НИОКР. В Украине налоговые льготы для предприятий – инноваторов следует установить по аналогии с предприятиями в Китае.
4. Для формирования рынка ИПС в Украине предлагается использовать интернет-ресурс патентовладельцев и сайт Государственного агентства по вопросам науки, инноваций и информации с целью размещения на них информации о патентах национальных заявителей как о товаре с указанием его характеристик и цены.

Литература

1. Малых С.В. Формирование инновационного процесса в машиностроении [текст] / С.В. Малых. – Одесса: Полиграф – 2007. –392 с.
2. Малых С.В., Котлик С.В. Формирование инновационного процесса в машиностроении и пищевой промышленности [текст] /С.В. Малых, С.В. Котлик – Одесса: Астропринт - 2010. – 278 с.
3. Закон Украины «Об инновационной деятельности» от 4 июля 2002 г., №40-1VIIBBP, – 2002. №36.
4. Машиностроение в Украине: тенденции, проблемы, перспективы. [текст] / под ред. Данилишина Б.М. Нежин: Аспект-Полиграф – 2007. –308 с.
5. Соловьев В.П. Инновационная деятельность как системный процесс в конкурентной экономике [текст] / В.П. Соловьев К.: Феникс – 2006, –559 с.
6. Малых С.В. Интеллектуальная промышленная собственность как товар и основа инноваций [текст] / С.В. Малых Одесса: Полиграф – 2009, – 253 с.

УДК 504.064.2:35.073.526

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Фостолович В.А., канд. сільськогосподарських наук, доцент
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця

У жорстких ринкових умовах є неможливим функціонування сільськогосподарських підприємств без застосування еколого-інноваційних механізмів діяльності та підходу до системи управління. Впровадження системи екологічного менеджменту сприятиме формуванню зваженого підходу до вибору ефективних управлінських рішень та забезпечить виконання вимог і норм національного та міжнародного ринку.

In the pressurized environment is impossible without a functioning farm use eco-innovative practice and approach to management. Implementing an environmental management system will help build a sound approach to the selection of effective management decisions and ensure compliance with the requirements and rules of national and international market.

Ключові слова: система екологічного менеджменту, сільське господарство, управління, ринок, економіка.

Вступ. У сучасних умовах господарювання перед власниками бізнесових аграрних структур на виконання вимоги національної еколого-економічної політики держави, крім питання економічної безпеки, важливою постає проблема екологічної оцінки виробництва та зниження впливу за результатами діяльності на стан навколишнього природного середовища. Активна екологічна політика усіх держав світу спрямована на впровадження еколого-економічних аспектів у план розвитку країни, що забезпечить стабілізацію екологічної та економічної ситуації як на рівні підприємств, так і в світі в цілому. Забезпечити виконання вимог такої стратегії розвитку держави можливо лише при впровадженні на підприємствах ефективної системи управління, до складу якої буде інтегровано систему екологічного менеджменту. Стрімкий динамічний розвиток умов господарювання в сучасному оточенні вимагає гнучкості технологій управління, систем господарювання та моделей процесу господарювання. Керівництву підприємств необхідно навчитись швидко реагувати та могти пристосовуватись до змін умов внутрішнього (на рівні мікро середовища підприємства) і зовнішнього (на рівні економіки держави) середовища. Підприємства, які не здатні адекватно реагувати на зміни, є неспроможними функціонувати в умовах ринкової економіки.

Ефективність сільськогосподарського виробництва можна поліпшити за умов раціональної системи управління підприємствами, яка передбачає впровадження системи екологічного менеджменту у загальну структуру системи управління підприємством. Такий підхід сприятиме розробці еколого-економічного підходу до вибору управлінських рішень відносно використання методів та систем господарювання.

Необхідність удосконалення системи управління сільськогосподарськими підприємствами України шляхом впровадження системи екологічного менеджменту до загальної системи управління досліджували вітчизняні вчені та молоді науковці, зокрема такі: В.Ф. Семенова, О.Л. Михайлюк, С. М. Літвак, О.Л. Фаніна, Г.Д. Бражник, Н.В. Трусова та ін. Проте питання особливостей функціонування сільськогосподарських підприємств при впровадженні системи екологічного менеджменту до загальної системи управління вивчено не в повній мірі.

Постановка завдання. Завданням дослідження є вивчення особливостей функціонування сільськогосподарських підприємств при інтеграції системи екологічного менеджменту до загальної системи управління. Необхідно є побудувати модель і розробити методику діяльності підприємств аграрного сектора за умов інтегрованої системи управління.

Результати досліджень. В умовах дефіциту ресурсного потенціалу сільськогосподарських підприємств система управління ними повинна бути спрямована на збільшення величини доходів за рахунок організації процесу виробництва шляхом раціонального використання людських, земельних, сировинних та енергетичних ресурсів з урахуванням особливостей галузі та потенційних можливостей територій. Сільськогосподарське виробництво є специфічною галуззю, в якій екологічні показники виробництва та якісні показники продукції шляхом цінового складника визначають економічну ефективність діяльності. Еколого-економічний підхід до розвитку сільськогосподарського виробництва спрямований на дотри-

мання товаровиробниками Кодексу належної сільськогосподарської практики, впровадження ресурсоощадних маловідходних систем виробництва, спрямування технологій виробництва сільськогосподарської продукції на основі процесів природного відтворення та сталого розвитку агроекосистем. Такі умови господарювання вимагають від керівництва підприємств зваженого науково обґрунтованого підходу до системи управління, що можливо лише при впровадженні до її структури системи екологічного менеджменту. Така система господарювання сприятиме розвитку аграрного виробництва в Україні. Основні переваги впровадження системи екологічного менеджменту у сільськогосподарські підприємства нами згруповано та представлено на рис. 1.

