

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

НАУКОВІ ПРАЦІ

ВИПУСК 33



**ОДЕСА
2008**

Міністерство освіти і науки України



НАУКОВІ ПРАЦІ ОНАХТ

Випуск 33, 2008
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 Переліку наукових фахових видань,
затвердженого ВАК України, в яких можуть публікуватися основні результати
дисертаційних робіт
(Бюлетень ВАК України, 1999, №4)

Головний редактор

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор

Заступник головного редактора

Капрельяни Л.В., д-р техн. наук, проф.

Відповідальний редактор

Станкевич Г.М., д-р техн. наук, професор

Редакційна колегія:

Амбарцумянц Р.В., д-р тех. наук, проф.

Безусов А.Т., д-р тех. наук, проф.

Бурдо О.Г., д-р тех. наук, проф.

Віннікова Л.Г., д-р тех. наук, проф.

Гапонюк О.І., д-р тех. наук, проф.

Гладушняк О.К., д-р тех. наук, проф.

Жуковський Е.Й., д-р тех. наук, проф.

Іоргачова К.Г., д-р тех. наук, проф.

Моргун В.О., д-р тех. наук, проф.

Черно Н.К., д-р тех. наук, проф.

Харківський Д.Ф., д-р екон. наук, проф.

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 5.09.2008 р.

**За достовірність інформації
відповідає автор публікації**

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: 2008. – Вип. 33. – 234 с.

Адреса редакції:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

© Одеська національна академія
харчових технологій, 2008 р.



РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ПЕРЕРОБЦІ М'ЯСА

Увага!

Для швидкого пошуку необхідної статті у полі «Знайти» редактору Adobe Reader введіть прізвище (або його частину) автора статті та натискайте клавішу «Enter».

ЗМІСТ

ВПЛИВ ДЕНІТРИФІКУЮЧИХ СТАРТОВИХ КУЛЬТУР НА ЗНИЖЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО НІТРИТУ В ВАРЕНИХ КОВБАСАХ	
Віннікова Л.Г., Асауляк А.В., Поварова Н.М.....	4
ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГИДРОБИОНТОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МЯСНЫХ ПРОДУКТАХ	
Агунова Л.В., Винникова Л.Г., Янковая Е.Д.....	8
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ЛИВЕРНЫХ КОЛБАС С ОВОЩНЫМИ МАССАМИ	
Винникова Л.Г., Янковая Е.Д., Кайнаш А.П., Гарбуз В.Г.....	12
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ЭНТЕРОСОРБЕНТОВ В МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЯХ	
Денисюк Н.А., Азарова Н.Г.....	16
ЗБІЛЬШЕННЯ ТЕРМІНІВ ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ	
Савінок О.М., Авелічева І.В.....	19
ОБОГАЩЕНИЕ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫМИ ЖИРНЫМИ КИСЛОТАМИ	
Патюков С.Д., Чамова Ю.Д.....	23
МЯСНЫЕ РУБЛЕННЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ С ДОБАВКОЙ СОЕВОГО БЕЛКОВО-ЖИРОВОГО ОБОГАТИТЕЛЯ	
Калугина И.М.....	27
ЗАМОРОЖЕННЫЕ МЯСНЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ ПОНИЖЕННОЙ КАЛОРИЙНОСТИ	
Глушков О.А., Шарпе А.А., Малышко Т.С.....	30
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И САХАРОВ НА СОСТОЯНИЕ ГЕМОВОГО ЖЕЛЕЗА КРОВИ УБОЙНЫХ ЖИВОТНЫХ	
Луконина И.Н., Шлапак Г.В., Ефимук Л.П., Куев В.Л., Брусиловский Ю.Э.	34
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НИЗЬКОКАЛОРІЙНОГО ПАШТЕТУ З ПІДВИЩЕННЯМ ВМІСТОМ БАР ЗА РАХУНОК КОМБІНУВАННЯ ГРИБНОЇ ТА М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ	
Клименко М.М., Наконечна Ю.Г., Ястреба Ю.А.....	38
ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ КІСТКОВОЇ ПАСТИ ПОДРІБНЕНОЇ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ НА ТРИВАЛІСТЬ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ	
Будник Н.В.....	43

ВПЛИВ ДЕНІТРИФІКУЮЧИХ СТАРТОВИХ КУЛЬТУР НА ЗНИЖЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО НІТРИТУ В ВАРЕНИХ КОВБАСАХ

Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, професор, Асауляк А.В., аспірант,
Поварова Н.М., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Стаття присвячена розробці нового способу зменшення залишкового нітриту натрію в варених ковбасах. Дана проблема являється актуальною та її вирішення можливе при використанні денітрифікуючих мікроорганізмів. В роботі наведені результати впливу Staphylococcus carnosus на кількість залишкового нітриту, вміст нітрозопігментів, органолептичні та функціонально-технологічні показники готового продукту.

The article dedicates to the investigation of the new way on the reduction of residual sodium nitrite in the boiled sausages. This problem is actual and its decision is possible with the help of the denitrification microorganisms. The results of the influence of Staphylococcus carnosus on the amount of residual nitrite, the content of the nitrosopigments, the organoleptical and functional-technological characteristics of the finished product are presented in the work.

Ключові слова: варені ковбаси, нітрозопігменти, залишковий нітрит натрію, денітрифікуючі мікроорганізми, Staphylococcus carnosus.

Основні пріоритети державної політики в області здорового харчування населення України — це забезпечення безпеки харчових продуктів. У відповідності з даною концепцією, сучасна мясопереробна галузь потребує удосконалення та розробки нових технологій, які б дозволили не лише підвищити якість продукції, а й збільшити строки зберігання з гарантованим рівнем безпеки [1].

Серед широкої різноманітності м'ясних виробів особливим попитом у споживачів користуються варені ковбаси, завдяки гарному зовнішньому вигляду, високим смако-ароматичним показникам, ніжній консистенції та можливості вживання без додаткової обробки.

Однією з найважливіших характеристик, яка визначає споживчі властивості ковбасних виробів, вважається колір. Отримання бажаного привабливого забарвлення готових м'ясопродуктів здебільшого досягається за рахунок використання нітритів.

Відновлення нітритів у м'ясній сировині до оксиду азоту відбувається самостійно при слабкоокислій реакції середовища або в результаті взаємодії з відновниками (аскорбінова кислота або її солі, сорбінова кислота, лимонна кислота та ін.). Слідуючий етап в реакції кольороутворення — це взаємодія утвореного оксиду азоту з пігментами м'яса, серед яких більшу частку займає міоглобін. В результаті даної реакції м'ясо набуває характерного рожевого кольору. Швидкість й інтенсивність забарвлення залежать від ступеня розщеплення нітриту та кількості оксиду азоту [2].

Хоча нітрити реакційноздатні речовини і в м'ясній сировині відносно швидко зазнають перетворення, але під час технологічної обробки 20 % виявляються у вигляді залишкового нітриту в готовому продукті, що є небезпечним для здоров'я споживачів.

Головна мета дослідницької роботи — розробити спосіб виробництва варених ковбас, який дозволить отримати продукцію з мінімальним вмістом залишкового нітриту натрію та відповідно безпечною для споживання.

Питання щодо формування забарвлення м'ясопродуктів переважно розглядається в хімічному аспекті. Проте, беручи до уваги здатність денітрифікуючих бактерій відновлювати нітрити, треба врахувати можливість і їхнього впливу на накопичення залишкового нітриту в готових ковбасних виробках. В м'ясній промисловості у якості денітрифікуючих культур використовують мікроорганізми родів стафілококки та мікрококки [3, 4].

В результаті проведеного скрінінгу, для проведення подальших досліджень був обран штам Staphylococcus carnosus.

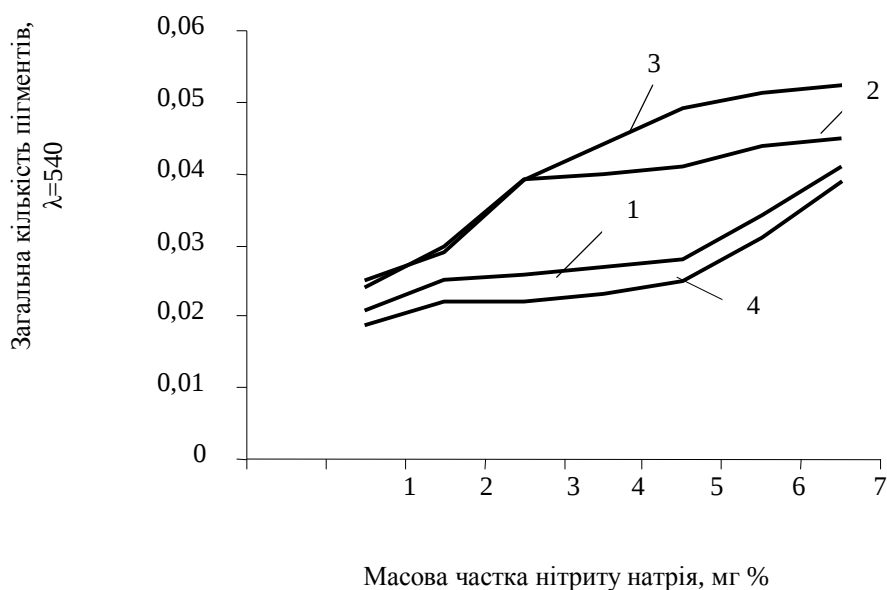
Для проведення експериментів були вироблені модельні зразки вареної ковбаси, до фаршу яких на етапі соління вносили обраний штам денітрифікуючих мікроорганізмів (д.м.о.) з різною концентрацією від 10^6 до 10^9 КУО/г. Частку нітриту натрію (NaNO_2), який додавали до фаршу, зменшували від 7,1 до 1 мг %, з кроком 1 мг %. Контрольні зразки були виготовлені відповідно до стандартної технології (без д.м.о. та з 7,1 мг % нітриту натрію).

Зразки варених ковбас досліджували на такі показники:

- органолептичні;
- кількість залишкового нітриту натрію;
- вміст загальної кількості пігментів;
- вміст нітрозопігментів;
- функціонально-технологічні.

Отриманні результати по визначенню гемових пігментів та залишкового нітриту натрію в варених ковбасах представлені на рис. 1 та 2.

Дані рис.1 вказують на те, що при збільшенні концентрації д.м.о., відповідно збільшується вміст гемових пігментів у зразках. Криві 2 та 3, що описують показники для зразків з високими концентраціями *Staphylococcus carnosus*, мали близькі значення при невеликій частці вносимого нітриту (до 3 мг %). Вони значно відрізняються від контрольних та від зразків з концентрацією мікроорганізмів 10^6 – 10^7 КУО/г.



1 – зразки варених ковбас з концентрацією д.м.о. 10^6 – 10^7 КУО/г; 2 – зразки варених ковбас з концентрацією д.м.о. 10^7 – 10^8 КУО/г; 3 – зразки варених ковбас з концентрацією д.м.о. 10^8 – 10^9 КУО/г; 4 – контроль

Рис. 1 – Гемові пігменти варених ковбас в залежності від масової частки нітриту натрію та концентрації культури *Staphylococcus carnosus*

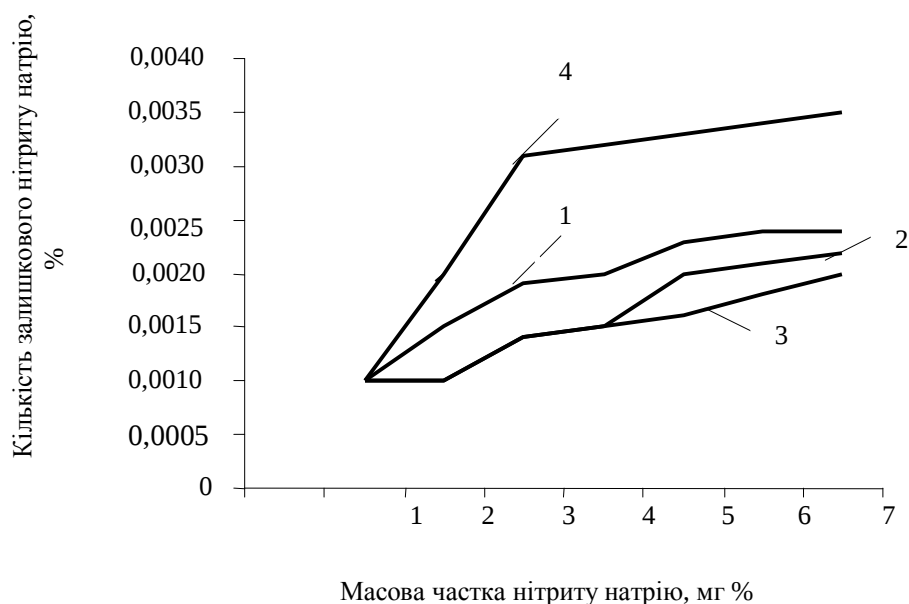
Зі збільшенням концентрації культури кількість залишкового нітриту натрію в готовому продукті значно знижується (рис. 2). Ця тенденція є прямим свідченням того, що життєдіяльність даної групи мікроорганізмів призводить до зменшення шкідливого агента, що є дуже важливим моментом при отриманні безпечної продукції на виробництві. Найнижчі значення залишкового нітриту мали зразки з 1,2 та 3 мг % NaNO_2 з концентрацією д.м.о. 10^7 – 10^8 та 10^8 – 10^9 КУО/г. Однак, з економічної точки зору, високі концентрації стартової культури можуть спричинити збільшення собівартості продукції, тому доцільніше використовувати — 10^7 – 10^8 КУО/г.

Вищепредставлені результати дають змогу встановити необхідну концентрацію штаму *S. carnosus* при виготовленні варених ковбас, що становить 10^7 - 10^8 КУО/г.

Відомо, що частка нітрозопігментів кількісно характеризує глибину перетворення пігментів, а рівень залишкового нітриту вказує на ступінь переходу пігмента в нітрозопігмент [5]. Відповідні досліді на визначення вмісту нітрозопігментів та залишкового нітриту були проведені для зразків варених ковбас з обраною концентрацією д.м.о. 10^7 – 10^8 КУО/г (дані наведені в табл. 1).

Підвищення вмісту нітрозопігментів свідчить про повноту взаємодії міоглобіну з нітритом. З даних таблиці видно, що вміст нітрозопігментів в дослідних зразках при частці вносимого нітриту натрію 3 та 4 мг % трохи нижче в порівнянні з їхнім вмістом у контролі. Слід відмітити, що зниження відповідної

кількості нітриту натрію, який вносили до фаршу варених ковбас, дало змогу значно знизити і його залишковий рівень (особливо для зразків з 1-3 мг % NaNO_2).



1 – зразки варених ковбас з концентрацією д.м.о. 10^6 – 10^7 КУО/г; 2 – зразки варених ковбас з концентрацією д.м.о. 10^7 – 10^8 КУО/г; 3 – зразки варених ковбас з концентрацією д.м.о. 10^8 – 10^9 КУО/г; 4 – контроль

Рис. 2 – Кількість залишкового нітриту натрію варених ковбас в залежності від масової частки нітриту натрію та концентрації культури *Staphylococcus carnosus*

Таблиця 1 - Вміст нітрозопігментів в варених ковбасах з внесенням *Staphylococcus carnosus*

Масова частка вносимого нітриту, мг %	Вміст нітрозопігментів, %
1	51,40
2	52,43
3	59,45
4	60,00
5	73,50
6	75,40
7	76,43
Контроль	65,85

Для дослідних ковбасних виробів була проведена органолептична оцінка за 9-бальною шкалою (табл. 2) та отриманні наступні результати: дослідні зразків з д.м.о. вже при внесенні до фаршу 2 мг % NaNO_2 мали рожеве забарвлення, починаючи з 3 мг % колір набував яскравості в порівнянні з контрольним зразком; зразки лише з 1 мг % мали сіруватий колір, що пояснюється нестачею кількості оксиду азоту для вступу в реакцію кольороутворення.

Проаналізувавши отриманні дані, визначили, що найліпшими є зразки з концентрацією штаму *Staphylococcus carnosus* 10^7 – 10^8 КУО/г і масовою часткою вносимого нітриту натрію 3 мг %.

Таблиця 2 - Органолептична оцінка варених ковбас з внесенням *Staphylococcus carnosus*

Найменування показника	Контрольні зразки	Зразки з д.м.о. 10^7-10^8 КУО/г та відповідною масовою часткою нітриту натрію, мг %						
		1	2	3	4	5	6	7
Зовнішній вигляд	9	9	9	9	9	9	9	9
Вигляд на розрізі	9	9	9	9	9	9	9	9
Колір	9	1	7	8,5	8,5	8,5	9	9
Консистенція	9	9	9	9	9	9	9	9
Запах і смак	9	9	9	9	9	9	9	9
Всього	9	7,4	8,6	8,9	8,9	8,9	9	9

В готових варених ковбасах (дослідних зразках) виготовлених із використанням д.м.о. були дослідженні основні функціонально-технологічні показники та порівненні з відповідними показниками виробів виготовлених за стандартною технологією (контроль). Результати наведені в табл. 3 вказують на незначні зміни показників, що суттєво не вплинуло на споживчі властивості даного виду ковбас.

Таблиця 3 - Функціонально-технологічні показники варених ковбас з використанням *Staphylococcus carnosus*

Показники	Зразки	
	контрольні	дослідні
Вихід, %	109	108,5
Втрати маси, %	6,03	7,44
ВЗЗ, %	50,46	53,41
Вміст води, %	69,93	66,67
Рівень рН	6,45	6,36

Висновки

Результати проведених дослідів показали, що за допомогою використання денітрифікуючих мікроорганізмів на етапі соління фаршу варених ковбас можна отримати готові вироби з мінімальною кількістю залишкового нітриту, який має негативний вплив на здоров'я. З іншого боку, зниження частки вносимого нітриту натрію теж знижує рівень залишкового нітриту. Використання штамму *Staphylococcus carnosus* при 3 мг % NaNO_2 дало змогу знизити до 0,0014 мг % (у контролі — 0,0035) шкідливий залишковий нітрит і не погіршити споживчі властивості варених ковбас.

Література

1. Н. П. Салаткова. Использование нитритной соли в технологии производства варено-копченых колбас, содержащие белковые препараты животного происхождения // Сборник научных трудов СевКавГТУ, Серия «Продовольствие». – 2005. – №1.
2. М. Ю. Минаев. Использование денитрифицирующих микроорганизмов при производстве сырокопченых и сыровяленых мясных продуктов // Мясная индустрия. – 2004. – №9. – с. 33–37.
3. И. А. Лаптев. Высококачественные мясные изделия без остаточного содержания нитрита натрия / И. А. Лаптев, Н. Г. Машенцева, В. В. Хорольский, А. И. Семёнышева, С. П. Синеекий // Мясная индустрия. – 2007. – № 12.
4. Н. Г. Машенцева. Функциональные стартовые культуры. Обзор перспектив использования в мясной промышленности. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – №2. – с. 67–71.
5. С. А. Титов. Влияние нитрита натрия на цвет вареных колбас из мяса кроликов / С.А. Титов, Е.В. Мещеряков, В. Ю. Астанина // Мясная индустрия. – 2005. – № 9. - с. 32–35.

УДК 664.939.35

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГИДРОБИОНТОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МЯСНЫХ ПРОДУКТАХ

Агунова Л.В., ассистент; Винникова Л.Г., д-р техн. наук, профессор;
Янковая Е.Д., ст. научн. сотрудник
Одесская национальная академия пищевых технологий,
г. Одесса

В работе рассмотрена возможность использования гидробионтов, как источника функциональных нутриентов, при производстве новых видов паштетов.

The work considers the use potentialities of the hidrobionties as a source of the functional nutrients on production of the new types of patees.

Ключевые слова: гидробионты, функциональное питание, мясные продукты

Возникновение самого термина «функциональные продукты» датируется 1989 годом. История возникновения и развития этих продуктов подробно описана в работе А.Ф. Доронина и Б.А. Шендерова[1].

Законодателем моды в области физиологически функциональных продуктов считается Япония. В этой стране функциональные продукты относятся к особой категории продуктов, которые принципиально отличаются от продуктов лечебно-профилактического, диетического или же специализированного питания. На законодательном уровне в Японии определены не только функциональные ингредиенты, которые могут использоваться в составе этих специфических продуктов, но и сами продукты разделены на основные группы:

- позитивное воздействие на метаболизм различных субстратов (сохранение энергетического баланса, поддержание массы тела, уровень глюкозы, инсулина и триацилглицеринов в крови и др.);
- позитивное воздействие на сердечно-сосудистую систему;
- позитивное воздействие на физиологию желудочно-кишечного тракта;
- позитивное воздействие на состояние кишечной микрофлоры;
- физиологическое воздействие на состояние иммунной системы;
- защита от соединений, обладающих оксидантной активностью;
- защита от соединений, обладающих мутагенным действием;
- защищающих от радиации, канцерогенных веществ и ксенобиотиков.

В основе технологий создания функциональных пищевых продуктов – это модификация традиционных, обеспечивающая повышение содержания в последних функциональных ингредиентов до уровня, соотносимого с физиологическими нормами их потребления (10–50 % от средней суточной потребности). Суммарное количество поступающих в организм биоусвояемых в пищеварительном тракте функциональных нутриентов не должно превышать суточные физиологические потребности в них здорового человека, поскольку это может сопровождаться возникновением нежелательных побочных эффектов[2].

Таким образом, создаваемые продукты функциональной направленности должны отвечать следующим требованиям: должна быть научно доказана физиологическая эффективность, включая клинические исследования; должна быть гарантирована безопасность употребления данного продукта, а также должны быть легковоспроизводимые методики аналитического определения функциональных компонентов.

Нами проведены исследования возможности использования гидробионтов, а именно морских водорослей ламинарии и фукусов, как носителей функциональных ингредиентов в составе рецептур печеночных паштетов.

Морские водоросли – древнейшие растения нашей планеты, они уже давно используются человеком в качестве пищевого продукта. Ламинарии и фукусы – это разновидность бурых морских водорослей. Они представляют собой естественный источник пищевых волокон, макро-, микроэлементов.

Сухие бурые водоросли состоят в основном из углеводов. Наиболее ценные из них альгиновая кислота (от лат. alga – водоросль), она является существенной составной частью клеток. С химической стороны альгиновые вещества представляют собой полимеры урсонных кислот и их производных. Альгиновая кислота находится в клеточных стенках в основном в виде кальциевых, магниевых,

железистых солей и считается структурным полисахаридом, она способна поглощать 200-300-кратные (по весу) количества воды. Известна её способность сохранять в системе витамин С до 70 %, в отличие от 7 % без неё. Тяжелые металлы образуют нерастворимые соли с альгиновой кислотой. Альгиновые вещества при лечебном питании влияют на диурез, азотистый обмен и улучшают работу кишечника. В последние годы в группе альгиновых веществ открыта полиманнуроновая кислота (тоже полимер уоновых кислот), которой медики приписывают специфическое лечебное действие морской капусты.

В фукусах присутствует слизистое вещество (в чистом виде) – фукоидин, состоящий на 60 % из повторяющейся цепочки мономеров сахара фукозы – этому высокомолекулярному сульфитированному полисахариду, находящемуся в клеточных стенках присуща строительная и запасно-питательная роль. Фукоза является мощным ингибитором вторжения опухолевых клеток с мягкой антиопухолевой активностью, она является стимулятором иммунных реакций гуморального и клеточного типов, увеличивает фагоцитоз.

Фукоидин ингибирует рост многих болезнетворных бактерий и вирусов: герпес-вирус, человеческий цитомегаловирус и вирус иммунодефицита человека. Он способен вызывать агглютинацию нескольких видов рода *Candida*, токсически воздействует на некоторые штаммы *E. coli* и штаммы *Neisseria meningitides*.

Фукус внесен в список Совета Европы как естественный источник продовольственных пищевых добавок (категория №2), т.е. может быть внесен в пищевые продукты в малых дозах.

Минеральные вещества, в том числе щелочноземельные металлы, водоросли могут накапливать в количестве, во много раз превышающем концентрацию этих элементов в воде. Большинство из этих элементов являются биогенными, то есть входят в состав витаминов, ферментов, и необходимыми для нормального функционирования организма человека. Из биогенных микроэлементов наибольшее значение имеют селен и йод. Селен – важнейший агент антиоксидантной защиты, усиливающий сопротивление организма отрицательному воздействию окружающей среды. В морских водорослях он находится в органической форме. Йод в морских водорослях также находится в соединении с аминокислотами белков (тирозином), что объясняет его высокую биодоступность, в отличие от неорганического йода. Однако, наибольший интерес представляет то, что соотношение йода и селена в ламинарии и фукусах уникально и составляет 1:0,7, именно это соотношение необходимо щитовидной железе человека для обеспечения нормальной функции и оптимальной выработки важнейших её гормонов – тироксина (T_4) и трийодтиронина (T_3)[3].

Целью проведенных исследований являлось установление возможности использования морских водорослей в рецептурах мясных продуктов. Изначально были исследованы основные функционально-технологические свойства водорослей в чистом виде, которые в свою очередь значительно влияют на качественные характеристики большинства мясных готовых продуктов: жиродерживающую способность (ЖУС), влагоудерживающую способность (ВУС), жироземлюющую способность (ЖЭС), стабильность эмульсии (СЭ). При проведении исследований использовали традиционные легковоспроизводимые методики[4,5].

Полученные результаты продемонстрировали практически полное отсутствие у водорослей показателя ЖУС. Исследование способности водорослей по эмульгированию жира в системе «вода-растительное масло-добавка» и способности стабилизации этой системы продемонстрировали, что гидробионты не только не способны образовывать эмульсии, но и не обладают способностью их стабилизации. Но в то же время, благодаря способности полисахаридов гидробионтов в больших количествах поглощать воду, эти системы отличались достаточно высокой плотностью. Таким образом, использование гидробионтов в системах на базе нативной мышечной ткани, содержащих определенное количество жиров, особенно в рецептурах вареных колбасных изделий, затруднено. Хотя высокое значение ВУС (6,4 г H_2O /г у препарата ламинарии и 7,3 г H_2O /г у препарата фукусов) могут обеспечить повышение выхода готовой продукции, что напрямую связано с экономической эффективностью.

Учитывая, что конечной целью исследований являлось создание паштетных продуктов, на первом этапе нами была изучена возможность потенциальной совместимости гидробионтов с мясным сыром. Гидробионты вносили в состав модельных паштетных масс, основным компонентом которых являлась бланшированная говяжья печень. Особенностью данного исследования являлось установление возможного взаимодействия гидробионтов с частично денатурированными животными белками печени и жировыми составляющими рецептуры. Содержание жиров в паштетах может достигать 25 %, что объясняет их высокую энергетическую ценность.

Следующая серия опытов была направлена на установление функционально-технологических свойств модельных паштетных систем. На первом этапе определяли изменение ВУС, ЖУС в зависимости от увеличения массовой доли добавки в модельных паштетных фаршевых системах, далее

исследовали изменении ЖЭС и СЭ в тех же условиях. Препараты вносили в модельные фарши, заменяя до 30 % бланшированной печени с шагом 3 %. Результаты исследований представлены на рисунках 1 и 2.

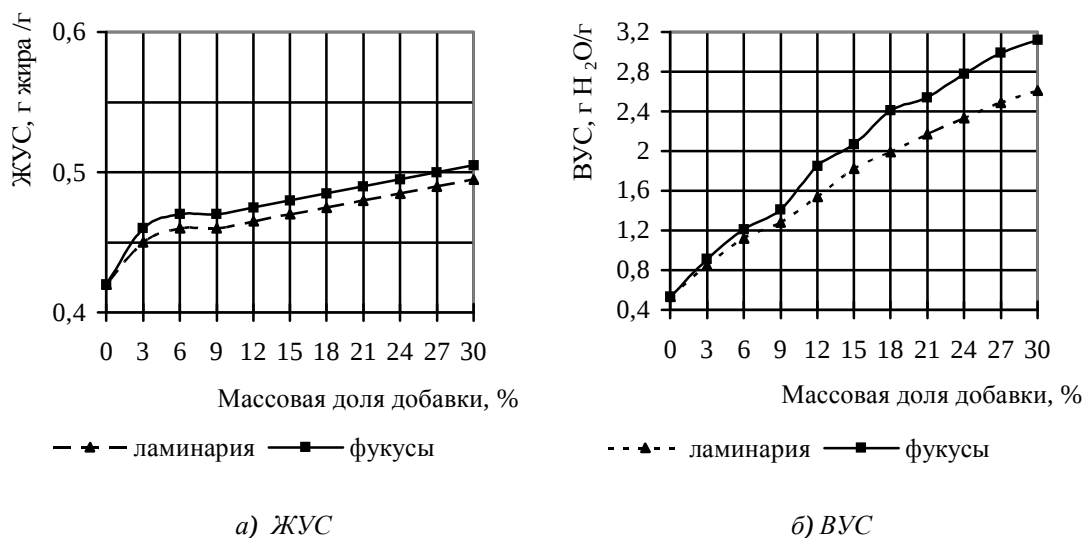


Рис. 1 – Влияние массовой доли препаратов ламинарии и фукусов на жиродерживающую (ЖУС) и вододерживающую (ВУС) способности модельных паштетных фаршевых систем

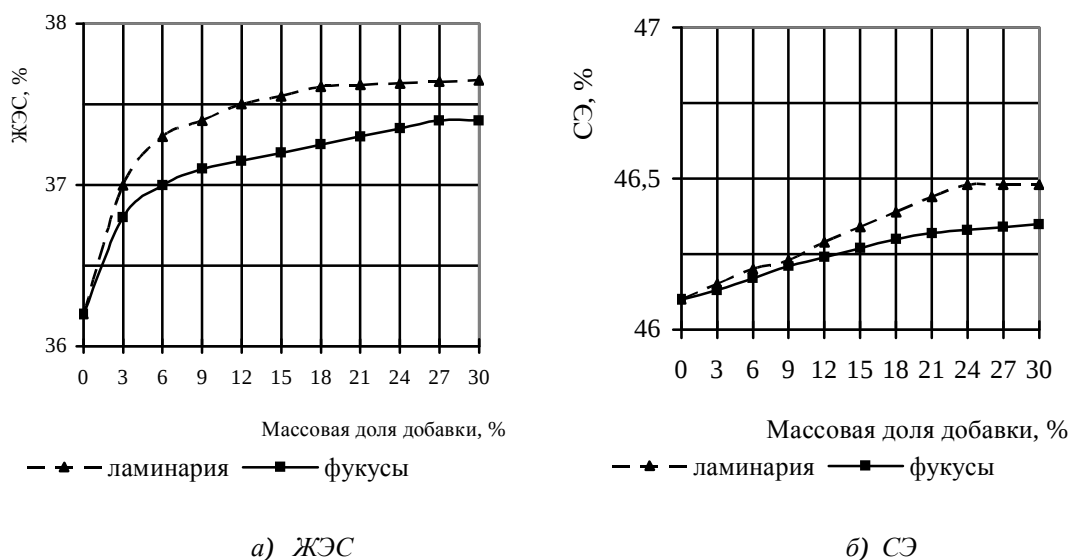


Рис. 2 – Влияние массовой доли препаратов ламинарии и фукусов на жирэмульгирующую способность (ЖЭС) и стабильности эмульсии (СЭ) модельных паштетных фаршевых систем

Полученные данные демонстрируют, что внесение препаратов водорослей в модельные паштетные фаршевые системы на базе бланшированной говяжьей печени приводит к существенному возрастанию показателя ВУС. При максимальной замене – 30 %, показатель увеличивается в 8 раз. Однако, такие показатели как ЖУС, ЖЭС и СЭ возрастают незначительно. На начальных этапах замены они начинают несколько увеличиваться, вероятно, за счет присутствия в системе умеренно денатурированных белков говяжьей печени, а с увеличением процента внесения водорослей, массовая доля белка уменьшается, и незначительное увеличение показателей происходит лишь за счет смачивания сухих частиц водорослей растительным маслом. Полученные данные свидетельствуют о достаточно низких структурно-механических характеристиках препаратов гидробионтов.

На очередном этапе, в тех же условиях, контролировали изменение показателя выхода, (%) и изменение предельного напряжения сдвига (ПНС, Па), как основной структурно-механической

характеристики паштетной системы, а также динамику изменения органолептики. Эти показатели являются ведущими при разработке новых продуктов. Результаты исследований представлены на рисунках 3 и 4.

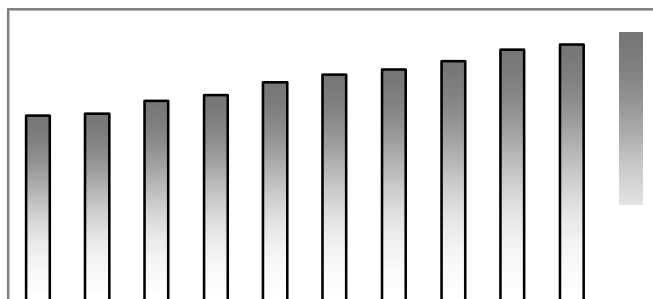


Рис. 3 – Влияние массовой доли препарата ламинарии на изменение динамики органолептических показателей и ПНС в модельных паштетных фаршевых системах

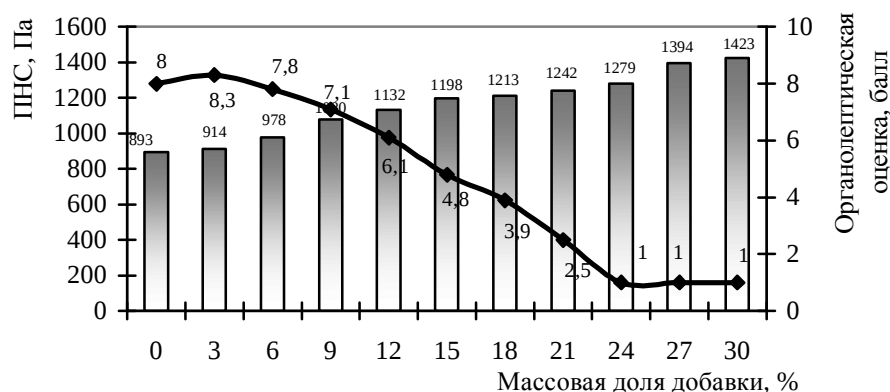


Рис. 4 – Влияние массовой доли препарата фукусов на изменение динамики органолептических показателей и ПНС в модельных паштетных фаршевых системах

Результаты исследований демонстрируют, что внесение в модельные фарши предложенных добавок приводит к изменению контролируемых характеристик, при этом органолептические показатели достигают своего оптимума в пределах замены 6–12 % печени. Дальнейшее увеличение концентрации добавки приводит к появлению выраженного запаха и вкуса морских водорослей.

При исследовании ПНС отмечено значительное увеличение значения этого показателя, как при внесении ламинарии, так и при внесении фукусов. Внесение гидробионтов в модельные паштетные фарши приводит значительному уплотнению их структуры и консистенция при замене 12 % и более говяжьей печени значительно отклоняется от показателей контроля.

Выход готовых изделий, выработанных с использованием в рецептуре препаратов гидробионтов, увеличился на 2,9 – 3,8 % по сравнению с базовой рецептурой без добавки.

По результатам проведенной работы сделаны такие выводы: с технологической точки зрения возможно производство паштетов с использованием препаратов водорослей с внесением гидробионтов в систему не выше 12 %.

Литература

1. Доронин А.Ф., Шендеров Б.А. Функциональное питание. – М.: Грант, 2002. – 85 с.
2. Кочеткова А.А., Тужилкин В.И. Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе // Пищевая промышленность. – 2003. – №5. – с. 8-10.

3. Барашков Г.К. Сравнительная биохимия водорослей. – М.: «Пищевая промышленность», 1972. – 336 с.
4. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
5. Гурова Н.В., Попело И.А., Сучков В.В., Ковалев А.И., Марташов Д.П. Методы определения функциональных свойств соевых белковых препаратов // Мясная индустрия, 2001, № 9, – с. 30–32.

УДК 637.524.7:664.8.022.3

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ЛИВЕРНЫХ КОЛБАС С ОВОЩНЫМИ МАССАМИ

**Винникова Л.Г., д-р техн. наук, профессор, Янковая Е.Д., научный сотрудник,
Кайнаш А.П., канд. техн. наук, Гарбуз В.Г., канд. техн. наук
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса**

Проведена оценка биологической ценности белков колбасных изделий с овощными массами «in vitro» и «in vivo».

Установлено, что колбасные изделия с введением овощей имеют более высокую биологическую ценность и обладают способностью снижать содержание в крови холестерина и глюкозы, что может иметь практическое значение в профилактическом питании.

Estimation of biological value of sausage proteins with vegetable masses was conducted both «in vitro» and «in vivo».

Sausages with vegetable masses have higher biological value and have the possibility to reduce the level of the blood cholesterol and blood glucose. It may have practical significance in prophylactic nutrition.

Ключевые слова: биологическая ценность, ферментативный гидролиз белка, аминокислотный скор, овощные массы, пищевая ценность.

Предыдущими исследованиями показана возможность использования овощных масс при производстве колбасных изделий [1, 2, 3, 4].

Целью данной работы было установление биологической ценности ливерных колбас, полученных по разработанной авторами технологии. Необходимость данных исследований обусловлена возможным влиянием овощей на белки мяса.

Биологическая ценность, как критерий оценки белка, имеет большое значение для определения эффективности использования белка организмом человека.

В соответствии с современными требованиями к рациональному питанию, биологическую ценность колбасных изделий определяли по содержанию незаменимых аминокислот, аминокислотному скору относительно справочной шкалы ФАО/ВОЗ, а также по перевариваемости изделий «in vitro» и на животных «in vivo».

Данные исследований аминокислотного состава ливерных колбас представлены в таблице 1 и 2. контролем служила колбаса «Ливерная», изготовленная по классической технологии.