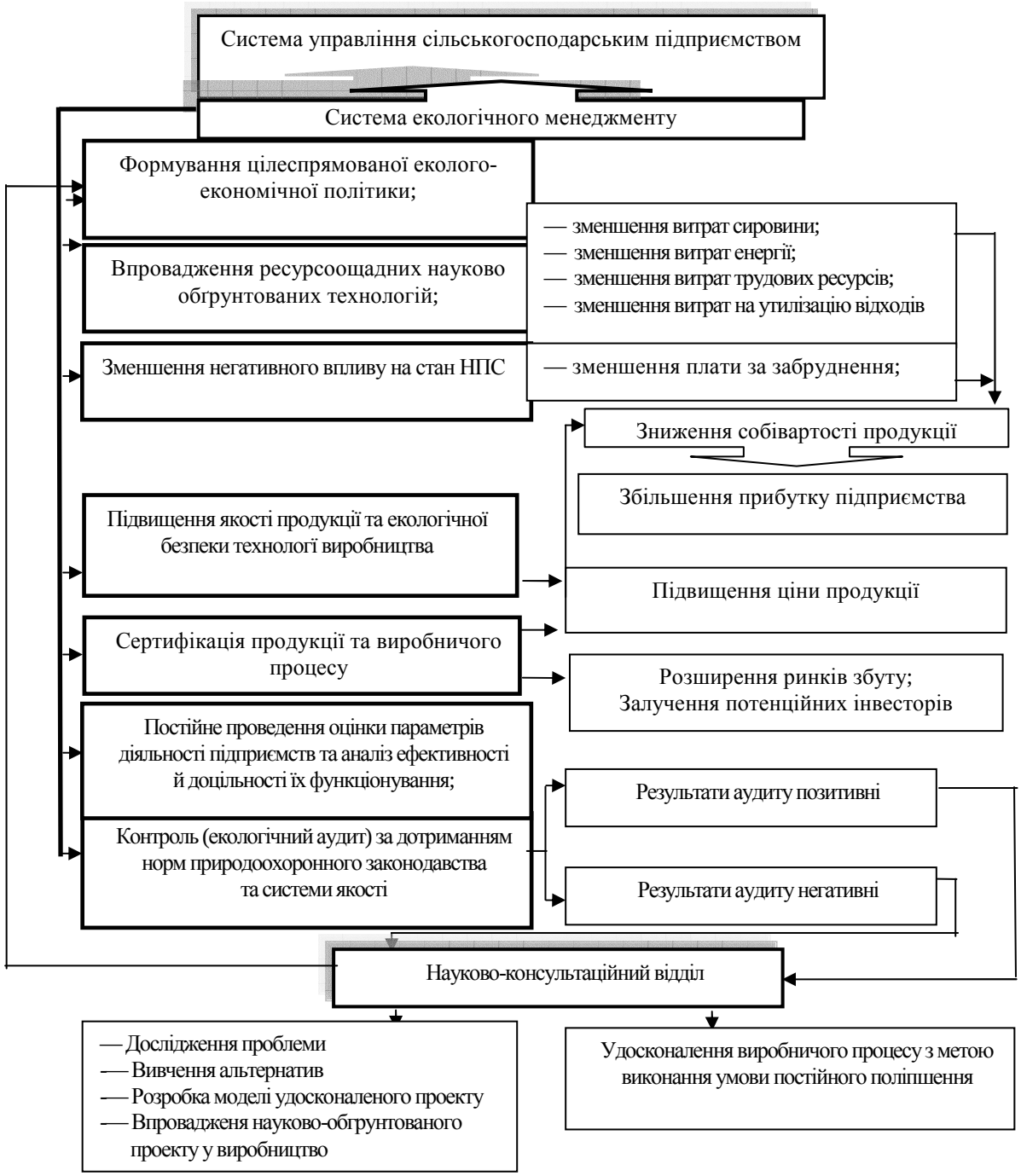


Рис. 1 – Основні аспекти впровадження системи екологічного менеджменту у сільськогосподарські підприємства

Ефективність функціонування системи екологічного менеджменту у сільськогосподарських підприємствах забезпечується спрямуванням системи менеджменту до використання інноваційного підходу та

засад господарювання. Загальна система управління сільськогосподарським підприємством повинна передбачати тісні взаємозв'язки між всіма ланками організаційної структури підприємства, які тісно взаємопов'язані для здійснення безперервного технологічного процесу виробництва і реалізації продукції. Організаційна структура підприємства повинна бути побудована таким чином, щоб органічно поєднати основну виробничу, наукову, апробаційну та інформаційно-консультаційну діяльність.