**Таблица 1 — Содержание аминокислот в ливерных колбасных изделиях с овощами
(г/100 г белка)**

Аминокислоты	Колбасы ливерные			
	Контроль	с морковью и корнем сельде- рея	с морковью, корнем сельдерея и петру- шки	с тыквой
1	2	3	4	5
Незаменимые:				
Изолейцин	4,41	4,37	4,38	4,39
Лейцин	8,12	8,01	8,03	8,10
Лизин	7,53	7,45	7,47	7,50
Метионин + цистин	3,15	3,01	3,04	3,07
Треонин	4,17	4,05	4,06	4,15
Триптофан	1,23	1,20	1,21	1,22

Валин	5,25	5,16	5,27	5,22
-------	------	------	------	------

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Фенилаланин + тирозин	7,71	7,60	7,63	7,69
Сумма НАК	41,57	40,85	41,09	41,34
Заменимые:				
Аланин	7,74	7,69	7,70	7,72
Аргинин	6,45	6,38	6,40	6,41
Аспарагиновая кис-лота	7,57	7,49	7,48	7,52
Гистидин	4,42	4,35	4,36	4,38
Глицин	4,61	4,52	4,51	4,55
Глутаминовая кислота	10,20	10,05	10,01	10,11
Серин	3,79	3,69	3,70	3,72
Оксипролин	0,83	0,80	0,81	0,82
Сумма всех аминокислот	89,97	85,82	86,06	86,57

Анализируя полученные данные, следует отметить, что введение овощей взамен мясного сырья вызывает, как и следовало ожидать, некоторое снижение массовой доли практически всех аминокислот в связи с более низким содержанием белка во всех видах овощного сырья. Однако, в целом суммарное количество аминокислот в опытных образцах меньше, чем в контроле на 0,5 - 1,5 г/100 г белка, что весьма незначительно. Используя данные таблицы 1, нами были установлены аминокислотные скоры контрольных и опытных образцов в сравнении со стандартной шкалой ФАО/ВОЗ. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Аминокислотный скор ливерных колбасных изделий с овощами

Наименование аминокислоты	Колбасы ливерные			
	Контроль	с морковью и корнем сельдерея	с морковью, корнем сельдерея и петрушки	с тыквой
Изолейцин	110	109	109	109
Лейцин	116	114	114	115
Лизин	136	135	135	136
Метионин + цистин	88	86	86	88
Треонин	104	101	104	104
Триптофан	123	120	121	122
Фенилаланин + тирозин	128	126	126	128
Валин	105	103	103	104

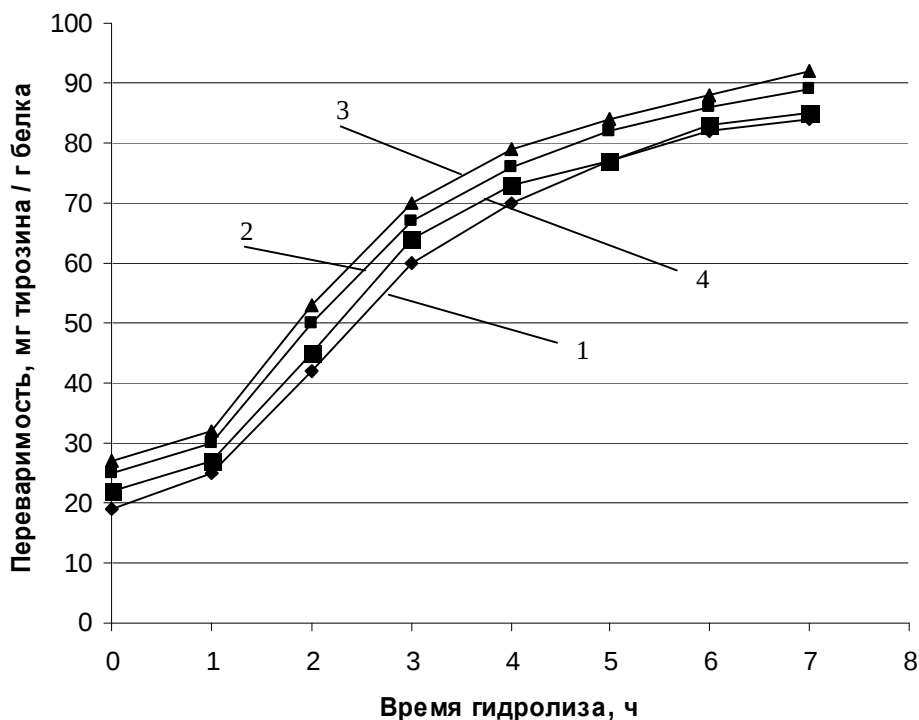
Показатели аминокислотного сора свидетельствуют об одинаковом уровне сбалансированности контрольных и опытных ливерных колбасных изделий. В ливерных колбасах отмечен дефицит метионина + цистина, как без овощей, так и с их введением. Уровень остальных незаменимых аминокислот выше 100.

Таким образом, частичная замена полноценного мясного белка овощными массами не оказывает негативного влияния на пищевую ценность белковой составляющей ливерных колбасных изделий.

С научной точки зрения химическая оценка белков важна и необходима, но пассивна, поскольку отражает лишь потенциальную возможность белка в удовлетворении потребностей человека. Конечный же результат зависит от особенностей структуры белка и активности пищеварительных протеиназ.

Для мясных продуктов этот показатель весьма важен в связи с тем, что они подвергаются жестким режимам тепловой обработки, следствием чего является снижение способности белков усваиваться организмом. Об изменении биологической доступности продукта можно судить по динамике перевариваемости белков протеолитическими ферментами – пепсином и трипсином.

С целью изучения влияния овощей на показатель перевариваемости белковых веществ был проведен эксперимент по определению перевариваемости белков ливерных колбасных изделий с включением моркови, тыквы и корня сельдерея (рис. 1).



1 — контроль («Ливерная» колбаса); 2 — «Ливерная» колбаса с тыквой;
3 — «Ливерная» колбаса с морковью; 4 — «Ливерная» колбаса с корнем сельдерея.

Рис. 1 — Кінетика ферментативного гідролізу білка под действием пепсина и трипсина

Таблица 3 — Глубина ферментативного гидролиза белка, %

Образцы колбас	Глубина гидролиза белка
Контроль («Ливерная» колбаса)	86
«Ливерная» колбаса с морковью	92
«Ливерная» колбаса с тыквой	90
«Ливерная» колбаса с сельдереем	88

Как видно из полученных данных (таблица 3), глубина ферментативного гидролиза повышается при введении овощей. Наибольший эффект получен при введении моркови и тыквы. Высокая степень атакуемости исследованных продуктов протеолитическими ферментами объясняется, на наш взгляд, разрыхлением образованной вторичной структуры фарша ливерных колбас. Поверхность раздела фаз увеличивается, в результате чего повышается доступность ферментов.

Таким образом, данные о перевариваемости белковых веществ в экспериментах «in vitro» свидетельствуют о том, что введение овощей положительно влияет на этот показатель.

Одним из наиболее распространенных и достоверных методов определения биологической ценности продуктов питания является метод исследования на лабораторных животных.

О биологической ценности продуктов судят по приросту массы тела животного в определенное время на 1 грамм употребляемого белка. Полученный при этом показатель называется коэффициентом эффективности белка. Его широко используют в различных странах для оценки биологической ценности продукта. Коэффициент эффективности белка показывает способность животных усваивать различные виды белков. Чем выше этот показатель, тем выше биологическая ценность продукта.

Определяли переваримость питательных веществ исследуемых образцов колбас, устанавливая ее по разности между питательными веществами, поступившими в организм крысы с кормом и выделенным из организма калом.

Для проведения исследований было сформировано семь групп крысят — самцов линии Вистар, которым дополнительно к виварному рациону скармливали опытные образцы ливерных колбас (20 %

колбасы и 80 % стандартного рациона). Контрольные группы животных получали колбасы без введения овощей.

Схема эксперимента представлена ниже:

- 1 – контроль (ливерная колбаса, изготовленная по базовой рецептуре);
- 2 – ливерная колбаса с морковью и корнем сельдерея;
- 3 – ливерная колбаса с морковью, корнем сельдерея и петрушки.

Во время анализа количество потребляемого животными белка было отмечено, что максимальные показатели были характерны для контрольной группы (таблица 4). В опытных группах они были ниже. Это свидетельствует о более высокой насыщаемости животных этой группы.

Таблица 4 — Показатели усвояемости белка экспериментальными животными

Показатель	Группы животных		
	1	2	3
Потребление белка, г	12,4 ± 0,2	11,3 ± 0,1	9,5 ± 0,1
Прирост массы тела, г	30,1 ± 4,3	39,0 ± 4,2	35,6 ± 4,0
Коэффициент эффективности белка, КЭБ	2,41 ± 0,1	3,45 ± 0,2	3,75 ± 4,7
Коэффициент переваримости, %	90,1 ± 0,5	94,2 ± 0,4	95,1 ± 0,5

Таблица 5 — Биохимические показатели крови экспериментальных животных

Показатель	Группы животных		
	1	2	3
Содержание в сыворотке крови:			
общего белка, г/%	7,5 ± 0,2	7,1 ± 0,3	7,2 ± 0,4
альбуминов, г/%	3,7 ± 0,2	3,6 ± 0,1	3,5 ± 0,2
глобулинов, г/%	3,8 ± 0,1	3,5 ± 0,2	3,7 ± 0,1
холестерина, мг/%	115,4 ± 10,5	105,7 ± 13,4	111,5 ± 16,0
глюкозы, мг/%	124,0 ± 13,0	110,3 ± 8,4	100,1 ± 11,4

По привесам массы тела наилучшие результаты отмечены в группе животных 2, получавших соответственно ливерную колбасу с морковью и корнем сельдерея. По сравнению с контрольной группой 1 привес животных был в среднем на 21,0 % и выше.

Сравнивая показатель эффективности белка можно констатировать, что во всех группах он выше контроля, т.е. в организме животных белок усваивается более рационально. Максимальный КЭБ, превышающий контроль на 53 % отмечен в группе 2, где в состав рецептуры была введена морковь.

Анализируя данные биохимических показателей крови экспериментальных животных (таблица 5), можно отметить, что все опытные образцы ливерных колбас обладают способностью снижать в крови животных концентрацию холестерина и глюкозы.

Таким образом, ливерные колбасные изделия с введением овощей, имеют более высокую биологическую ценность и обладают способностью снижать содержание в крови холестерина и глюкозы, что может иметь практическое значение в профилактическом питании.

Литература

1. Використання овочевої сировини в м'ясних системах / Л.Г. Віннікова, А.В. Зюзько, А.П. Кайнаш, Н.А. Завадська // Наук. пр. ОНАХТ. – Одеса, 2004. – Вип. 27. – С. 91-94.
2. Кайнаш А.П., К.Д. Янкова, Солецька Н.Д. Вплив овочевих мас на технологічні властивості м'ясних систем // Зб. наук. пр. "Обладнання та технології харчових виробництв". – Донецьк, ДонДУЕТ, 2005. – Вип. 13, т. 2. – С. 165-170.
3. Віннікова Л.Г., Кайнаш А.П., Янкова К.Д. Вплив бланшування овочів на технологічні властивості м'ясо-рослинних систем // Зб. наук. пр. "Прогресивні техніка та технології харчових виробництв". – Харків, ХДУХТ, 2007. – Вип. 1 (5). – С. 112-116.
5. Кайнаш А.П. Розробка технології варених ковбас з овочевими масами // Тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. „Харчові технології – 2005”. – Одеса, ОНАХТ, 2005. – С. 119.

УДК 637.521: 634.32:631.576.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ЭНТЕРОСОРБЕНТОВ В МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Денисюк Н.А., канд. хим. наук, доцент, Азарова Н.Г., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Рассмотрены результаты исследования влияния пищевых волокон из кожуры цитрусовых культур на функциональные свойства мясных фаршевых систем. Показано положительное влияние добавки на главные показатели фаршевых систем, которая дает возможность введения таких добавок в рецептуру вареных колбас.

The results of the study of the influence of the dietary fiber from citrus cultures on functional characteristics of minced meat systems are considered. Positive influence of the additive is shown on the main factors of minced meat systems. That gives the opportunity to use these additives for boiled sausages manufacturing.

Ключевые слова: пищевые волокна, цитрусовые культуры, мясные фаршевые системы, влагосвязывающая способность, предельное напряжение сдвига, потери при термообработке, органолептические показатели.

В настоящее время существует высокая потребность в продуктах с лечебно-профилактическими свойствами. С одной стороны, это обусловлено неблагоприятной экологической ситуацией, снижением уровня жизни, ростом заболеваний, с другой стороны – возрастающим потреблением рафинированной пищи, приводящим к различным патологиям желудочно-кишечного тракта. При решении проблем, связанных с коррекцией заболеваний желудочно-кишечного тракта все большее значение приобретает использование природных энтеросорбентов. Они способны связывать и выводить из организма человека вредные и чужеродные ему вещества: различные токсины, алкалоиды, тяжелые и радиоактивные металлы, холестерин и продукты его распада. Применение природных препаратов для лечения и профилактики имеет ряд преимуществ: они безвредны, обладают широким спектром действия, при их использовании отсутствуют побочные эффекты. К числу таких препаратов относятся биополимеры волокнистой природы – пищевые волокна, которые являются естественными энтеросорбентами.

Источником получения пищевых волокон служат разнообразные побочные продукты переработки зерна, овощей, фруктов, морские водоросли и др. Их используют как лечебно-профилактические добавки, вводят в рецептуры хлебобулочных и кондитерских изделий, сухих завтраков, молочнокислых продуктов [1].

Особое значение имеют пищевые волокна с повышенным содержанием пектиновых веществ. Пектиновые вещества благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам обладают широким спектром биологического действия. Попадая в желудочно-кишечный тракт, они образуют гели, которые при разбухании обезвоживают пищеварительный канал за счет адсорбции токсических веществ, стимулируют процессы выделения желчи, предупреждают развитие застойных явлений. Значительна роль пектиновых веществ в снижении уровня сыровоточного холестерина, обмене липидов и углеводов.

Высокая стоимость и недостаточные объемы производства затрудняют использование пектина в лечебно-профилактическом питании.

Источником пектиновых веществ могут служить отходы, получаемые при переработке плодов цитрусовых культур. Исследование химического состава кожуры апельсинов, лимонов, грейпфрутов, остающихся после выделения экстрактивных веществ показало, что они содержат значительное количество углеводов, главным образом, структурных полисахаридов (гемицеллюлоз, пектиновых соединений, целлюлозы). Высокое содержание биополимеров волокнистой природы в сочетании с лигнином и азотистыми веществами, позволяет отнести отходы переработки плодов цитрусовых к категории пищевых волокон (ПВ) с повышенным содержанием пектиновых веществ (табл. 1).

Пищевые волокна цитрусовых представляют собой мелкодисперсные порошки светло-желтого цвета без вкуса и запаха. Исследование функциональных свойств полученных препаратов показало их высокую сорбционную способность в отношении воды, низкомолекулярных токсинов, желевых кислот – продуктов распада холестерина, ионов тяжелых и радиоактивных металлов, различных экотоксикантов [2]. Было показано, что сорбционная способность пищевых волокон цитрусовых в 2-3 раза превышает

такую у пищевых волокон пшеничных отрубей, традиционно используемых в лечебно-профилактическом питании.

Целью работы явилось изучение влияния пищевых волокон цитрусовых (лимонов, апельсинов) природных энтеросорбентов на мясные фаршевые системы и возможность применение их в рецептуре вареных колбасных изделий.

Таблица 1 – Компонентный состав пищевых волокон цитрусовых, %

Образец	Водорастворим. полисахариды.	Протопектин	Гемипеллюлозы	Целлюлоза	Лигнин	Общий азот	Минерал. вещества
ПВ лимона	11.0- 3,5	25.5-29.0	13.0-16.5	18.0-19.0	0.8-1.2	1.5-1.7	5.0-6.0
ПВ апельсина	13.0-15.0	23.0-26.0	15.0-17.0	18.0-21.5	0.8-1.0	1.5-1.7	4.0-5.5

Исследования начинали с установления влияния пищевых волокон цитрусовых на функциональные свойства мясных фаршевых систем. Мясо жиловали, отделяя соединительную и жировую ткань, и измельчали на мясорубке с диаметром отверстий выходной решетки 1,5-2,0 мм.

В подготовленный фарш из мяса говядины и свинины вносили ПВ в сухом виде в количестве от 0,5 до 3,0 % с шагом 0,5. Образцы фаршей тщательно перемешивали и выдерживали 30 минут для равномерного распределения компонентов и перераспределения влаги.

В готовых образцах отмечали изменение органолептических показателей (внешний вид, цвет, запах, консистенция), изменение массовой доли влаги, влагосвязывающей способности, предельного напряжения сдвига, pH, величину потерь массы при термообработке, исследовали микроструктуру фаршей.

Для проведения исследований применяли стандартные методы [3].

Данные, которые получили в ходе исследований, сравнивали с показателями контрольных образцов. Исследование проводили в трех параллелях.

Таблица 2– Изменение показателей фаршевых систем при внесении ПВ цитрусовых

Показатели	Массовая доля пищевых волокон, %						
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Массовая доля влаги, %	$\frac{75.0}{70.0}$	$\frac{72.8}{69.0}$	$\frac{71.5}{68.2}$	$\frac{70.8}{67.3}$	$\frac{70.5}{66.8}$	$\frac{70.3}{66.5}$	$\frac{70.0}{66.2}$
Водоудерживающая способность, %	$\frac{71.9}{62.0}$	$\frac{72.4}{63.8}$	$\frac{73.3}{65.1}$	$\frac{74.1}{66.3}$	$\frac{75.0}{67.1}$	$\frac{75.6}{68.0}$	$\frac{76.3}{68.5}$
Предельное напряжение сдвига, кПа	$\frac{1.85}{1.28}$	$\frac{1.91}{1.34}$	$\frac{1.98}{1.42}$	$\frac{2.10}{1.58}$	$\frac{2.24}{1.70}$	$\frac{2.30}{1.81}$	$\frac{2.44}{1.88}$
pH	$\frac{5.50}{5.58}$	$\frac{5.50}{5.56}$	$\frac{5.48}{5.54}$	$\frac{5.42}{5.52}$	$\frac{5.40}{5.50}$	$\frac{5.37}{5.46}$	$\frac{5.35}{5.41}$
Потери при термообработке, %	$\frac{15.8}{22.9}$	$\frac{15.0}{21.0}$	$\frac{13.2}{18.5}$	$\frac{10.8}{17.0}$	$\frac{8.1}{14.9}$	$\frac{6.7}{12.8}$	$\frac{5.0}{11.0}$

Примечание: в числителе показатели фаршевых систем из говядины, в знаменателе – из свинины.

Введение в мясные фаршевые системы пищевых волокон цитрусовых приводит к уменьшению доли свободной влаги. Водоудерживающая способность постепенно возрастает, что можно пояснить присутствием в пищевых волокнах структурных полисахаридов (особенно пектиновых веществ), которые за счет гидроксильных групп способны удерживать значительное количество влаги.

Возрастание водоудерживающей способности приводит к изменению консистенции фарша: он становится вязким и с увеличением доли ПВ все более уплотняется, что наглядно отражается на значениях предельного напряжения сдвига. ПНС свиного фарша ниже, он более эластичный и менее плотный, т.к. содержит больше жировой ткани.