Сільськогосподарські підприємства можуть функціонувати в умовах системи екологічного менеджменту при наявності таких чинників: при впровадженні системи екологічного менеджменту; при підтримці системи у придатному для функціонування стані; при постійному вдосконаленні елементів системи; при періодичній оцінці показників діяльності підприємства та впливу його на стан навколишнього природного середовища (екологічному аудиті) для порівняння відповідності вимог декларованої ними екологічної політики; при періодичному наданні зацікавленим сторонам інформації про таку відповідність; при проведенні сертифікації системи управління навколишнім природним середовищем на відповідність цій моделі; при постійному декларуванні показників відповідності процесу виробництва, надання послуг та якості продукції або послуг вимогам стандарту ДСТУ ISO 14001.

Функціонування системи екологічного менеджменту у сільськогосподарському підприємстві є безперервним циклічним процесом, який передбачає проходження таких етапів (рис. 2).

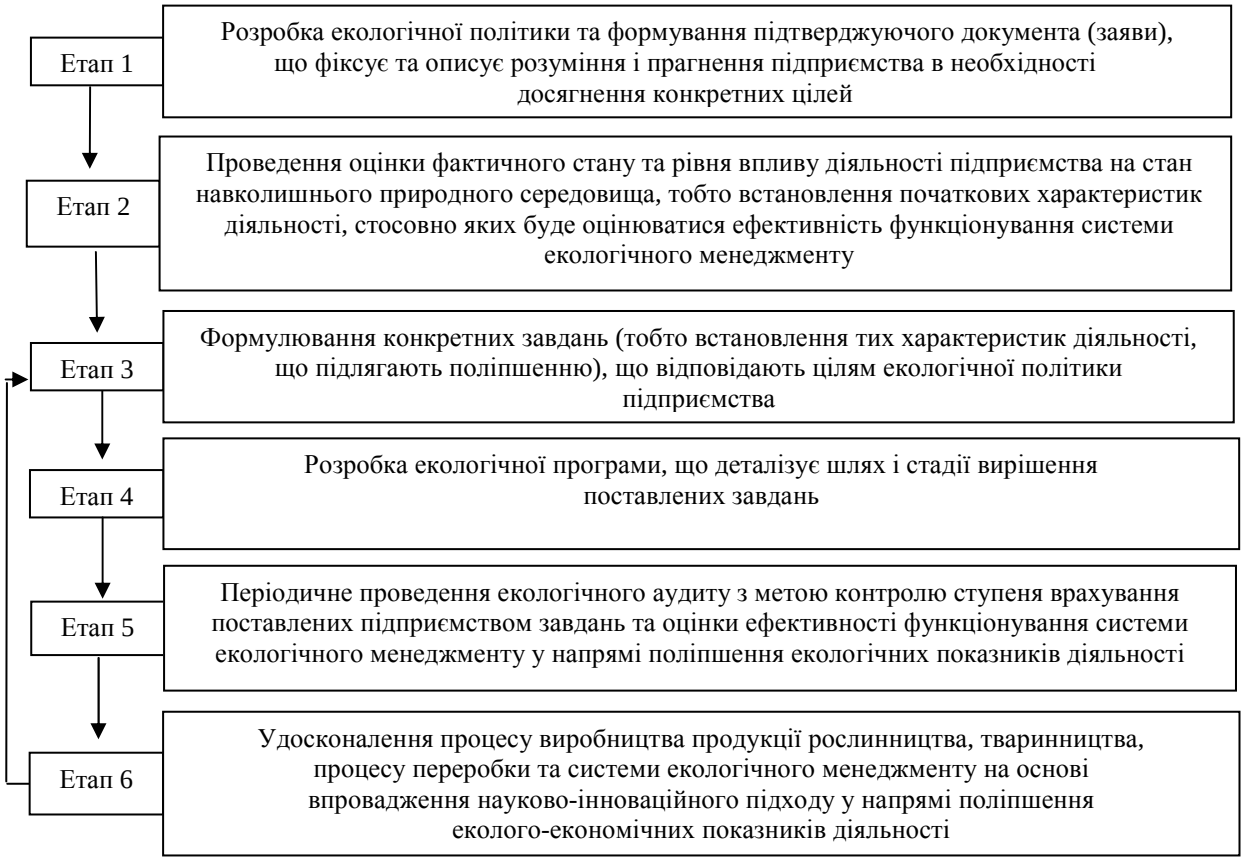


Рис. 2 – Етапи функціонування системи екологічного менеджменту у сільськогосподарських підприємствах

При розробці або модифікації робочих процедур і засобів управління підприємству необхідно розглянути різні види діяльності, які зв'язані або безпосередньо впливають на навколишнє середовище. До таких видів діяльності можна віднести: науково-дослідні і проектно-конструкторські роботи; закупівлі; висновок контрактів; розвантаження і складування сировини, матеріалів; процеси виробництва і технічного обслуговування; лабораторні дослідження; складування та зберігання продукції рослинництва, тваринництва і допоміжних виробництв; транспортування; маркетинг, рекламна діяльність; обслуговування покупців; придбання майна, створення або модифікація засобів виробництва [2].

В умовах функціонування інтегрованої системи управління підприємством важливим є спрямування кадрової політики на формування інноваційно-сприйнятливих кадрово-управлінських працівників (еко-

лого-інноваційних менеджерів) та виробничого персоналу (механізаторів, працівників тваринництва та рослинництва, переробних виробництв та ін.).

Важливою складової такої системи є поєднання інноваційно-виробничої діяльності із врахуванням потреб і вимог ринку. Діяльність відділу системи екологічного менеджменту повинна бути узгоджена з маркетинговою політикою підприємства, яку спрямовано на задоволення вимог ринку. У тісній взаємодії провідними фахівцями структурних підрозділів на основі проведених маркетингових досліджень, розроблених прогнозів, власного досвіду та прогнозів цін на продукцію формується тактичний план діяльності підприємства на рік, який може змінюватись залежно від динаміки умов ринку та умов виробництва продукції як рослинництва, так і тваринництва.

Модель функціонування системи екологічного менеджменту у загальній структурі підприємства передбачає співпрацю з науково-дослідним відділом підприємства за умов його наявності, або співпрацю на договірних засадах з науковими установами чи консалтинговими фірмами.

Одним із елементів функціонування такої моделі підприємства є здійснення маркетингової діяльності у вигляді рекламування виробничого процесу та якості продукції шляхом науково-інноваційних презентацій, семінарів, розробка WEB-сайту, консультаційний супровід покупців продукту, застосування системи знижок постійним покупцям та інших методів.

Тісний взаємозв'язок системи екологічного менеджменту із відділом забезпечення соціального розвитку працівників підприємства обумовлено формуванням умов їхньої матеріальної і соціальної захищеності.

При впровадженні системи екологічного менеджменту в окремому структурному підрозділі підприємства (лише відділі рослинництва чи тваринництва, або окремого виробничого процесу) взаємозв'язки стосуватимуться лише конкретного відділу чи процесу.

В основі функціонування системи екологічного менеджменту у сільськогосподарському підприємстві лежить зобов'язання періодичного вимірювання, здійснення моніторингу і оцінювання своїх екологічних характеристик.

Вимірювання, моніторинг і оцінювання є тими головними функціями системи управління навколишнім середовищем, виконання яких повинне забезпечувати упевненість в тому, що підприємство функціонує відповідно до політики, що декларує, і програми управління навколишнім середовищем.

Необхідно впровадити відповідні процеси для забезпечення достовірності даних, отриманих при калібруванні засобів вимірювань, випробуваннях устаткування, вибірковому контролі програмного і апаратного забезпечення. Визначення відповідних показників екологічних характеристик підприємства повинне здійснюватися постійно [2].

Однією з умов функціонування системи екологічного менеджменту у сільськогосподарських підприємствах є постійне аналізування і вдосконалене своєї системи управління навколишнім середовищем з метою поліпшення загальних екологічних характеристик. Керівництву підприємства необхідно у відповідні терміни проводити аналіз системи управління навколишнім середовищем, щоб забезпечити її постійну придатність і ефективність. Сфера розповсюдження аналізу повинна бути достатньою, щоб охопити екологічні дії всіх видів діяльності, продукції або послуг підприємства, а також визначити вплив екологічних характеристик на фінансовий стан і, якщо можливо, на конкурентні позиції підприємства.

У систему управління навколишнім середовищем повинен бути закладений механізм її постійного вдосконалення, що передбачає постійне оцінювання екологічних характеристик підприємства на відповідність його екологічній політиці, цілям і завданням для визначення можливостей вдосконалення.

Процес постійного вдосконалення повинен включати: визначення тих сфер, де є сприятливі можливості для вдосконалення системи управління навколишнім середовищем, що веде до поліпшення екологічних характеристик; виявлення корінних причин невідповідностей або недоліків; розробку і впровадження плану корегуючих і застережливих дій, щодо цих корінних причин; перевірку ефективності корегуючих і застережливих дій; документальне оформлення будь-яких змін, що вносяться до процедур у процесі вдосконалення; зіставлення з цілями і завданнями.

Важливе значення для забезпечення ефективної діяльності підприємства має проведення аудиту системи управління навколишнім середовищем.

Аудит системи управління навколишнім середовищем є документально оформленим систематичним процесом перевірки, що включає збір і об'єктивне оцінювання доказів аудиту для встановлення відповідності системи управління навколишнім середовищем підприємства критеріям аудиту систем управління навколишнім середовищем, а також що включає передачу результатів перевірки замовникові.

Висновки. Отже, інтеграція системи екологічного менеджменту до загальної системи управління сільськогосподарських підприємств передбачає тісний взаємозв'язок та співпрацю усіх структурних підрозділів, постійний контроль за результатами діяльності підприємства, його вплив на стан навколишньо-

го природного середовища та обов'язковий науковий підхід та підтримку еколого-інноваційних проектів діяльності і систем управління.

Література

1. Фостолович В.А. Екологічний аудит та підвищення інвестиційної привабливості підприємств [Текст] / В.А. Фостолович // Економіка АПК. 2007 р. - №7. — С. 94 – 97
2. Чала, Ю.В. Формування системи екологічного менеджменту на великих підприємствах [Текст] / Ю.В. Чала // Держава та регіони. - 2006, №4. – С. 385 - 387. – (Серія «Економіка та підприємництво»).

УДК 005.21 : [657.8 : 664.013 – 027.1]

РОЗРОБКА СТРАТЕГІЧНИХ МАРКЕТИНГОВИХ АЛЬТЕРНАТИВ РОЗВИТКУ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Агеєва І. М., канд. екон. наук, доц., Мілєва М. Д., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Анотація. Проведено аналіз ринку пива, виділені та структуровані тенденції та проблеми пивоварної галузі, запропоновані стратегічні маркетингові альтернативи розвитку для досліджуваних пивоварних підприємств України.