Введение в рецептуру фаршей пищевых волокон позволяет в 2-3 раза снизить потери при термообработке.

Исследование микроструктуры модельных фаршей показало, что при добавлении ПВ в сухом виде они перераспределены в фарше в виде светлых включений. Введение ПВ в гидратированном состоянии приводит к равномерному их распределению по всему объему фарша, что улучшает органолептические показатели исследуемых образцов.

Сравнение органолептических показателей контрольных и модельных образцов фаршей показало, что введение пищевых волокон цитрусовых в количестве 2,3 % для говядины, 2,5 % для свинины практически не снижает органолептических показателей, но приводит к улучшению консистенции и снижению потерь при термообработке.

Полученные данные были положены в основу рецептуры сосисок „Особые”, которая включает в себя мясо говядины, свинины жирной и специй.

Анализ готовой продукции представлен в табл. 3.

Таблица 3 – Показатели качества готовых продуктов

Показатели	Контроль	Образец 1	Образец 2
Массовая доля влаги, %	77.0	70.0	76.3
Потери при термообработке, %	19.2	15.3	16.5
Массовая доля соли, %	2.0	1.9	1.8
Органолептические показатели, баллов	8.6	8.2	8.4
Выход, %	110	112	115

Образцы сосисок с пищевыми волокнами цитрусовых отличаются более светлым оттенком на разрезе и большей сочностью. По органолептическим показателям они практически не отличаются от контрольных. Общая оценка контрольных и исследуемых образцов составила 8,6 и 8,3 балла соответственно. Выход исследуемых образцов сосисок на 1,8 % выше, чем контрольных.

Таким образом, в результате проведенных исследований было изучено влияние пищевых волокон цитрусовых, являющихся природными энтеросорбентами, на свойства мясных фаршевых систем и разработаны технологические рекомендации по производству вареных колбасных изделий с их использованием.

Литература

1. Пищевые волокна / М.С.Дудкин, Н.К.Черно, И.С.Казанская и др. – К.: Урожай.– 1988 – 152с. – ISBN 5-337-00038-1.
2. Способ профилактики радіонуклідного поражения. Патент Украина, 3192С1. А61 К 35/78. Дудкін М.С., Корзун В.А., Денісюк Н.А., Сагло В.А. 28.02.1997. Бюл. 1.
3. Косой В.Д. Совершенствование процесса производства вареных колбас. – М.: Легкая и пищевая промышленность, – 1983. – 272 с.

УДК 637.521:621.796

ЗБІЛЬШЕННЯ ТЕРМІНІВ ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Савінок О.М., канд.техн.наук, доцент, Авелічева І.В., студ.
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В статті наведено результати досліджень впливу природних консервантів на строк зберігання м'ясних напівфабрикатів. Визначено оптимальні концентрації і співвідношення вибраних консервантів.

The results of the research influence natural preservation on the period of remain of meat semi finished products are given in the report. The optimal concentrations and the correlations selected preservation are determined.

Ключові слова: природні консерванти, м'ясні напівфабрикати, строк зберігання, охолоджені напівфабрикати.

Третє тисячоліття характеризується прискоренням прогресу, впровадженням нових технологій і нового стилю життя. Усучаснена господиня дому, як правило, значну частину активного часу приділяє роботі, на виконання домашніх обов'язків в неї майже не лишається часу. Пральні, посудомийні машини, миючі пилососи та інша побутова техніка значно полегшують життя, але процес приготування їжі ніяк неможна автоматизувати в домашніх умовах, на вечері і сніданки майнується значна кількість часу. Економія його можлива за рахунок використання сировини, повністю підготовленої до термічної обробки (варіння, смаження, запікання) – напівфабрикатів. Розрізняють напівфабрикати виготовлені з рослинної чи тваринної сировини. Найбільш популярними є все-таки м'ясні напівфабрикати, бо приготування готових м'ясних страв є дуже працездатним.

М'ясопереробна промисловість виробляє широкий асортимент напівфабрикатів: натуральні та рубані; із м'яса птиці, свинини, яловичини, баранини; охолоджені і заморожені. Зручними у виготовленні, реалізації є заморожені напівфабрикати. Охолоджені вимагають при виробництві чіткого виконання умов у виборі сировини, дотримання санітарно-гігієнічних норм, умов зберігання і реалізації.

Охолоджені напівфабрикати для підприємств є найбільш проблемними, так як м'ясна сировина представляє собою оптимальне поєднання білків і води для розвитку мікрофлори. При температурі 0-4°C здатні розмножуватися плісені, патогенні, умовно патогенні, гнилісні мікроорганізми. Термін придатності такої продукції від 36 до 48 годин, в тому числі і в роздрібній торгівлі. Підприємства за такий короткий проміжок часу не встигають реалізувати продукцію і це значно знижує їх економічні показники. Тому подовження терміну зберігання напівфабрикатів є дуже актуальним для м'ясопереробних підприємств, в тому числі і для мереж супермаркетів, які мають свої міні цехи по переробці м'яса.

Подовжити термін зберігання м'ясних напівфабрикатів можна за рахунок упакування під вакуумом чи в середовищі інертних газів, використання консервуючи речовин.

Основною метою внесення консервантів в харчові продукти, зокрема в м'ясні є пригнічення розвитку небажаної мікрофлори. Але якщо консерванти токсичні для мікроорганізмів, вони є шкідливими для людини. Тому їх використовують в дуже невеликих концентраціях. Огляд складу великої кількості харчових продуктів дозволив виявити слідуючі консервуючи речовини: бензойну, сорбинову, пропіонову, молочну, оцтову, винну, лимонну, дегідрооцетову кислоти, солі та ін. Консервуючий ефект проявляють харчова сіль, цукор, речовини, які входять до складу коптильного диму, нітрит натрію, етиловий спирт.

Незважаючи на природу походження всі консерванти, які використовують в харчових продуктах повинні бути нешкідливими для людини, не накопичуватися в організмі, добре виводитися і не утворювати токсичних речовин при розщепленні.

При внесенні в продукт вони повинні пригнічувати зростання небажаної мікрофлори для конкретного виду продукції і перешкоджати утворенню токсинів.

Перераховані вище консервуючи речовини на завжди безпечні для людини і не проявляють широку антимікробну дію.

Метою нашої роботи є дослідження впливу природних консервантів на збільшення терміну зберігання натуральних м'ясних напівфабрикатів.

В якості консервантів використовували водяний екстракт прополісу [1], мед та аскорбінову кислоту. М'ясною сировиною слугувала L. dorsi молодняка яловичих напівтуш. Для оцінки змін, які проходили у

м'ясній сировині визначали значення рН, вмісту вологи, водозв'язуючої здатності (ВЗЗ), оптичної щільності екстракту водорозчинних білків. Оцінку санітарного стану м'яса проводили визначенням мікробіологічних та органолептичних показників.

Внесення консервуючих речовин проводили шприцюванням з послідовним короткочасним масажуванням для рівномірного розподілення по всьому об'єму сировини. Визначення контрольованих показників проводили одразу ж після внесення і в ході зберігання: через одну, дві, три, шість діб.

Значущим показником, який характеризує біохімічні зміни в м'ясній системі є рН. При додаванні аскорбінової кислоти до сировини спостерігається значне зниження рН в межах від 5,8 до 5,1 (рис. 1).

При цьому в ході зберігання відбувається додаткове зниження рН у всіх зразків. На кінцевому етапі зберігання показник незначно підвищується за рахунок автолітичних процесів. Аналіз водозв'язуючої здатності м'ясних систем підтверджує дані по рН (рис.2). Початкове внесення аскорбінової кислоти значно знижує ВЗЗ за рахунок зсуву рН в сторону ізоелектричної точки. При подальшому зберіганні зразків спостерігається підвищення аналізованого показника, що можливе за рахунок автолітичних процесів.

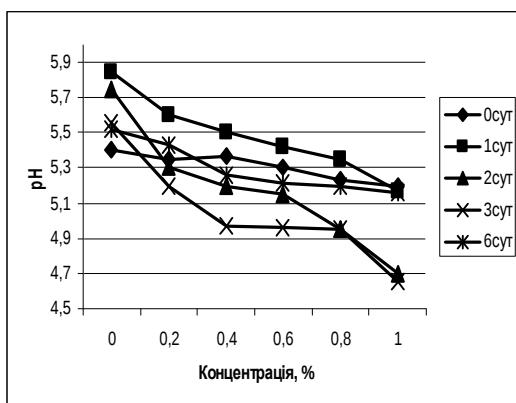


Рис. 1 – Залежність рН зразків від концентрації аскорбінової кислоти

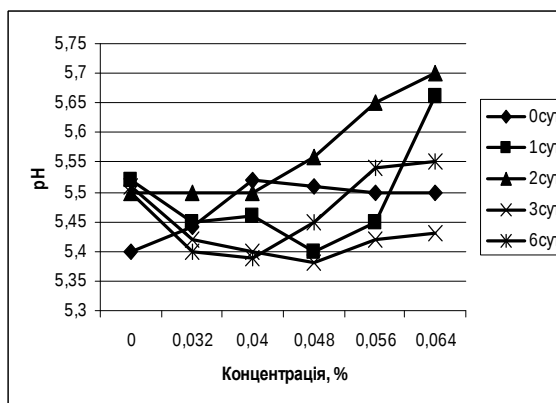


Рис. 2 – Залежність рН зразків від концентрації прополісу

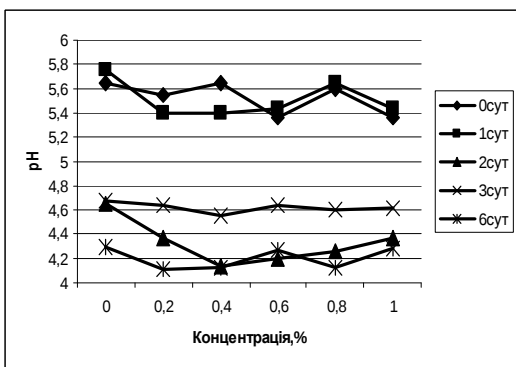


Рис. 3 – Залежність рН зразків від концентрації меду

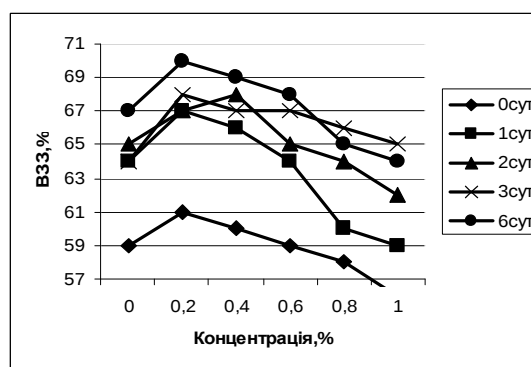


Рис. 4 – Залежність водозв'язуючої здатності зразків від концентрації аскорбінової кислоти

При внесенні прополісу рН незначно підвищується (рис.3). В ході зберігання із-за можливих взаємодій прополісу з білками відбувається незначне зниження рН при концентраціях в межах від 0,032 до 0,048 %, з послідовним підвищенням. Водозв'язуюча здатність зразків з прополісом значно зростає при збільшенні концентрації внесеної речовини (рис 4). Спостерігається незначний оптимум при концентрації прополісу 0,048 % до маси м'яса. В ході зберігання відзначається аналогічна залежність між концентрацією прополісу в м'ясі і ВЗЗ, причому, при збільшенні терміну зберігання збільшується показник. Визначена тенденція може бути обумовлена впливом хімічних складових прополісу: рослинних смол, балзамів, дубильних речовин [1].

Зміна концентрації внесеного меду не впливає на рН зразків (рис.5). Істотне зниження рН м'ясних систем в, цілому, відбувається в ході зберігання. Дані свідчать про гідроліз вуглеводів під впливом

мікрофлори з утворенням молочної кислоти. Внесення меду практично не впливає на ВЗЗ м'яса (рис. 6). В ході зберігання показник знижується в, цілому, за рахунок значного зниження рН.

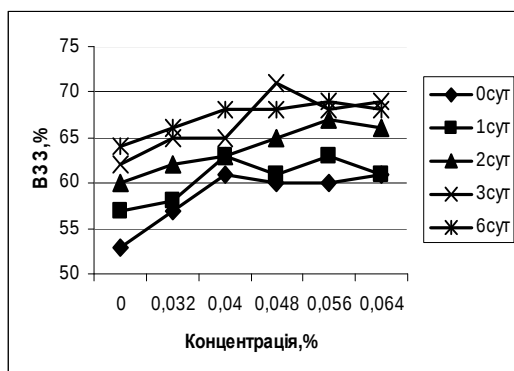


Рис. 5 – Залежність водозв'язуючої здатності зразків від концентрації прополісу

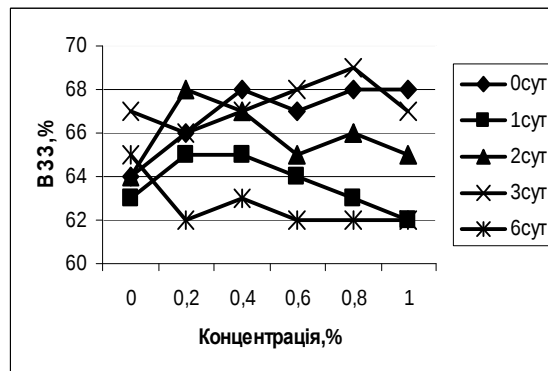


Рис. 6 – Залежність водозв'язуючої здатності зразків від концентрації меду

Дослідження вмісту вологи в зразках при внесенні різних добавок показують, що даний показник практично не змінюється,

Достатньо цікаві значення були отримані при визначенні оптичної щільності водяних екстрактів м'язових білків. Вимірювання проводили при двох довжинах хвиль: 540 і 490 нм, відповідно на і світлофільтрах. Білки міоглобіну і гемоглобіну інтенсивно поглинають кванти світла вибраних довжин хвиль, тобто кванти яких дорівнюють енергії збудження білкових молекул. Молекулярний коефіцієнт поглинання при цих довжинах хвиль досягає найбільшого значення [2].

При дослідженні впливу аскорбінової кислоти на оптичну щільність (ОЩ) (рис. 7) зразків було встановлено незначне підвищення цього показника при збільшенні концентрації кислоти, що можливо, пояснюється зсувом рН в сторону ізоелектричної точки і відповідним укрупненням молекул. Аналіз залежностей ОЩ систем з прополісом (рис. 8) дозволяє відзначити оптимум при концентрації прополісу 0,048 % до маси м'яса. При цьому оптимум спостерігається лише починаючи з третьої доби зберігання. На початку зберігання значення ОЩ не залежали від концентрації добавки. Початкове внесення меду в систему значно впливає на оптичну щільність зразків, при цьому оптимум світлопоглинання відзначається при концентрації меду 0,4 % до маси м'яса (рис. 9), що може свідчити про можливий вплив вуглеводів, як оптично-активних речовин, на аналізуємий показник. При подальшому зберіганні оптична щільність практично дорівнює нулю і не залежить від концентрації внесеного меду.

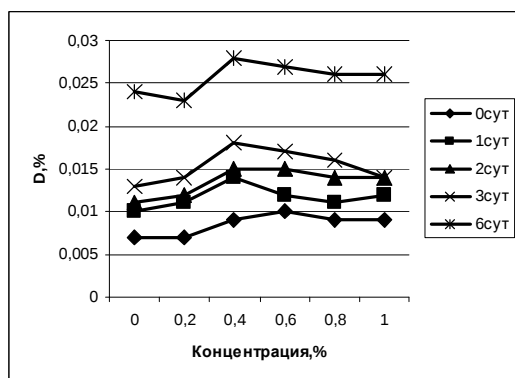


Рис. 7 - Залежність оптичної щільності від концентрації аскорбінової кислоти

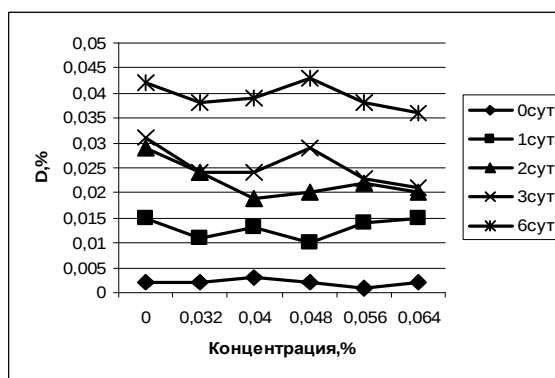


Рис. 8 - Залежність оптичної щільності від концентрації прополісу

Окрім фізико-хімічних показників дослідних зразків аналізували й органолептичні, в тих же концентраційних інтервалах внесених добавок. Було відзначено, що у контролю зовнішній вигляд, кольор, запах, консистенція відповідали нормованим [3] лише протягом однієї-двох діб. Зразки з аскорбіновою кислотою одразу ж після внесення добавки змінювали забарвлення на світло-рожеве. В

концентраційному інтервалі 0,2-0,4 % до маси м'яса забарвлення поверхні, на розрізі змінювалося вже через дві доби, з'являлися плями темно-рожевого кольору. Для зразків з більшим відсотком кислоти аналогічні плями з'являлися після трьох діб зберігання. Характерний автолітичний запах був зафіксований після шести діб зберігання. Дослідні системи з прополісом, незалежно від концентрації, мали запах свіжого м'яса і характерний колір протягом трьох діб зберігання. На шосту добу на їх поверхні з'являлися темно-рожеві плями, змінювався запах – ледь уловимий запах автолітичного розкладання. Внесення меду забезпечило збереження показників, характерних для свіжого м'яса, протягом трьох діб в концентраційному діапазоні 0,4-1,0 % до маси м'яса. Через шість діб вони були аналогічні показникам зразків з прополісом.

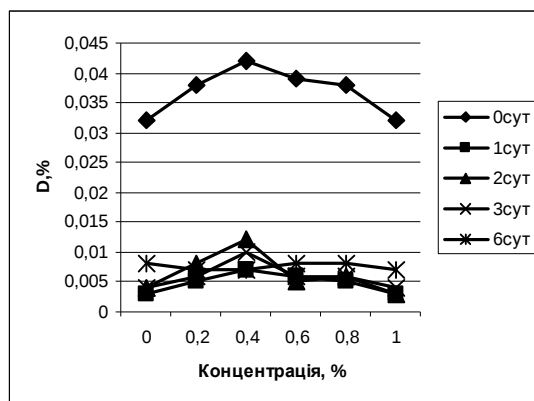


Рис. 9 - Залежність оптичної щільності від концентрації меду

Незважаючи на оптимуми отримані при дослідженні фізико-хімічних показників, вирішальне значення у виборі концентрацій внесення добавок до м'яса мали результати органолептичних досліджень. Для аналізу мікробіологічних показників були вибрані наступні концентраційні точки: 0,4 % аскорбінової кислоти, 0,4 % меду, 0,04 % прополісу.

Значна кількість мікроорганізмів, які викликають псування, в тому числі і хвороботворні, можуть розвиватися при низьких температурах, які відповідають умовам холодильного зберігання. Тому метою наших досліджень в першу чергу було визначення нормованих стандартами мікробіологічних показників.