Summary. The analysis of the beer market are made, trends and problems of brewing industry are defined and structured, the strategic marketing alternatives for the breweries studied in Ukraine are proposed.

Ключові слова: стратегічне планування, маркетингова стратегія, пивоварні підприємства

Світова практика управління підприємствами показує, що найважливішим напрямом планової діяльності підприємства є стратегічне планування, що є фундаментом успішного розвитку підприємства. Застосування стратегічного планування створює істотні переваги у функціонуванні підприємства, пов'язує його ресурси зі змінами зовнішнього середовища; координує роботу його різних структурних підрозділів; покращує контроль на підприємстві.

У даний час деякі підприємства починають усвідомлювати значення стратегічного планування і намагаються використовувати його методи у своїй діяльності. Проте стратегічне планування не знайшло ще достатньо повного застосування на вітчизняних підприємствах. Одна з причин полягає в тому, що методи стратегічного планування (роботи таких вчених, як М. Портер, Г. Мінтцберг, Г. Хамел, К. К. Прахалад, І. Ансофф, А. А. Томпсон, А. Дж. Стрікленд та ін.), які використовуються в зарубіжній практиці, не адаптовані до специфічного вітчизняного ринку і, як наслідок, результати їхнього використання виявляються не завжди задовільними. Існує також низка бар'єрів стратегічного планування: нерозвиненість теоретичних і методичних засад розробки взаємопов'язаної системи планів, складність застосування системи стратегічного планування для промислових підприємств, зокрема підприємств пивоварної галузі.

Вітчизняним підприємствам останні кілька років критичну ситуацію створюють важко прогнозована динаміка ринку, лавина нових директивних рішень і законодавчих актів, слабкіші внутрішні ресурси й ріст агресивності зовнішнього середовища, особливо у фінансовій сфері. У цих умовах велике значення приділяється просуванню в практику підприємств ідей і технологій стратегічного планування, розробці стратегічних альтернатив.

Тому **метою** дослідження є удосконалення технології стратегічного планування шляхом розробки стратегічних маркетингових альтернатив для підприємств.

Попередні дослідження виявили основні проблеми, що ускладнюють здійснення стратегічного планування на вітчизняних підприємствах (рис. 1).

Як бачимо з рис. 1, найвагомішими проблемами стратегічного планування на підприємствах є відсутність знань та відомостей про технологію стратегічного планування, а також нестача кваліфікованих фахівців.

Для вирішення окресленого кола проблем пропонуються наступні заходи: проведення тренінгів та семінарів зі стратегічного планування серед вищого та середнього менеджменту підприємств, співпраця із науковими кадрами (вищих навчальних закладів та наукових установ України і зарубіжжя) з питань організації стратегічного планування, взаємодії підрозділів підприємства в процесі планування, розробки

програмного та технічного забезпечення стратегічного планування та ін. Очевидною є необхідність використання та подальшого розвитку наукового потенціалу в питаннях стратегічного менеджменту підприємств.

Не є виключенням і підприємства харчової промисловості, зокрема пивоварні. На ринку пива в останній час спостерігаються багатовекторні інтеграційні процеси, підприємства галузі давно вийшли на міжнародний рівень. потребу в широкому впровадженні методів стратегічного планування в практику управління підприємством підкреслюють зростання конкурентної боротьби та динамічні зміни в пивоварній галузі, підтвердженням чого є наступна інформація з досліджень ринку пива України.

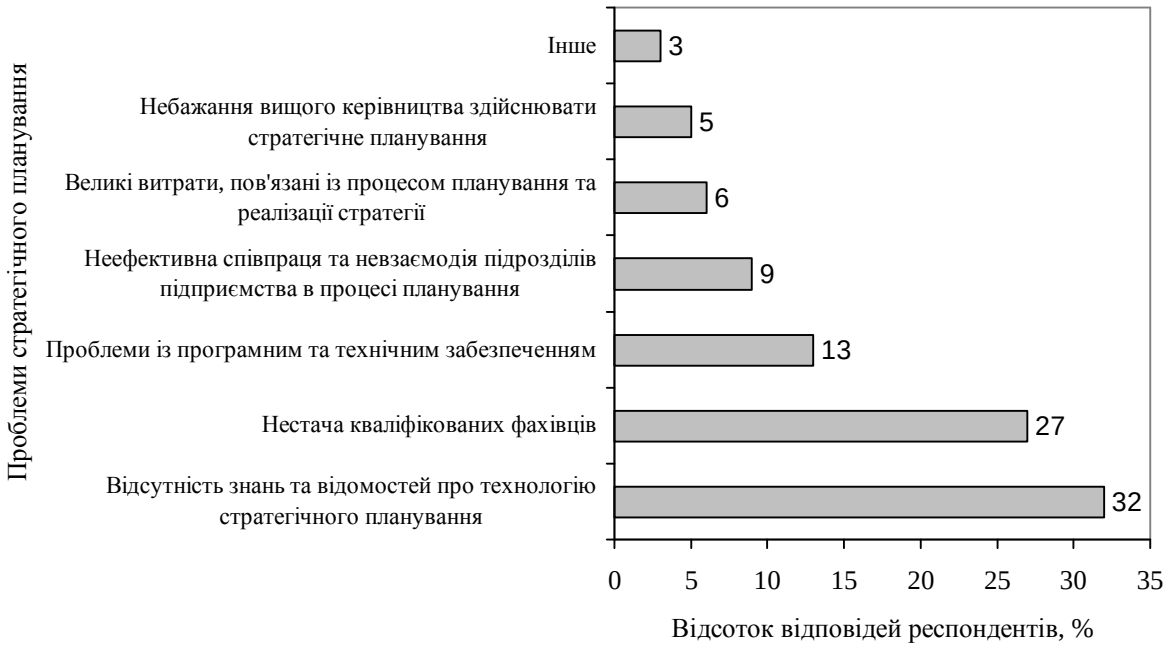


Рис. 1. Проблеми стратегічного планування на підприємствах України [1].