Для порівняння брали дані ГСТУ 46.020-2002 [3]. Визначення проводилося після зберігання протягом 72 годин (нормативні документи обмежують термін зберігання 36 годинами). Дані наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Мікробіологічні показники досліджуваних зразків

	ГСТУ 46.020-2002	Контроль	Мед	Прополіс	Аскорбінова кислота
МАФАНМ	$5 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^3$	$0,6 \cdot 10^3$	$0,8 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$
E. coli	неприпустимо	–	–	–	–
Salmonella	неприпустимо	–	–	–	+
Clostridium	неприпустимо	–	–	–	–

Аналіз табличних даних показав, що загальна мікробіальна забрудненість у всіх зразків значно нижча ніж нормована. На зразках з медом, прополісом не було виявлено хвороботворних мікроорганізмів, зразки з аскорбіновою кислотою характеризувалися наявністю сальмонел. Тому аскорбінова кислота не може бути рекомендована в якості консервуючої речовини.

Підсумком даної роботи може бути рекомендація щодо використання меду та прополісу в технології виробництва натуральних м'ясних напівфабрикатів для подовження строків зберігання.

Література

1. Андронova Т.И. Здоровье в ваших руках. – Новосибирск: Сибирское книжное издательство. – 2007. – 240 с.

2. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 ч. Ч. 2. Физико-химические методы анализа. – М.: Высш. шк. – 1989. – 384 с.
3. ГСТУ 46.020-2002. Напівфабрикати м'ясні. Технічні умови.

ОБОГАЩЕНИЕ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫМИ ЖИРНЫМИ КИСЛОТАМИ

Патюков С.Д., к.т.н., доцент, Чамова Ю.Д., ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г.Одесса

В работе приведены данные по разработке консервированного печеночного паштета, обогащенного жирными кислотами ряда «омега 3». В качестве источника жирных кислот использованы семена льна.

Data concerning developing of canned liver pate enriched with ‘omega 3’ polyunsaturated fatty acids presented in this paper. Lin seeds were used as a source of polyunsaturated fatty acids.

Ключевые слова: полиненасыщенные жирные кислоты, «омега 3», паштет, мясные консервы, функциональные продукты.

В структуре потребительских предпочтений паштеты занимают немаловажное место. Наибольшим спросом пользуются печеночный, и, в меньшей степени, мясной паштет. Особенностью паштетов является наличие в рецептуре до 30...35 % свиного жира или сливочного масла, характеризующихся достаточно высоким содержанием насыщенных (НЖК) и моновенасыщенных (МНЖК) жирных кислот; полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) составляют 3...10 % [6]. Такое соотношение между указанными группами липидов обуславливает целый ряд негативных эффектов для здоровья человека, в частности, развитие ожирения, атеросклероза, сердечно-сосудистых заболеваний, возрастает вероятность инфарктов и инсультов.

Весьма интересным представляется создание мясных продуктов, обогащенных ПНЖК, особенно содержащих жирные кислоты ряда «омега 3» – эйкозопентаеновую и докозогексаеновую. Эти кислоты в организме человека легко подвергаются биотрансформации соответственно в простагландины PGH_3 и PGI_3 , представляющие собой эйкозаноиды – биогенные вещества, относящиеся к жирным кислотам с 20 атомами углерода, содержащие циклическое ядро. Они повышают реологические характеристики крови за счет снижения адгезии форменных элементов, снижают вязкость крови, улучшают ее микроциркуляцию. При этом снижается риск тромбозов, тромбоэмболий, коронарной болезни сердца и других сердечно-сосудистых заболеваний. При отсутствии кислот $C_{20:5}$ или $C_{22:6}$ в организме человека они продуцируются за счет удлинения углеродного скелета и дегидрогенизации других кислот ряда «омега 3», в первую очередь, альфа-линоленовой. Альфа-линоленовая кислота содержится в льняном масле (до 56 %), в соевом масле (8,5 %) и др. В большинстве видов жиров из «сухопутных» источников преобладают кислоты ряда «омега 6»: линолевая, гамма-линоленовая, арахидоновая и др., из которых продуцируются простагландины других типов. Впрочем, простаглицлин PGI_2 , также являющийся эндогенным ингибитором агрегации форменных элементов крови и антиадгезивным средством, синтезируется из арахидоновой кислоты, однако эта кислота присутствует в чрезвычайно малом количестве в рационе питания (в мозгу и крови животных) и, в основном, синтезируется в организме из линолевой и линоленой кислот.

На рисунках 1 – 4 показано, как из арахидоновой кислоты образуются эйкозаноиды в организме человека.

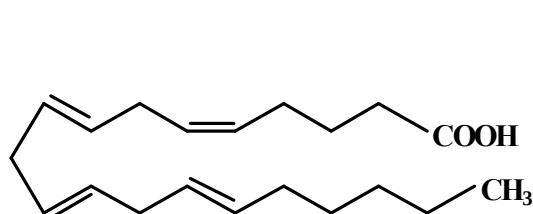


Рис. 1 – Арахидоновая кислота

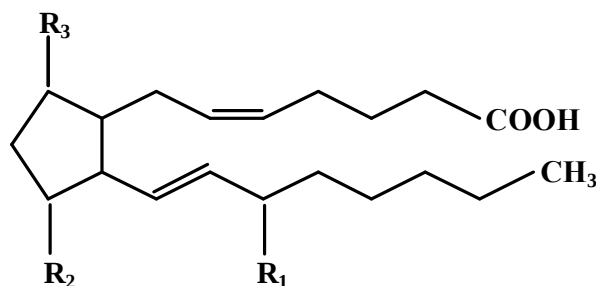


Рис. 2 – Простагландины

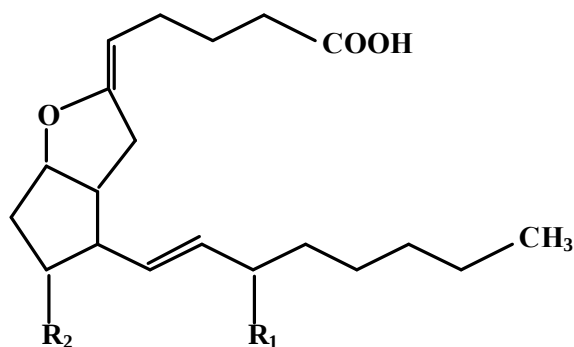


Рис. 3 – Простациклины

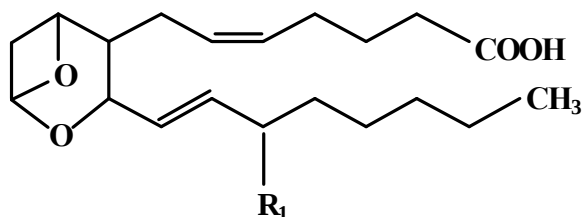


Рис. 4 – Тромбоксаны

Простагландины (рис. 2) и простациклины (рис. 3) являются чрезвычайно сильными эндогенными ингибиторами агрегации форменных элементов крови и антиадгезивными средствами. Они обладают высокой сосудорасширяющей и гипотензивной активностью, улучшают микроциркуляцию крови и предупреждают атеросклеротические изменения сосудов [4]. Для поддержания равновесия в системе свертывания крови в организме человека одновременно с антикоагулянтами и из одних и тех же предшественников синтезируются мощные коагулянты – тромбоксаны (рис. 4).

Физиологическое значение ПНЖК не исчерпывается ролью предшественников эйкозаноидов. Им приписывается важная роль в регуляции лиганд – рецепторных взаимодействий, активности ионных каналов, активности регуляторных ферментов – гуанилатциклазы и протеинкиназы С, они выполняют роль внутриклеточных мессенджеров. Вследствие этого широко проводятся работы по изучению возможности обогащения пищевых продуктов ПНЖК [1,2] и их влиянию на организм человека, особенно для лиц из так называемых «групп риска» – больных сердечно – сосудистыми заболеваниями, перенесших инфаркты и инсульты. Как и следовало ожидать, применение этих продуктов улучшает состояние пациентов, снижает риск серьезных осложнений и повышает продолжительность жизни пациентов [3]. Таким образом, в составе продуктов специального назначения должны присутствовать ПНЖК в чистом виде или в составе их природных источников. Льняные семена представляются одним из наиболее перспективных источников ПНЖК вследствие высокого содержания кислот ряда «омега 3», которое на порядок превышает содержание их в других «сухопутных» источниках. Кроме того, семена льна традиционно применяются как в народной, так и в официальной медицине для коррекции целого ряда заболеваний [5].

Таблица 1 – Жирные кислоты, используемые для синтеза антиагрегантов

Наименование кислоты	Структура кислоты	Антиагрегант
Альфа-линоленовая	ω 3 цис $\Delta^{9,12,15}$ C _{18:3}	Простагландин PGH ₃ Простациклин PGI ₃ Простагландин PGH ₃
Эйкозопентаеновая	ω 3 цис $\Delta^{5,8,11,14,17}$ C _{20:5}	
Докозогексаеновая	ω 3 цис $\Delta^{4,7,10,13,16,19}$ C _{22:6}	
Эйкозотриеновая	ω 6 цис $\Delta^{8,11,14}$ C _{20:5}	Простагландин PGE ₁
Линолевая	ω 6 цис $\Delta^{9,12}$ C _{18:2}	Простациклин PGI ₂ Простагландин PGH ₂
Гамма-линоленовая	ω 6 цис $\Delta^{6,9,12}$ C _{18:3}	
Арахидоновая	ω 6 цис $\Delta^{5,8,11,14}$ C _{20:4}	

Примечание: В обозначении эйкозаноидов цифра обозначает количество двойных связей в боковой цепи.

Авторами разработана технология консервированных печеночных паштетов, обогащенных ПНЖК. Выбор консервов, как носителя функционального ингредиента, обусловлен удобством хранения и транспортировки, консервированные продукты удобно применять как в быту, так и в условиях медицинских учреждений.

Целью работы явилась разработка рецептуры и технологии производства печеночного паштета, содержащего повышенное количество ПНЖК, который по своим органолептическим, физико-химическим и реологическим показателям максимально приближен к традиционной продукции. В

качестве контрольных образцов выбраны паштеты из говяжьей и куриной печени, в качестве источника ПНЖК – измельченные семена льна.

На первом этапе было исследовано влияние измельченных семян льна на физико-химические и реологические показатели печеночного паштета.

Внесение измельченных семян льна приводит к незначительному снижению pH продукта (рис.5). Это снижение практически не влияет на органолептические и другие показатели. Что касается возможного влияния на процесс тепловой стерилизации консервов, то, как известно, эффективность стерилизации при снижении pH возрастает, поэтому нет необходимости в пересмотре режимов стерилизации в сторону ужесточения.

Семена льна содержат не только значительное количество жира, но достаточно много высоко гидрофильных веществ, что издавна используется в народной медицине для приготовления из семян льна густых, вязких отваров, применяемых для лечения широкого круга заболеваний. Чрезвычайно высокая гидрофильность семян льна приводит к резкому увеличению влагосвязывающей способности (ВСС) паштета (рис. 5). Печень, которая является главным компонентом паштета, характеризуется высокой жиросвязывающей способностью (ЖУС), но низкой ВСС. Введение семян льна приводит к значительному увеличению ВСС. Это уменьшает вероятность появления при термообработке и последующем хранении и транспортировке дефектов, связанных с отделением влаги.

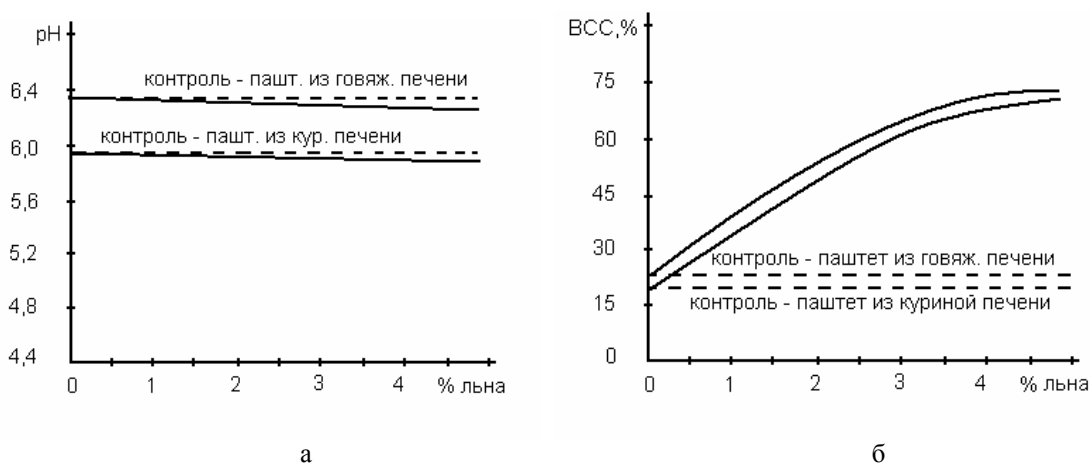


Рис. 5 – Влияние семян льна на pH (а) и влагосвязывающую способность (б) печеночного паштета.

Однако, наряду с положительными эффектами, это приводит и к негативным эффектам. В частности, наблюдается резкое – с менее, чем 1 кПа до почти 17 кПа – увеличение предельного напряжения сдвига (ПНС) паштета при введении сухих измельченных семян (гидро модуль замачивания 0) (рис. 6).

Характер изменения ПНС близок к экспоненциальной зависимости. Поскольку свободная и слабосвязанная влага выполняют функцию смазки между слоями продукта, рост ВСС приводит к практически полной потере пластичности продукта. Это нежелательно как с точки зрения органолептики продукта – паштет теряет способность к намазыванию, так и с точки зрения нарушения режимов работы технологического оборудования, в первую очередь насосов и дозаторов. По мере роста гидро модуля (ГМ) происходит снижение ПНС паштета. При ГМ около 6,0...6,5 наблюдается полная гидратация семян льна и ПНС паштета приближается к значению традиционных образцов. Увеличение ГМ свыше 6,5 нецелесообразно, так как при этом происходит снижение концентрации ценных компонентов в готовом продукте.

Изучение влияния условий подготовки измельченных семян льна на ПНС паштета показало, что продолжительность гидратации должна составлять не менее одного часа, а температура – не менее 90 °С, при этом пластичность паштета соответствует контролю. Введение семян льна, подготовленных в рекомендуемых условиях, позволяет стабилизировать реологические показатели паштета на уровне традиционного продукта, при этом ПНС практически не зависит от содержания добавки в продукте. Пунктирными линиями на рисунке 6 показаны линии равного значения ПНС с шагом в 1 кПа.

Таким образом, на основании оценки зависимости функциональных свойств добавки от условий подготовки, а также изучения влияния льна на свойства паштета, разработаны режимы предварительной подготовки добавки.

На следующем этапе было изучено влияние семян льна, подготовленных в рекомендуемых условиях, на органолептические показатели паштета. Установлено, что добавка льна в количестве до 5 % приводит к увеличению нежности продукта и уменьшению субъективно отмечаемой крупинчатости, вероятно, вследствие обволакивания крупинки печени гелеобразной массой набухшего льна. Общая оценка продукции (усредненные данные по паштету из говяжьей и куриной печени) возрастает с 8,0 до 8,6 баллов по 9 бальной шкале ВНИИМПа. Увеличение содержания добавки свыше 5 % приводит к снижению вкуса и аромата паштета. Таким образом, рекомендуемая доза семян льна составляет 5 %.

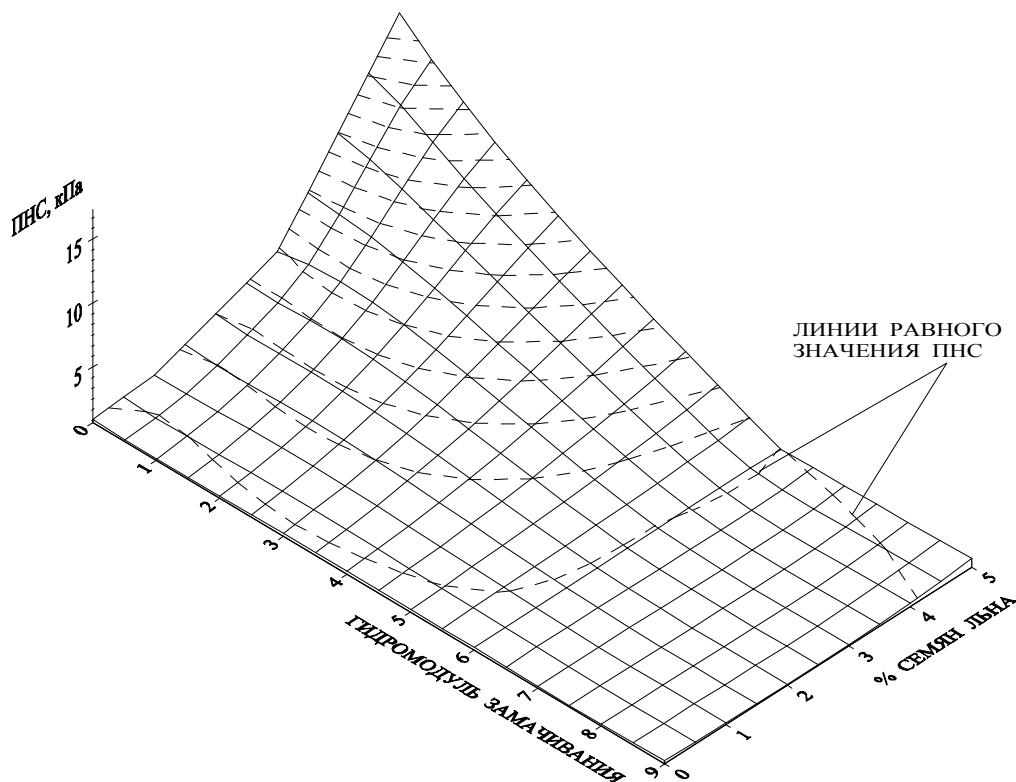


Рис. 6 – Влияние дозы семян льна и гидромодуля их замачивания на предельное напряжение сдвига паштета из говяжьей печени

Изучение прогреваемости центральных слоев продукта, помещенного в жестебанку № 3, показало увеличение теплопроводности и температуропроводности паштета с добавкой гидратированных семян льна и повышение за счет этого эффекта летальности для жестебанки № 3 с 4,2 до 4,4 условных минут.

Микробиологические исследования консервов в жестебанке №3, простерилизованных по режиму 20-65-20/113, традиционному для печеночного паштета, показали, что консервы соответствуют требованиям промышленной стерильности и нет необходимости корректировать режимы стерилизации по сравнению с общепринятыми.

Выводы

1. Подобран оптимальный источник полиненасыщенных жирных кислот ряда «омега 3» – семена льна.
2. Изучено влияние семян льна и способа их подготовки на физико-химические, реологические и технологические показатели печеночного паштета.
3. Установлена оптимальная дозировка семян льна в печеночном паштете, равная 5 %.
4. Показано, что традиционный режим стерилизации печеночного паштета может быть применен для нового продукта.

Литература

1. Ansorena D., Astiasaran I. The use of linseed oil improves nutritional quality of the liquid fraction of dry fermented sausages // Food Chem. - 2004. - v.87, N1, p.69-71.

2. Ansorena D., Astiasaran I Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants // Meat Sci. – 2004. - v.67, N2, p.237-244.
3. Marchioli R., Barzi F., Bomba E. Early protection against sudden death by n-3 polyunsaturated fatty acids after myocardial infarction // Circulation. - 2002. - v.105, N 16, p.1897-1903.
4. Машковский М.Д. Лекарственные средства (в 2-х томах). - Харьков: Торсинг, 1997. - т.1 - 560 с., т.2 - 592 с.
5. Справочник врача общей практики / Под ред. Н.Р. Палеева. - М.: ЭКСМО-Пресс, 2001.- т.1 - 928 с., т.2 - 992 с.
6. Химический состав пищевых продуктов / Под ред. И.М.Скурихина и В.А.Шатерникова. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. - 328 с.

УДК 621.928.23:664-492.3

МЯСНЫЕ РУБЛЕННЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ С ДОБАВКОЙ СОЕОВОГО БЕЛКОВО-ЖИРОВОГО ОБОГАТИТЕЛЯ

Калугина И.М., канд. техн. наук, доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В данной статье приводится обоснование использования соевого белково-жирового обогатителя в мясные рубленые полуфабрикаты. Представлены результаты исследований структурно-механических свойств пищевых масс с добавками СБЖО.

In given article the substantiation of use soya belkovo-fatty in meat half-finished products is resulted. Results of researches of structurally-mechanical properties of food weights with additives.

Ключевые слова: соевый белково-жировой обогатитель (СБЖО), предельное сопротивление сдвигу, удельное сопротивление отрыву.

Сегодня в пищевой промышленности широко используют продукты переработки сои такие , как изоляты и концентраты соевых белков, соевая мука, текстурированные соевые белки. Благодаря своим многофункциональным технологическим качествам текстурированные соевые белки используют при изготовлении широкого ассортимента продуктов питания. По традиции технологии производства текстуратов основаны на применении в качестве исходного сырья обезжиренной соевой муки. Новые текстурированные продукты находят широкое применение в мясной промышленности, диетическом питании и др. Вследствие того, что натуральные продукты из сои не содержат лактозу и холестерин, их предназначение не исчерпывается только использованием в обычных видах питания, но и распространяется на специальное и диетическое питание. Они незаменимы в диете лиц, страдающих пищевой аллергией на животные белки и, в частности, непереносимостью молока, лиц, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, являются уникальным диетотерапевтическим средством для больных диабетом и безусловно должны быть включены в рацион людей, страдающих ожирением. Соевый белково-жировой обогатитель (СБЖО) является продуктом переработки соевых бобов. Питательные качества белков сои определяются двумя факторами: составом незаменимых аминокислот и усвояемостью. Соевый белок содержит до 20 заменимых и незаменимых аминокислот и усваивается организмом на 70 %.

В 100 г СБЖО содержится:

- белок – 37-39 %;
- жир – 13-15 %;
- фосфолипиды – 5 %;
- пищевые волокна – 17-19 %;
- холестерин – 0 % – витамины (мг/кг): В₁ – 7,4; В₂ – 15,8; В₃ – 15,8; В₅ – 37; В₆ – 6; Е – 151,2;
- макроэлементы (г/кг): Са – 4,2; Р – 6,8; Mg – 2,8; К – 15; Na – 5,8; S – 2,6;
- микроэлементы (мк/кг): железо – 13,5; медь – 13,6; цинк – 30,4; марганец – 28,5.

СБЖО обладает рядом свойств, благоприятно влияющих на организм человека:

- лишен антипитательных, токсических и специфически пахнущих веществ, присутствующих в сырой сое;
- способствует выведению из организма холестерина, желчных кислот, микробных токсинов;

- предотвращает развитие атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний, рака, диабета и желчнокаменной болезни;
- богат незаменимыми жирными ненасыщенными кислотами, содержит много фосфолипидов, что способствует улучшению функциональной активности печени;
- обладает диетическими свойствами.

СБЖО может применяться в составе многих пищевых продуктов (мясных, молочных, кондитерских, хлебобулочных, масложировых и прочих). В нашем случае СБЖО использовали в качестве добавки в мясные рубленые изделия с целью повышения биологической ценности кулинарных изделий, снижения их себестоимости, расширения ассортимента физиологически ценных продуктов питания для населения. В качестве объектов исследования использовали котлеты, рубленые из говядины и из индейки. Добавки СБЖО вводили в рецептуру изделий, заменяя сырье животного происхождения – говядину и мясо индейки.

Для разработки технологии кулинарных изделий исследовали изменение физико-химических показателей пищевых масс с введением добавок СБЖО.

Результаты исследований изменения плотности ρ , кг/м³, предельного сопротивления сдвигу τ , кПа, удельного сопротивления отрыву T , кПа, представлены соответственно, на рис.1, 2, 3 и 4.

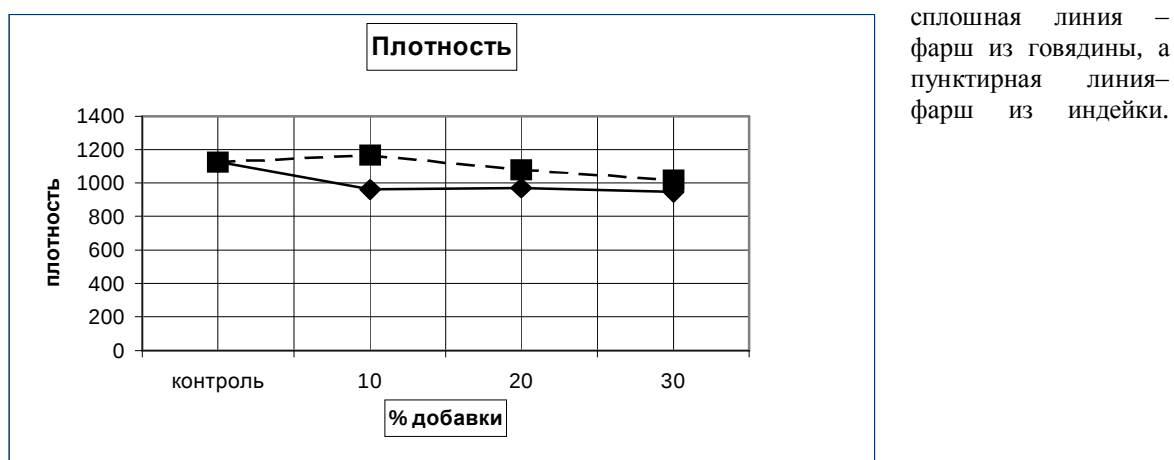


Рис. 1 – Зависимость плотности пищевых масс ρ , кг/м³ полуфабрикатов от процентного содержания добавок СБЖО a , %

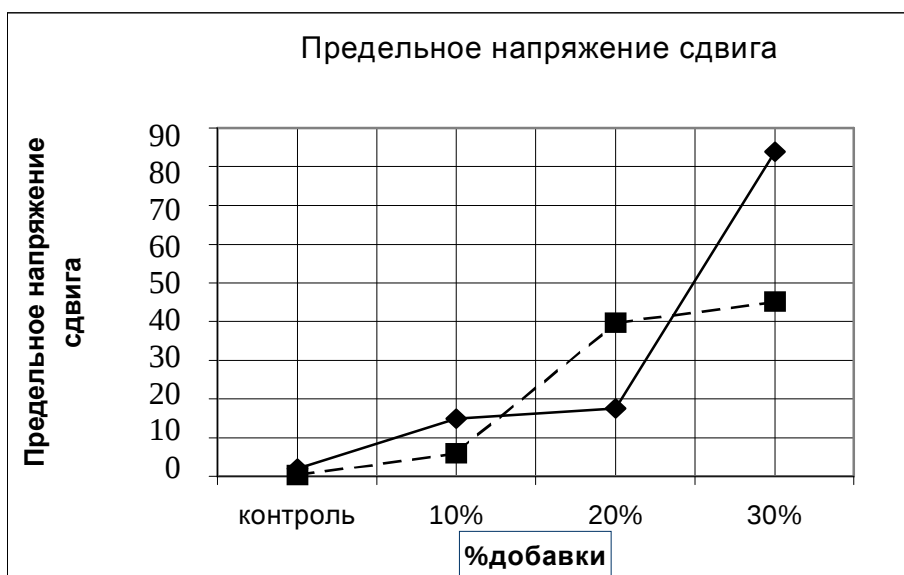


Рис. 2 – Зависимость предельного сопротивления сдвигу t , кПа пищевых масс от процентного содержания добавок СБЖО а, %

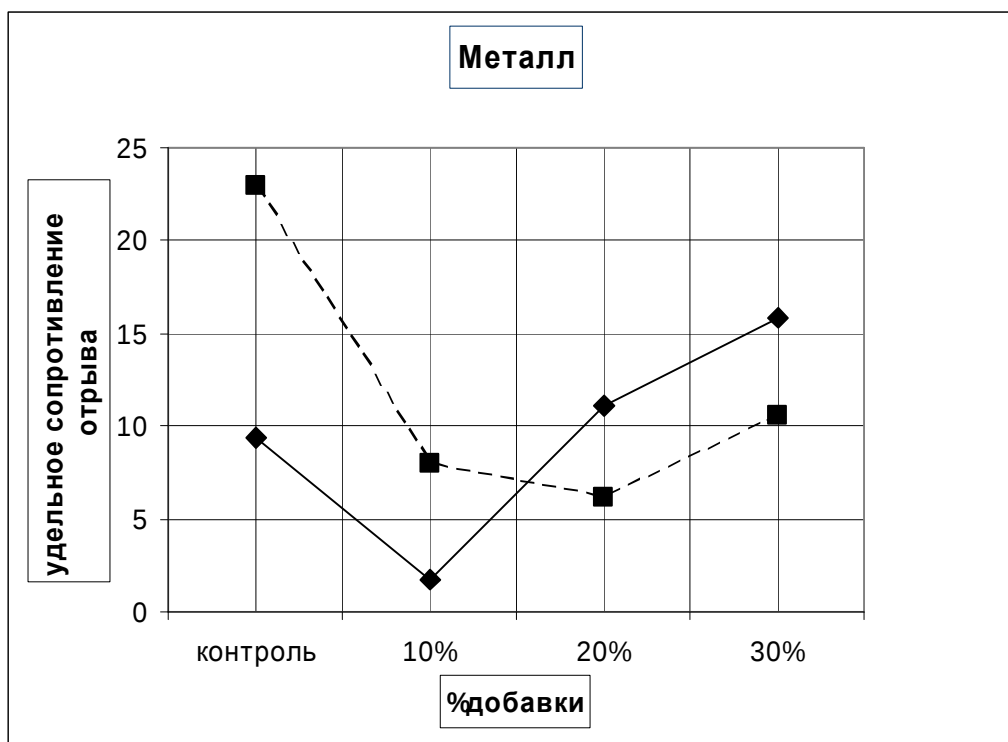


Рис. 3 – Зависимость удельного сопротивления отрыву T , кПа пищевых масс от процентного содержания добавок СБЖО а, % при контакте с металлической поверхностью

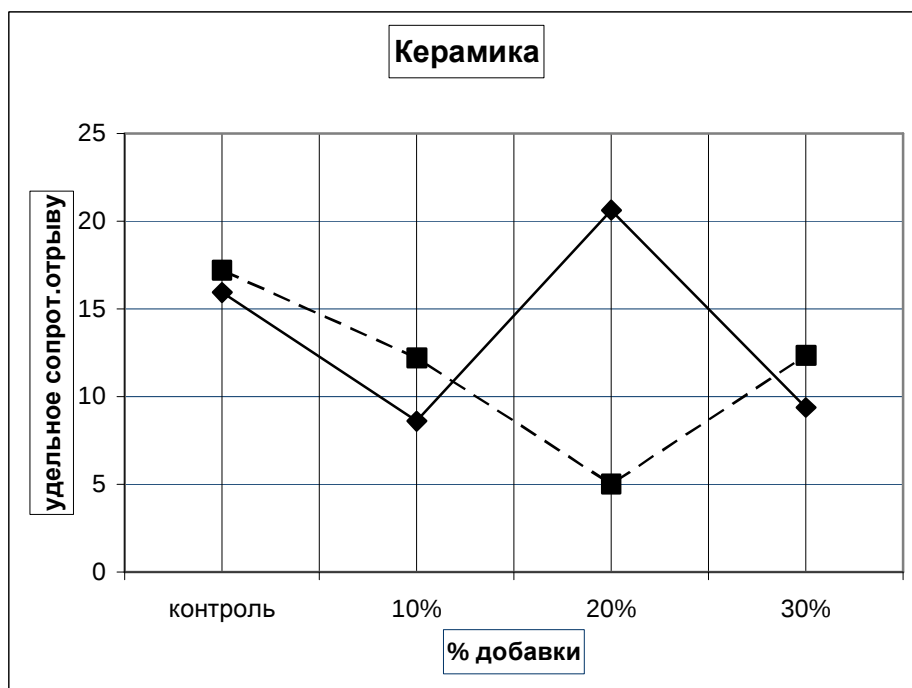


Рис. 4 – Зависимость удельного сопротивления отрыву T , кПа пищевых масс от процентного содержания добавок СБЖО а, % при контакте с керамической поверхностью

Выводы

Анализируя представленные выше зависимости можно сделать вывод, что с введением добавок СБЖО увеличивается значение величины предельного сопротивления сдвигу, это может быть объяснено тем, что белок мяса заменяется добавкой, с высокими гелеобразующими и влагоудерживающими способностями. Введение добавки позволяет улучшить текстуру мясных систем и консистенцию продукта. Оптимальным является содержание добавки СБЖО в количестве 20 % как в говяжьем фарше, так и в фарше из индейки. Дальнейшее повышение предельного сопротивления сдвигу показывает, что фарш становится более плотным, а готовое изделие твердым, что не позволительно по органолептическим показателям.

Из рис.3,4 видно, что с введением 10 % и 20 % добавки СБЖО, соответственно, в говяжий фарш и фарш из индейки адгезия пищевых масс снижается, что является благоприятным фактором, так как при этом масса не будет прилипать к рабочим органам формующих машин. При этом говяжий фарш лучше формовать на машинах с металлической облицовкой рабочих органов, а для снижения адгезии фарша из индейки можно рекомендовать облицовку рабочих органов формующих машин керамикой.

Плотность фаршей (рис.1) уменьшается с увеличением процентного содержания добавок СБЖО, что играет немаловажную роль при производстве кулинарных изделий, так как готовые изделия приобретают более рыхлую и сочную консистенцию. По результатам исследований можно сделать вывод, что оптимальным является введение 20 % добавки СБЖО в мясные рубленые полуфабрикаты, так как при улучшаются их структурно-механические характеристики.

Литература

1. Побережная О.Н., Здешнева Г.Ф., Бозаджиев Л.Л., Скрипник Д.Г. «Актуальные вопросы биологии, химии и экологии: наука и образование» Издательство МГОПУ.2004г.
2. Битугева Э.Б., Антипова Л.В. «Все о мясе».2005 г.№1
3. Закамская Л.Л. «Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов» 2004г. №4.

УДК 637.52.633.1.002.35

ЗАМОРОЖЕННЫЕ МЯСНЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ ПОНИЖЕННОЙ КАЛОРИЙНОСТИ

Глушков О.А., аспирант, Шарпе А.А., Малышко Т.С., преподаватель
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Разработана технология замороженных мясных полуфабрикатов пониженной калорийности за счет введения растворимых и нерастворимых полисахаридов. Показано высокое качество новых продуктов.

Freezed semi-prepared meat products of low-calorie were developed on water-soluble and water-insoluble polysaccharides base. High quality of the new products was confirmed.

Ключевые слова: замороженные мясные полуфабрикаты пониженной калорийности, стабилизирующие добавки, гидроколлоиды, растворимые нерастворимые полисахариды.

Представленная работа является продолжением исследований, посвященных использованию гидроколлоидов, растворимых и нерастворимых полисахаридов в качестве стабилизаторов свойств замороженных мясных полуфабрикатов [1]. Жировая составляющая обязательно присутствует в рецептуре мясных продуктов и играет активную роль в формировании их потребительских свойств.

В замороженных продуктах длительного хранения, порчу продукта инициируют жировой компонент. Кроме того, при разработке продуктов с полисахаридами появляется возможность снизить их энергетическую ценность за счет снижения массовой доли жира. Структурно-механические свойства мясных продуктов – органолептика и выход, также зависят от содержания жира.

Цель данной работы – разработка замороженных полуфабрикатов пониженной калорийности на основе использования растворимых и нерастворимых полисахаридов.

Основная задача в установлении рациональной массовой доли жира. В нашем случае, это заключалось в определение минимального количества жира с сохранением высоких органолептических показателей и минимальных потерь массы после тепловой обработки. С этой целью было проведено исследование структурно-механических и органолептических свойств мясных систем с фиксированной массовой долей разработанных видов добавок после замораживания-размораживания и тепловой обработки, а также потерь массы, в зависимости от жиросодержания. Жир вводили в опытные образцы фаршей с добавлением в диапазоне, используемом в технологии рубленых полуфабрикатов – 5–25 % к массе мяса с шагом 5 %.

В качестве стабилизирующих добавок использовали установленные в предыдущих исследованиях виды полисахаридов:

- растворимых: камедь рожкового дерева (кароб), камедь гуара;
- нерастворимых: шрот тыквы, пшеничный зародыш.

Результаты представлены на рис 1.

Полученные данные свидетельствуют о том, что внесение жира, как в контрольные, так и в опытные образцы влияет на все исследуемые показатели.

Напряжение среза, характеризующее консистенцию после термической обработки, в образце без добавок снижается с увеличением массовой доли жира. Потери массы соответственно возрастают на 3–4 %. Органолептические показатели улучшаются и достигают максимума при введении 20 % жира.

В серии экспериментов с образцами, содержащими добавки камеди рожкового дерева 1 % и смеси гуара 0,25 % с камедью рожкового дерева 0,25 %, установлено следующее. Наилучшие органолептические показатели установлены при введении 10 % жира. Значения напряжения среза в диапазоне 5–10 % жиросодержания изменяются незначительно. Потери массы при этом минимальные. Рациональная массовая доля жира в мясных системах с рекомендуемыми добавками гидроколлоидов может составлять 8–10 % к массе мяса.

Данные, представленные на рис 2, характеризуют модельные системы с нерастворимыми полисахаридами при различном жиросодержании. Образцы отличаются меньшими потерями массы, стабильностью консистенционных свойств при введении жира, чем образцы с гидроколлоидами. Это, возможно, связано с их высокими жиростойкими свойствами, особенно у образцов со шротом тыквы. Лучшие органолептические показатели отмечены при жиросодержании 7–9 % К. Таким образом, содержание жира можно уменьшить без снижения качественных характеристик замороженных мясных систем при введении гидроколлоидов до 8–10 %; шротом тыквы и пшеничного зародыша – до 7–9 %.

Полученные данные использованы при разработке рецептур замороженных полуфабрикатов, котлет, фрикаделек.