За підсумком 2010 року виробництво пива в Україні зросло на 3,3%, до 310,1 млн. дал., згідно даним Держкомстату. Вже у червні 2010-го динаміка випуску пива вийшла з негативного поля і залишалась позитивною до кінця року (за виключенням жовтня). Темпи зростання виробництва були сповільнені на 1,4% падінням обсягів експорту пива (табл. 1).

Таблиця 1 – Динаміка торговельного балансу за 2009 – 2010 рр., млн.дал*

	Виробництво	Експорт	Імпорт	Баланс
2009 р.	300,3	34,0	1,45	267,9
2010 р.	310,1	29,88	2,35	282,4
Абсолютне відхилення	9,8	-4,13	0,9	14,5

* За даними [2]

Обсяг виробництва пива в грошовому виразі, за нашою приблизною оцінкою, склав 11 млрд. грн, або біля $1,4 млрд. Відзначимо, що обсяг виручки українських виробників від реалізації пива приблизно в 5 разів менше, ніж у російських, які випускають продукції в 3,3 рази більше [2].

За підсумком 2010 року експорт скоротився на 12,1% до 30 млн. дал. За кордон вивозиться майже 10% від національного обсягу випуску. З цього обсягу 23 млн. дал. прийшлось на ЗАТ «Оболонь», за даними самої компанії.

Падіння експорту продовжується з 2009 року, коли скоротились обсяги поставок до Бєларусі і Молдови. В 2010 році падіння виникло у зв'язку із скороченням експорту в Росію. В першу чергу, зниження було обумовлено формуванням надмірних запасів у дистрибуторів в 2009 році, перед суттєвим збільшенням акцизів. Крім того, в low-mainstream сегменті російського ринку, де передусім представлене українське пиво, різко посилилась конкуренція з місцевими виробниками.

Імпорт пива до України за підсумками 2010 року навпаки, різко збільшився – приріст склав 63%, до 2,4 млн. дал. Причому помітне збільшення здійснилося за двома напрямками – російський імпорт виріс на 66%, а імпорт з країн дальнього зарубіжжя – на 59%. Ріст російських поставок обумовлений розширенням представленості компаній SABMiller і Efes.

Частка імпорту на українському ринку зросла з 0,5% до 0,8%. У грошовому еквіваленті вона складає 1,3% ринку завдяки тому, що ціна закордонного пива в середньому на 60% вище за українське.

Таким чином, на основі даних торгового балансу (виробництво + імпорт – експорт) можна визначити, що український ринок пива в 2010 році виріс на 5,5% до 282,4 млн. дал (табл.1).

За нашою оцінкою, в грошовому еквіваленті ринок пива за 2010 рік зріс на 18% до 22,4 млрд. грн. Основними драйверами зростання споживання пива стали загальне відродження попиту на продовольчому ринку і спекотне літо.

В долларовому еквіваленті, завдяки невеликому зміцненню курсу гривні в кінці 2009 року і наступній її стабілізації, ринок пива зріс на 12%, до $2,6 млрд. [2]

Отже, за незначного збільшення виробництва та імпорту і зменшення експорту в цілому динаміка торговельного балансу ринку пива є позитивною. Тобто якщо в кризовий період спостерігалось падіння попиту на пиво, то зараз очевидна тенденція збільшення ємності вітчизняного ринку пива.

Також проведені нами детальні дослідження галузі пивоваріння в Україні за останні роки дозволили виділити основні тенденції та проблеми її розвитку серед факторів макросередовища (табл. 2).

Таблиця 2 – Фактори макросередовища пивоварної галузі

	Економічні	Політико-правові	Соціальні	Технологічні	Екологічні
позитивні	- підтримка бізнесу іноземними фінансами	- існування фонду виноградарства і хмільництва; - діалог між пивоварами і органами держуправління	- відносно незначні демографічні зміни	- інвестування в технологічні інновації, поява нових технологій пивоваріння	- застосування енергозберігаючих технологій; - зменшення негативного впливу на зовнішнє середовище
негативні	- економічна криза і її наслідки; - малодоступність фінансів; - гірші показники економічного розвитку в порівнянні з іншими країнами	- збільшення акцизу на пиво; - обмеження по рекламі алкоголю; - загальна політична нестабільність; - підвищення тарифів за водокористування	- зниження купівельної спроможності; - підвищення «градусу» споживаних алкогольних напоїв (горілка «замінює» пиво)	- вповільнення розвитку інноваційних технологій у зв'язку з кризою	- дефіцит джерел води для пивоваріння в деяких регіонах країни

Найвпливовішими проблемами в галузі вважаємо політико-правові фактори: збільшення акцизу на пиво; обмеження по рекламі алкоголю; підвищення тарифів за водокористування. Саме такі тенденції разом з нестабільною політичною ситуацією та погіршеними економічними показниками по країні істотно знижують інвестиційну привабливість вітчизняної галузі пивоваріння.

Досліджуючи безпосереднє оточення пивоварних підприємств, ми вивили позитивні і негативні фактори мікросередовища (табл. 3).

Серед найістотніших проблем на ринку пива можна виділити непрозорість поставок імпортного хмелю, завищення цін на сировину, що змушує пивоварів або підвищувати ціни на готову продукцію, або отримувати менші прибутки. Окремою групою нами виділені фактори маркетингового ресурсу мікросередовища – це фактори впливу з боку тих ринків, що мають безпосередній зв'язок з пивоварами, а вартість їхніх послуг мають найістотнішу вагу в маркетингових витратах виробників пива. Дані ринки, а саме ринок ретейлу (роздрібної торгівлі) і ринок реклами, характеризуються високою конкурентністю, високими вхідними бар'єрами, жорсткими фінансовими умовами з виробниками, появою нових методів продажів, збільшенням цін на рекламу, прихованою конкуренцією на торгових полицях. Динамічність процесів і тенденцій на цих ринках, ускладнюють маркетингову діяльність гравців ринку пива і потребують великих зусиль для досягнення успіху.

Таблиця 3 – Фактори мікросередовища пивоварної галузі

	Споживачі	Постачальники	Конкуренти	Фактори маркетингового ресурсу мікросередовища	
				Ринок ритейлу	Ринок реклами
позитивні	- збереження лояльності споживача до пивних торгових марок	- налагоджене власне солодове виробництво основних пивоварів	- незмінність четвірки лідерів	- удосконалення методів продаж, мерчендайзингу, торгового маркетингу	- розвиток BTL-реклами; - надійність рекламних партнерів
негативні	- перехід споживача на більш дешевий сегмент; - значне уповільнення продажів на внутрішньому ринку	- непрозорість поставок імпортного хмелю, завищення цін; - недостатність вітчизняних потужностей з гранулювання хмелю; - малий врожай пивоварного ячменю	- жорстка боротьба, зміна позицій на ринку; - консолідація дрібних пивоварів; - розвиток локального приватного пивоваріння	- жорсткі умови на ринку ритейлу; - необхідність удосконаленого диференційного підходу до маркетингу торгових точок; - прихована конкуренція на торгових полицях з товарами-замінниками	- дороговизна ATL-реклами; - збільшення цін на рекламу - перегрупування сил на ринку реклами

Таким чином, дослідження і удосконалення саме стратегічної маркетингової діяльності підприємства повинно стати основою успіху серед конкурентів. Правильному вибору напрямку такої діяльності сприятимуть знання рівня конкуренції та типу взаємовідношень на ринку.

На ринку пива України діє близько 50 підприємств, однак левову частину в обсязі продажів, а саме близько 90 % ринку займають чотири основних гравці [3]: «САН Інбев Україна» - 36,3 %, %, «Славутич Carlsberg Group» (раніше «ВВН Україна») - 27,3 %, ЗАТ «Оболонь» - 26,2; SABMiller («Сармат») - 3,2 % (рис.2).

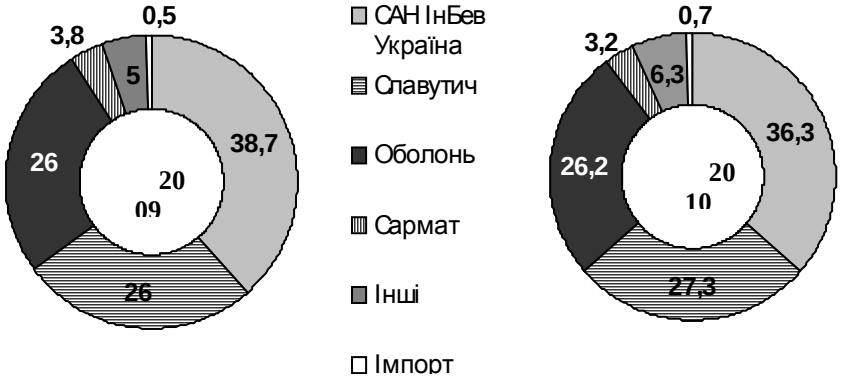


Рис.2 - Ринкові частки представників пивоварної галузі України з урахуванням імпорту, 2009-2010 рр. [1]

Серед дрібних виробників можна виділити кілька основних: «Радомишль», «Перша приватна броварня». Інші броварники мають локальне значення. Група деяких пивоварних підприємств об'єдналися в «Укрпиво» для інтеграції деяких зусиль.

Для оцінки характеру розподілу ринкових часток між конкурентами, також виміру ступеня монополізації ринку і рівня конкуренції пропонуємо використати індекс Герфіндаля [4, с. 134]:

$$I_h = \sum_{i=1}^{n} H_i^{\,2},$$

де H_i – частка і-го підприємства у загальному обсязі реалізації продукції;

n – загальна кількість підприємств-виробників продукції.