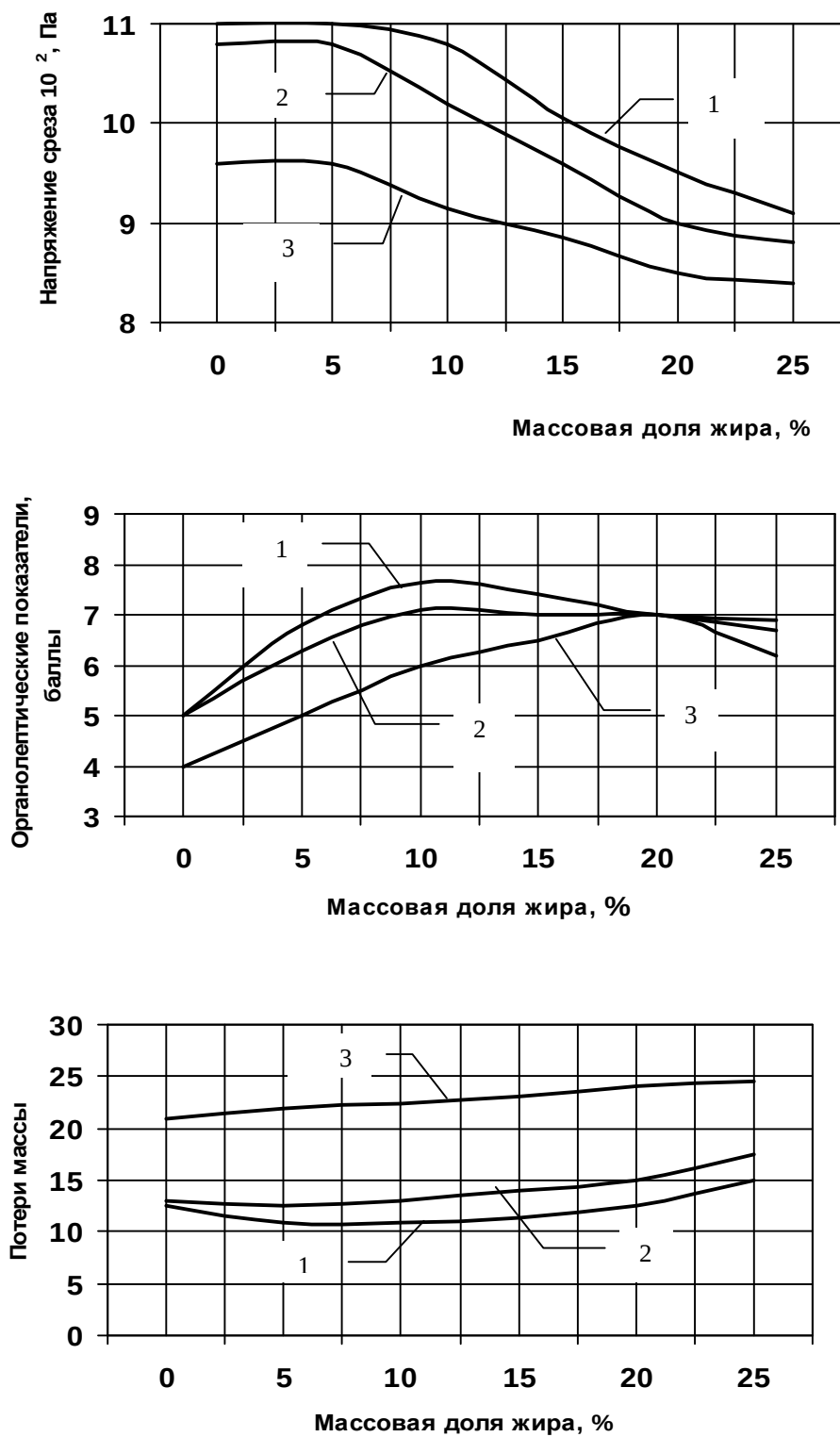
Полуфабрикаты, изготовленные по разработанным рецептурам, исследовали по химическому составу, функционально-технологическим свойствам и органолептическим показателям. Контролем служили традиционные изделия – котлеты «Домашние» и фрикадельки «Киевские». Результаты представлены в таблице.

В состав рецептуры котлет № 1 введена камедь рожкового дерева 1 %, в № 2 – камедь рожкового дерева 0,25 % + гуаровая камедь 0,25 %. Фрикадельки, изготовленные по рецептуре № 1, содержат 5 % шрота тыквы, а № 2 – 5 % зародыша пшеницы.

Как видно из полученных данных, опытные образцы полуфабрикатов отличаются более высоким содержанием белка, что обусловлено повышением в рецептуре массовой доли мышечной ткани. Существенно снижено содержание жира: в образцах с гидроколлоидами до 7,7–7,8 %, а в образцах со шротом тыквы и пшеничным зародышем до 5,9 и 6,1 % соответственно против 26 % в контроле. Энергетическая ценность котлет при этом снижена на 61 %, а фрикаделек – на 51 %, что позволяет отнести их к изделиям пониженной калорийности. В образцах с нерастворимыми полисахаридами установлено наличие клетчатки 3,5–3,7 %.

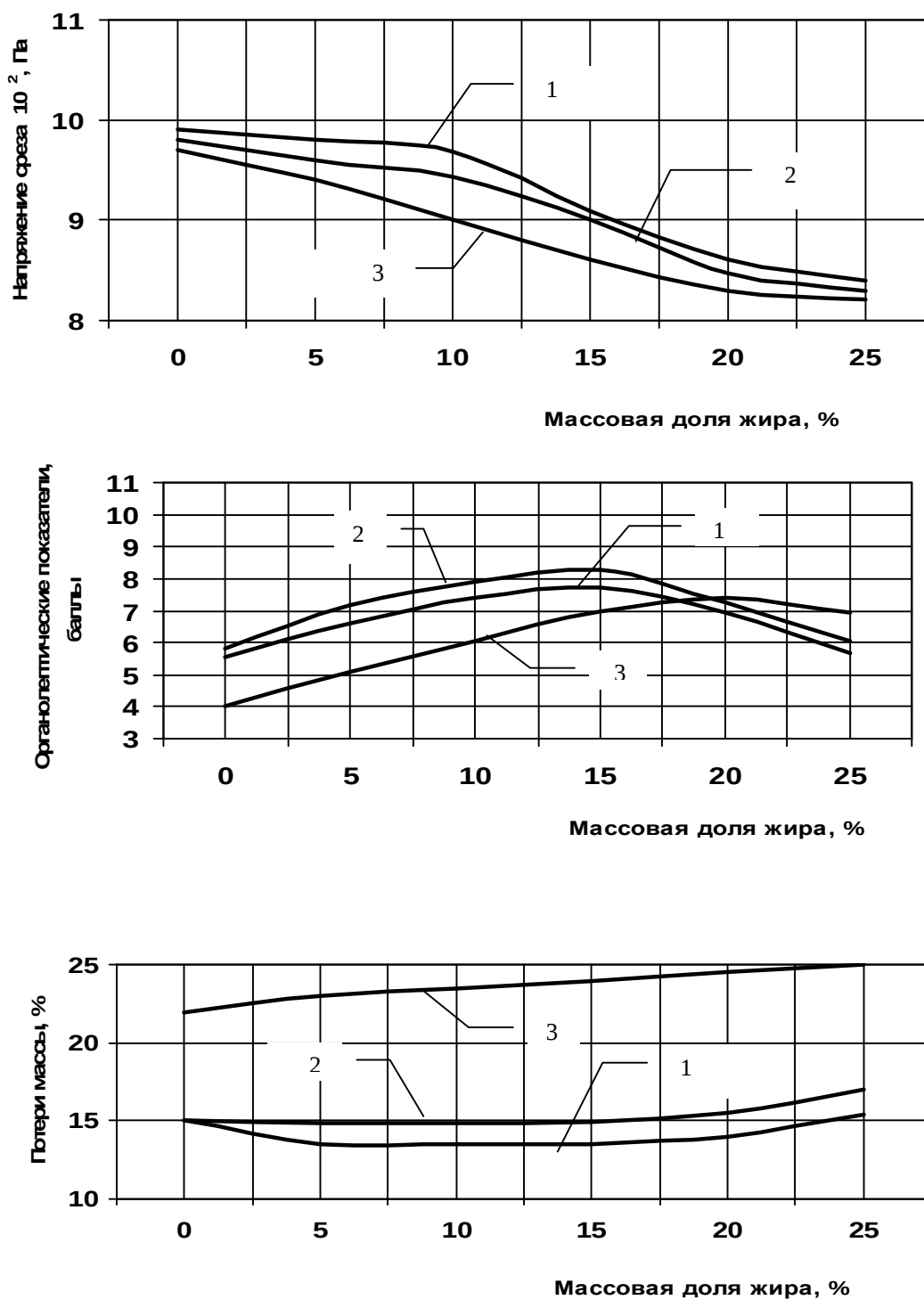
Изделия, изготовленные по новым рецептурам, имеют более высокие органолептические показатели, обусловленные сохраненной после тепловой обработки формой, хорошей консистенцией и сочностью. Благодаря высокой водоудерживающей способности содержание влаги во всех опытных образцах выше контроля, а потери массы при термообработке на 3,5–4,7 % меньше.

Таким образом, показана возможность получения замороженных полуфабрикатов пониженной энергетической ценности и высокого качества на основе использования камедей, шрота тыквы и пшеничного зародыша.



1 – со шротом тыквы; 2 – зародышами пшеницы; 3 – контроль.

Рис. 1 – Влияние массовой доли жира на структурно–механические, органолептические свойства и потери массы модельных образцов



1 — кароб; 2 — кароб+гуаровая камедь; 3 — контроль.

Рис. 2 – Влияние массовой доли жира на структурно-механические, органолептические показатели и потери массы модельных образцов с гидроколлоидами

Таблица — Основные качественные характеристики замороженных полуфабрикатов пониженной калорийности

Наименование показателя	Котлеты			Фрикадельки		
	Контроль	Опытные образцы		Контроль	Опытные образцы	
	«Домашние»	Рецептура № 1	Рецептура № 2	«Киевские»	Рецептура № 1	Рецептура № 2
Влага, % $\pm 1,1$	59,9	69,2	68,9	57,0	65,6	66,0
Белок общий, % $\pm 1,0$	10,5	14,4	14,8	14,9	18,3	18,4
Жир, % $\pm 0,2$	21,0	7,8	7,7	26,0	5,9	6,1
Зола, % $\pm 0,1$	2,5	2,6	2,7	2,1	2,4	2,3
Углеводы, % в т. ч.: крахмал $\pm 0,2$ клетчатка $\pm 0,01$	6,1 0,03	6,0 0,03	5,9 0,03	— 0,01	0,2 3,7	0,1 3,5
Энергетическая ценность, ккал	254	151	152	297	144	145
Напряжение среза 10^2 , Па ± 1	9,1	9,2	9,4	9,6	10,4	10,5
Потери при термообработке, % $\pm 0,9$	10,2	5,6	5,5	17,2	14,1	13,7
Органолептическая оценка, баллы $\pm 0,7$:						
Внешний вид	7,4	8,2	8,4	7,6	8,3	8,4
Цвет на разрезе	8,2	8,2	8,2	8,1	8,1	8,1
Вкус	7,9	7,9	8,0	7,9	8,0	8,1
Сочность	7,3	8,5	8,5	7,2	7,9	8,0
Общая оценка	7,7	8,2	8,3	7,7	8,1	8,2

Литература

1. Віннікова Л.Г. Вплив гідроколідів на функціонально-технологічні властивості швидкозаморожених м'ясних систем. // Л.Г. Віннікова, О.А. Глушков, Н.М. Поварова, К.Д. Янкова / Зб. наук. пр. "Прогресивні техніка та технології харчових виробництв". – Харків, ХДУХТ, 2008. – (Прийнята до друку).

УДК 637.661.002.35

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И САХАРОВ НА СОСТОЯНИЕ ГЕМОВОГО ЖЕЛЕЗА КРОВИ УБОЙНЫХ ЖИВОТНЫХ

Луконина И.Н., канд. техн. наук, доцент, Шлапак Г.В., аспирант, Ефимук Л.П., магистр
Одесская национальная академия пищевых технологий
Куев В.Л., канд. техн. наук, ст. научн. сотр. НПЦ "Биофарм", г. Одесса
Брусиловский Ю.Э., ведущий инженер ФХИ им. Богатского, НАН Украины, г. Одесса

Проведены исследования влияния органических кислот и сахаров на состояние гемового железа убойных животных. Показано, что стабильность оксиформ гемоглобина при хранении зависит от природы введенных веществ и их концентрации. Отмечено, что среди изученных кислот, наиболее

эффективное воздействие на гемовое железо оказывает аскорбиновая кислота в концентрации 0,05 %. Исследуемые сахара - сорбит и фруктоза оказывают положительное влияние на гемовое железо в концентрации 1,0-1,5 %. Данная работа свидетельствует о целесообразности использования полученных результатов в производстве кровепродуктов и мясопродуктов.

Researches of influencing organic acids and sugars on the state iron of slaughter animals are conducted. It is routine that stability of oxidized hemoglobin at storage depends on nature of the entered matters and their concentration. It is marked that among the studied acids, one of the effective influence on hemoglobin iron is rendered by ascorbic acid in the concentration 0,05 %. Explored sugar - sorbit and fructose has positive influence on hemo iron in the concentration 1,0-1,5 %. This work testifies about the expedience of use results in production of bloodproducts and meatproducts.

Ключевые слова: гемовое железо, кровь убойных животных, оксигемоглобин, метгемоглобин, органические кислоты, сахара, оптическая плотность.

В связи с ухудшением экологической обстановки на Украине в последние годы наблюдается рост заболеваемости населения различными формами анемий. Наиболее широкое распространение получила железодефицитная анемия, которая составляет около 80 % от всех форм анемий. Она связана с недостатком железа в организме, вследствие чего нарушается процесс гемоглобинообразования [1, 2].

Главным источником поступления железа в организм является пища. В пищевых продуктах железо может быть в следующих формах: органической (гемовое) и неорганической – в виде минеральных солей. Гемовое железо содержится в мясном сырье – мясе и субпродуктах различных видов животных и крови, а также в мясных продуктах: паштетах, кровяных колбасах, консервах и др [3]. Неорганическое железо входит в состав растительного сырья, например, круп, овощей и фруктов.

Усвояемость железа организмом зависит от его формы, состояния и наличия витаминов. Учеными-медиками показано, что на повышение усвояемости железа организмом влияют такие кислоты, как аскорбиновая, янтарная, лимонная, пировиноградная; из сахаров – фруктоза и сорбит; из витаминов – витамин С и витамины группы В. Обеспеченность витаминами С и В₂ влияет на всасывание и транспорт железа, витамин В₆ участвует в синтезе гема, фолиевая кислота и витамин В₁₂ – в эритропоэзе [4, 5].

Процесс усвоения разных форм железа является сложным и механизм его недостаточно изучен. Препятствуют всасыванию железа фосфаты, фитины и щавелевая кислота, которые содержатся в зерновых, бобовых продуктах и некоторых овощах.

Степень усвоения железа зависит от его количества и биодоступности, которую можно повысить, используя различные активаторы: органические кислоты, цистеин, сахара, никотинамид. Активаторы способствуют увеличению содержания двухвалентного железа, которое лучше усваивается организмом человека. В то же время двухвалентное железо является неотъемлемой частью окислительно-восстановительной системы: $Fe^{+2} \rightleftharpoons Fe^{+3}$. Однако, в литературе не найдены данные, позволяющие установить влияние различных веществ на редокс – состояние гемового железа.

Нами проведена работа с целью установления влияния органических кислот и сахаров на состояние гемового железа крови убойных животных.

В качестве объектов исследования использовали стабилизированную говяжью и свиную кровь, полученную на ЧП “Гармаш” (Александровский мясокомбинат); органические кислоты – аскорбиновую, лимонную и янтарную различных концентраций: от 0,05 % до 2 %; сахара – фруктозу и сорбит, концентраций от 0,5 % до 5 %.

Состояние гемового железа определяли спектрофотометрическим методом на СФ-56 с длиной оптического пути 10 мм, величину рН – потенциометрическим методом на универсальном иономере ЭВ-74; органолептическую оценку – по цвету и консистенции. Кровь хранили при температуре от 0 °С до 4 °С в течении трех-пяти суток.

Оптическую плотность определяли в растворах крови в соотношении кровь – вода 1:50 и 1:60, которые служили контрольными образцами, а также добавляли в растворы крови органические кислоты и сахара, которые были использованы в качестве опытных образцов. Измерение проводили при следующих длинах волн: 505, 536, 575 и 636 нм, которые отражают состояние гемового железа. Гемоглобин и его производные – оксигемоглобин и метгемоглобин можно определить по характерным для них спектрам поглощения. Оксигемоглобин представляет собой соединение, насыщенное кислородом, и имеет два максимума поглощения при длинах волн 536 и 575 нм. Гем оксигемоглобина содержит двухвалентное железо.

При воздействии на оксигемоглобин сильных окислителей из него образуется метгемоглобин, в котором железо содержится в окисленной форме, т.е. в трехвалентном состоянии. Метгемоглобин имеет два максимума поглощения – при длинах волн 505 и 636 нм. Он придает растворам или продукту коричневый цвет.

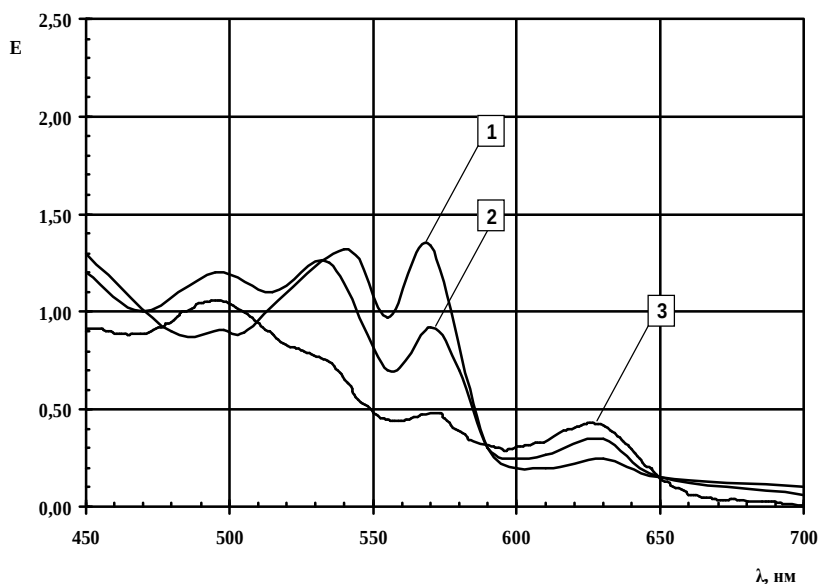
Результаты спектрофотометрических исследований показали, что после убоя животного и проведения процесса обескровливания происходит насыщение крови кислородом воздуха и она приобретает ярко-красный цвет, характерный для оксигемоглобина. Об этом свидетельствуют два максимума поглощения при длинах волн 536 и 575 нм. Следует отметить, что при хранении крови в течение трех – пяти суток незначительно снижалась ее оптическая плотность, но гемовое железо находилось, в основном, в двухвалентном состоянии. Следовательно, кровь характеризуется высокой степенью стабильности и представляет собой равновесную, обратимую систему. Величина pH крови, по данным результатов измерений, находилась в узких пределах: 7,35 – 7,41.