Використовуючи приведені вище дані по частках ринку пива (рис.2) розрахуємо індекс Герфіндаля для 2010 і 2009 років:

$$I_{h\backslash 2010} = 0{,}363^2 + 0{,}273^2 + 0{,}262^2 + 0{,}032^2 + 0{,}063^2 + 0{,}007^2 = 0{,}28$$

$$I_{h\backslash 2009} = 0{,}387^2 + 0{,}26^2 + 0{,}26^2 + 0{,}038^2 + 0{,}05^2 + 0{,}005^2 = 0{,}29$$

$I_h < 0{,}4$; виходить, ринок є нестабільним, а рівень конкуренції – високий, причому зміна розрахованого індексу за рік вказує на незначне підвищення рівня конкуренції. Такий розподіл часток ринку характерний для олігополістичного ринку, де надзвичайно важливим є втримання існуючих позицій та завоювання нових горизонтів ринку за допомогою агресивних стратегій. Особливо характерно для такого типу ринку використання лідерами маркетингових агресивних стратегій.

Яскравим прикладом успішного використання агресивної стратегії є досвід управління компанії «Славутич Carlsberg Group», яка за останні роки досить стрімко для даного ринку збільшила свою присутність (до 27,3%, друге місце на ринку) в той час як ще в 2007 році компанія займала третє місце після «САН Інбев Україна» і ЗАТ «Оболонь» з часткою лише 18,7%. Різкому підвищенню темпів розвитку сприяла зміна вищого керівництва, оновлення стратегічного планування в компанії, оновлення ключових брендів компанії. Як показує практика, розвиток і вдосконалення методів і технології стратегічного планування маркетингової діяльності підприємства забезпечить йому стійке конкурентне положення в далекій перспективі.

Висновки. Проведений вище стратегічний аналіз конкурентів і галузі взагалі дав ґрунт для розробки рекомендацій по вибору і застосуванню окремих маркетингових стратегій в залежності від реального і бажаного конкурентного положення підприємства. Нами розроблені стратегічні маркетингові альтернативи в залежності від можливостей підприємства на ринку і його ресурсів в категоріях «високі» і «низькі», а також стратегічних цілей, які ставить перед собою підприємство – «розвиток ринку», «отримання конкурентних переваг» або «агресивний прорив» (рис. 3).

.

Можливості і ресурси	Стратегічні цілі: Розвиток ринку	Отримання конкурентних переваг	Агресивний прорив
Високі	Стратегія завоювання або збільшення частки ринку	Стратегія зниження витрат виробництва	Стратегія інновації
Низькі	Стратегія індивідуалізації споживача	Стратегія диференціації продукції	Стратегія вичікування

Рис. 3 – Стратегічні маркетингові альтернативи пивоварного підприємства

Стратегія завоювання або збільшення частки ринку передбачає досягнення за рахунок цього намічених показників норми і маси прибутку, за яких забезпечується рентабельність і ефективність виробництва. За наявності широких можливостей і ресурсів у підприємства стратегічну ціль «розвиток ринку» рекомендуємо здійснювати за допомогою саме такої стратегії, яка включає в себе в умовах олігополістичного ринку пива захват частки ринку в конкурентів, використання і прямих, і прихованих методів конкурентної боротьби.

При більш низьких ресурсах підприємства доцільною буде стратегія індивідуалізації споживача, коли підприємство орієнтовано на конкретного споживача (наприклад, певний заклад громадського харчування або оптовий торговець) і виконує саме його замовлення. Така стратегія притаманна локальним або приватним пивоварам.

Якщо підприємство ставить перед собою ціль – обов'язкове отримання конкурентних переваг, ефективною для нього буде одна із запропонованих стратегій: зниження витрат виробництва або диференціації продукції. Стратегії зниження витрат виробництва потребує значних капіталовкладень на початку: в передову технологію, більш економічне обладнання, рекламу. В той же час ефективність стратегії диференціації продукції безпосередньо пов'язана з відносно невисокими витратами. Вона передбачає модифі-

кацію і удосконалення існуючих сортів пива, зміну дизайну упаковки, удосконалення форм обслуговування споживачів, кращу організацію дилерської мережі.

Для пивоварного підприємства, яке прийняло стратегічне рішення по кардинальній зміні напрямків і темпів розвитку, ефективними будуть агресивні маркетингові стратегії: стратегія інновації (за наявності значних ресурсів) та стратегія вичікування (коли ситуація нестійка і невизначена). Стратегія вичікування передбачає дослідження дій конкурентів та розвиток існуючої продукції, яка користується широким попитом у споживача, а також впровадження новинок у потрібний момент. Стратегія інновації є найефективнішою для крупних пивоварних підприємств за сучасних умов ринку пива і передбачає впровадження нових методів продажів, нових методик організації управління підприємством, розвиток людських ресурсів, впровадження нових сортів пива або нових властивостей продукції (за термінами зберігання або способами застосування). Дану стратегію почали засвоювати більшість крупних гравців ринку пива. Не виключене також використання кількох стратегій одночасно. Таким чином, уточнення типів і удосконалення інноваційно-маркетингових стратегій в залежності від різних факторів впливу є перспективним напрямком подальших досліджень.

Література

1. Петришин Н. Я. Технології стратегічного планування машинобудівних підприємств. Автореферат дис. к.е.н. спец. 08.00.04, Львів – 2010. – 27 с.
2. За даними ЗАТ «Укрпиво», Бізнес, №36/06.09.10, с. 60
3. Украина. Анализ рынка пива. // Пивное дело, № 2, 2011. – с. 11-15.
4. Редченко К. І. Стратегічний аналіз у бізнесі: Навчальний посібник. Видання 2-ге, доповнене. – Львів: «Новий Світ-2000», 2003. – 272 с.