Для определения оптимальных концентраций исследуемых веществ были проведены поисковые опыты, которые показали, что диапазон выбранных концентраций следует ограничить. Отмечено, что добавление органических кислот более 0,5 % и сахаров более 2 % приводит к расслоению растворов крови, их помутнению и выпадению осадка. В связи с этим в дальнейших экспериментах использовали для органических кислот следующие концентрации: для аскорбиновой кислоты от 0,05 % до 0,15 %, для лимонной и янтарной кислот от 0,1 % до 0,5 %, для сахаров от 1,0 % до 2,0 %. При выборе концентрации кислот и сахаров основывались на рецептурных данных, применяемых для производства мясных продуктов.

Исследования влияния концентраций аскорбиновой кислоты на модельных системах крови показало, что увеличение концентрации аскорбиновой кислоты с 0,05 до 0,15 % приводило к снижению количества оксигемоглобина. Это объясняется тем, что введенная аскорбиновая кислота окисляется в присутствии кислорода воздуха, который находится в избытке в этой системе. Вследствие окисления она способствует образованию промежуточного продукта — перекиси водорода. В тоже время перекись водорода, находясь во взаимодействии с двухвалентным железом, образует классическую систему – реактив Фентона, которая продуцирует промежуточные свободнорадикальные частицы, снижающие концентрацию оксиформ гемоглобина, что и наблюдалось в эксперименте. При этом величина pH снижалась соответственно концентрации аскорбиновой кислоты и составила 7,16 – 6,78.

Проведенные исследования показали, что оптимальной концентрацией аскорбиновой кислоты является 0,05 %. Эта концентрация была нами выбрана для последующих опытов.

Добавления лимонной кислоты к модельным системам крови и выдерживание их в течение 2 – 3 ч показало, что оптическая плотность была выше в растворах с 0,1 % лимонной кислоты по сравнению с 0,3 и 0,5 %. При этом железо гема находилось в двухвалентном состоянии. В процессе хранения растворов крови в течение трех суток (рис.1) происходили изменения органолептических показателей и оптической плотности растворов.



1 – кровь + лимонная кислота 0,1%; 2 – кровь + лимонная кислота 0,3%;
3 – кровь + лимонная кислота 0,5%.

Рис. 1 – Влияние лимонной кислоты на состояние гемового железа крови убойных животных в процессе хранения

Как видно из рисунка, количество оксигемоглобина уменьшилось и образовался метгемоглобин, о чем свидетельствуют полученные спектральные кривые. Переход двухвалентного железа в трехвалентное приводит к образованию метгемоглобина, количество которого увеличивается при возрастании концентрации кислоты. Следовательно, система крови становится менее стабильной в результате снижения величины рН до 5,17.

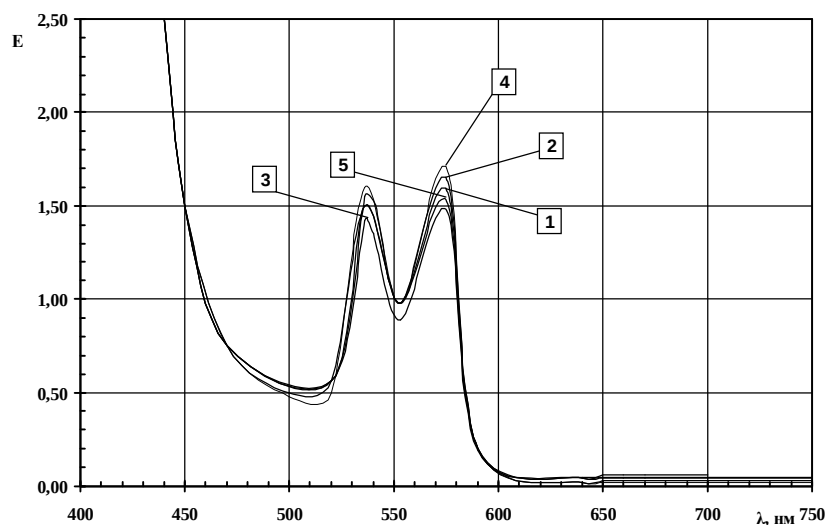
Динамика изменений состояния гемового железа при введении в кровь янтарной кислоты была аналогично лимонной кислоте. Однако, следует отметить, что оптическая плотность при длинах волн 536 и 575 нм была ниже, что свидетельствует об уменьшении количества оксигемоглобина и накоплении метгемоглобина.

Следовательно, лимонная и янтарная кислоты при хранении растворов крови приводят к переходу железа из двухвалентного состояния в трехвалентное.

Сравнивая влияние органических кислот на состояние железа, следует отметить, что каждая кислота имеет свои особенности. Например, аскорбиновая кислота, принимает участие в окислительно – восстановительных процессах, способствуют увеличению оксиформ гемоглобина. Лимонная и янтарная кислоты играют важную роль в биохимических процессах, так как они участвуют в реакциях окислительного цикла трикарбоновых кислот, которые занимают важное место в физиологических процессах – обмене веществ. Кроме того, атомы углерода янтарной кислоты используются для синтеза пирролового ядра и углеродных цепочек, отходящих от пирролового ядра. Следует отметить, что пирроловые ядра являются основой структуры пигмента гемоглобина – гема [6].

В следующей серии опытов исследовали влияния сахаров на состояние гемового железа. Показано, что содержание оксигемоглобина было выше при добавлении в кровь 1,5 % фруктозы и 1 % сорбита. Растворы имели красивый ярко-малиновый цвет. Повышение стойкости гемового железа при добавлении сахаров возможно обусловлено тем, что они являются редуцирующими сахарами, т.е. обладают восстановительными свойствами.

Влияние органических кислот и сахаров на состояние гемового железа приведены на рис.2.



1 – цельная кровь; 2 – кровь + аскорбиновая кислота 0,05%; 3 – кровь + аскорбиновая кислота 0,10%; 4 – кровь + лимонная кислота 0,1%; 5 – кровь + сорбит 1,0%.

Рис. 2 – Спектрофотометрические исследования модельных систем крови

Анализ спектральных кривых показал, что оптическая плотность опытных растворов крови по сравнению с контролем выше при добавлении 0,1 % лимонной и 0,05 % аскорбиновой кислот и ниже при добавлении 0,1 % аскорбиновой кислоты. Введение в кровь сахаров незначительно снижало оптическую плотность растворов крови и находилось практически на одном уровне с контролем. Однако, следует отметить, что в процессе хранения растворов крови аскорбиновая кислота, являясь восстановителем, способствовала лучшему сохранению оксиформ гемоглобина.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что на состояние гемового железа крови влияет природа вещества и его концентрация. Отмечено, что из исследованных органических кислот аскорбиновая кислота, добавленная к крови в количестве 0,05 %, способствует лучшему сохранению оксигемоглобина по сравнению с другими кислотами.

Вместе с тем, можно предположить, что добавление лимонной и янтарной кислот играет важную роль в биохимических процессах усвоения железа организмом человека.

Исследуемые сахара – сорбит и фруктоза оказывают положительное влияние на гемовое железо в концентрации 1,0 – 1,5 %.

Данная работа свидетельствует о целесообразности использования полученных результатов в производстве мясопродуктов.

Литература

1. Щерба М.М. Железодефицитные состояния. – Л. Наука, 1975. – 267 с.
2. Бисярина В.П. Железодефицитная анемия у детей раннего возраста. – М.: Медицина, 1979. – 176 с.
3. Якубчак О.Н., Таран Т.В., Козловская А.В. и др. Использование крови и кровепродуктов // Мясной бизнес. – 2006. – №4: – с. 73 – 75.
4. Насолодин В.В., Воронин С.Н., Широков и др. Витамины и микроэлементы в практике железодефицитных состояний// Вопросы питания. – 1998. – №5 – 6. – с. 6 – 9.
5. Алексеева Р.И. Питание при железодефицитной анемии // Вопросы питания. – 1998. – №5 – 6. с. 42 – 43.
6. Фердман Д.Л. Биохимия. – М.: Высшая школа, 1962. – 613 с.

УДК 664,934; 635,8

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НИЗЬКОКАЛОРІЙНОГО ПАШТЕТУ З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ БАР ЗА РАХУНОК КОМБІНУВАННЯ ГРИБНОЇ ТА М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ

Клименко М.М., д-р техн. наук, професор, Наконечна Ю.Г., канд. техн. наук,
Ястреба Ю.А., аспірант

Полтавський університет споживчої кооперації України, м. Полтава

Розглянуто можливість комбінування м'ясної і грибною сировини з метою отримання низькокалорійного паштету збагаченого харчовими волокнами. Визначено діапазон оптимальних співвідношень основної сировини: м'яса курячого та грибів глива звичайна. Досліджено хімічний склад та біологічну цінність розробленої продукції. На основі існуючих технологій створено технологію виробництва дієтичного паштету.

Possibility of combining meat and mushroom raw material is considered with the purpose of creating low-caloric pate enriched by food fibres. It is define range of optimum correlations of basic raw material: hen meat and mushrooms. Chemical composition and biological developed output value ware investigated. On the basis of existent technologies technology of production of dietary pate is created.

Ключові слова: комбіновані м'ясопродукти, глива звичайна, біологічно-активні речовини, харчові волокна.

Технічний прогрес в харчовій промисловості багато в чому визначається демографічними та соціальними змінами, змінами в умовах життя і праці. Він пов'язаний з досягненнями медицини, фундаментальних наук, новими технологічними можливостями, які з'явилися у виробників продуктів харчування в результаті розвитку науки, технології, техніки; погіршенням екологічної ситуації; жорсткою конкуренцією на ринку продуктів харчування. Все це вимагає не лише вдосконалення технології отримання традиційних консервів, але і створення нового покоління харчових продуктів, що відповідають можливостям і реаліям сьогодення. Це консерви зі збалансованим складом, низькою калорійністю, з пониженим вмістом цукру і жиру і підвищеним – корисних для здоров'я інгредієнтів, функціонального і лікувального призначення, зі збільшеним терміном зберігання, швидкого приготування і, звичайно, цілком безпечних для людини.

Створення нових і вдосконалення технології отримання традиційних продуктів харчування вимагає вивчення структури харчування населення, аналізу стану харчових і переробних галузей АПК, правильної і продуманої науково-технічної політики у області здорового харчування з урахуванням демографічних змін, розвитку науки у області здорового харчування. Важливим також є рішення питань

виробництва рослинного білка, біологічно активних добавок (БАД), харчових добавок (ХД), організація індустрії продуктів дитячого харчування [1].

В наш час у більшості населення України виявлені порушення повноцінного харчування, що пов'язане з недостатнім вживанням харчових волокон, вітамінів, макро- і мікроелементів, повноцінних білків і їх нерациональним співвідношенням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій виявив, що 90 % раціону людини складають продукти, що не містять клітковину взагалі: м'ясо, молочні продукти, риба, яйця і т.д. На думку медиків, від дефіциту клітковини страждають всі жителі планети. В дієту сучасної людини входить від 5 до 25 грамів дієтичної клітковини. Основним джерелом є фрукти і овочі. В "Гігієнічних вимогах безпеки і харчової цінності харчових продуктів", затверджених Мінохорони здоров'я України у 2001 році, розрахункова фізіологічна потреба в харчових волокнах визначена в 30 г/доб, при енергоцінності раціону в 2500 кКал.

Низький рівень споживання харчових волокон розглядається як фактор ризику в розвитку ряду захворювань – кардіоваскулярних, онкологічних, ендокринних, шлунково-кишкового тракту. Відомо що регулярне вживання їжі, яка збагачена натуральними рослинними волокнами, призводить до зниження рівня холестерину в крові, сприяє зниженню маси тіла людини [2].

Підвищення якості продуктів та удосконалення структури харчування населення – це складна та багатофакторна проблема. Одним із шляхів її вирішення є введення в раціон нових нетрадиційних видів рослинної сировини. Створювані продукти повинні мати високі поживні і смакові властивості, повинні бути збалансовані по вмісту білків, ліпідів, мінеральних речовин та містити в своєму складі достатню кількість харчових волокон.

Метою досліджень, результати яких висвітлені у статті є створення низькокалорійного продукту з підвищеною біологічною та харчовою цінністю за рахунок комбінування грибною і м'ясної сировини, збагачення білками та харчовими волокнами рослинного походження.

Відомо, що білки є найбільш цінними компонентами їжі. Вони приймають участь у важливих функціях організму. Недостатня кількість в харчуванні білку досить чутливо діє на стан організму. Так порушується кровотворення, обмін жирів та вітамінів, з'являється білково-калорійна недостатність, та інші негативні наслідки [3].

Вміст білків в м'ясі курки складає 18,8 %, значно менше його знаходиться в грибах гливи звичайної, що становить 4,3 % на сиру масу. Білок грибів гливи звичайної повноцінний але незбалансований за амінокислотним складом. Враховуючи, що білки грибів засвоюється організмом гірше ніж білки м'яса курки, то комбінування м'ясної та грибною сировини компенсує цей недолік.

Результати розрахованої кількості білків, враховуючи встановлений оптимальний діапазон основних компонентів сировини, представлені на рис. 1.

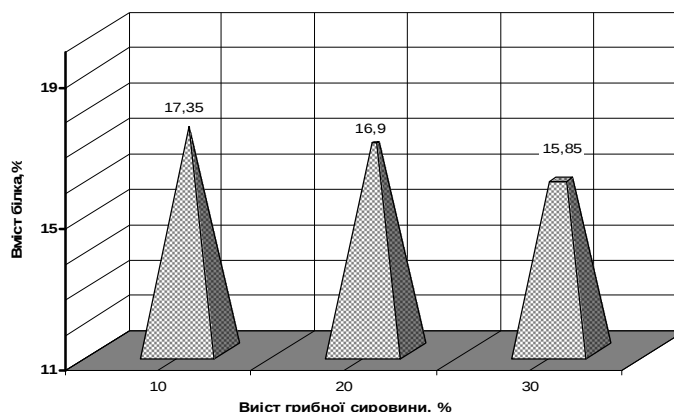


Рис. 1 – Вміст білка в комбінованому продукті, в залежності від відсоткового вмісту грибною сировини

Отримані дані свідчать про те, що різниця вмісту білка комбінованого продукту при співвідношеннях м'яса курячого та грибною сировини 90/10, 80/20 та 70/30 коливається в межах від 0,5 до 1 %.

Вуглеводи для людського організму є основним джерелом енергії, яка легко утилізується і є необхідною для життєдіяльності усіх тканин і органів, особливо мозку, серця, м'язів. При окисленні 1 г вуглеводів утворюється 4 кКал енергії. Крім того вуглеводи виконують пластичну, опорну, регуляторну,

запасну і інші життєво необхідні функції. Однією із складових компонентів вуглеводів є харчові волокна, які практично не засвоюються безпосередньо організмом і теж є джерелом енергії пластичних матеріалів, але відіграють важливу роль у харчуванні. Вони представляють собою єдиний фізіологічний компонент, що забезпечує ряд важливих функцій, пов'язаних з процесами травлення і обміну речовин в цілому – стимулюють перистальтику кишечника, нормалізують його мікрофлору, регулюють рівень холестерину, знижують доступність жирів [4].

Харчові волокна представляють собою складні вуглеводи: клітковину, геміцелюлозу, пектинові речовини та інші. Гриби глива звичайна містять в своєму складі близько 38 % клітковини, що становить 63 % від загальної кількості вуглеводів. Так як ні геміцелюлоз, ні пектинових речовин гриби глива звичайна не містять в своєму складі, то клітковина і виступає в якості харчових волокон.

Вміст вуглеводів у м'ясі курки незначний – 3,3 %. При додаванні до нього грибної сировини ми збалансуємо вуглеводний склад продукту, збагатимо клітковиною та наблизимо його до розробленого нами еталону.

Результати розрахунків моделювання вуглеводного складу, враховуючи отримані співвідношення основної сировини, представлені на рис. 2

Аналізуючи дані, можна сказати, що різниця між співвідношеннями основних компонентів складає 20 %, тобто при збільшенні кількості внесеної грибної сировини збільшується кількість вуглеводів, яка складає для комбінації: 90/10 – 7,32 %, 80/20 – 12,59 %, 70/30 – 17,86 %, в тому числі підвищується вміст клітковини на 2,05 %.

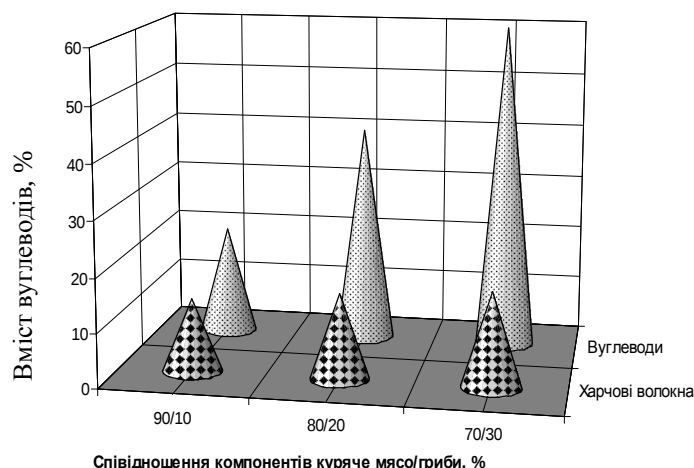


Рис. 2 – Вуглеводний склад комбінованого продукту в залежності від співвідношення компонентів

При короткочасному недонадходженні енергії (калорійності їжі) організм витрачає запасні речовини, головним чином жири й складні вуглеводи. При надлишковому надходженні енергії зменшується її утилізація, тому частина вуглеводів і ліпідів відкладається в тканинах у вигляді жиру, що може призвести до ожиріння. Тому оптимальним є використання низькокалорійних продуктів з пониженим вмістом кілокалорій, введення яких в добовий раціон забезпечить енергетичну норму до 1200 кКал.

Ліпіди м'яса птиці мають низьку температуру плавлення, так як м'ясо відрізняється високим вмістом мононенасичених жирних кислот кількість яких складає 50,91 % та поліненасичених кислот – 16,56 % до суми жирних кислот, що становить 7,73 г та 2,53 г на 100 г продукту, які забезпечують їх емульгування та всмоктування [5].

Вміст ліпідів у грибах глива звичайна невеликий, загальна кількість яких складає 1,8 % на сиру масу, переважають в їх складі ненасичені жирні кислоти.

Для створення низькокалорійного продукту проводили розрахунки жирнокислотного складу та енергетичної цінності комбінованого продукту, згідно визначеного оптимального діапазону співвідношень основних компонентів. Отримані дані наведені на рис. 3.

Результати розрахунків показали, що при збільшенні масової частки доданого курячого м'яса, кількість ліпідів збільшується в 1,2-1,5 рази. В представлених даних спостерігається тенденція незначного зниження ліпідів при додаванні грибної сировини від 10 до 30 %.

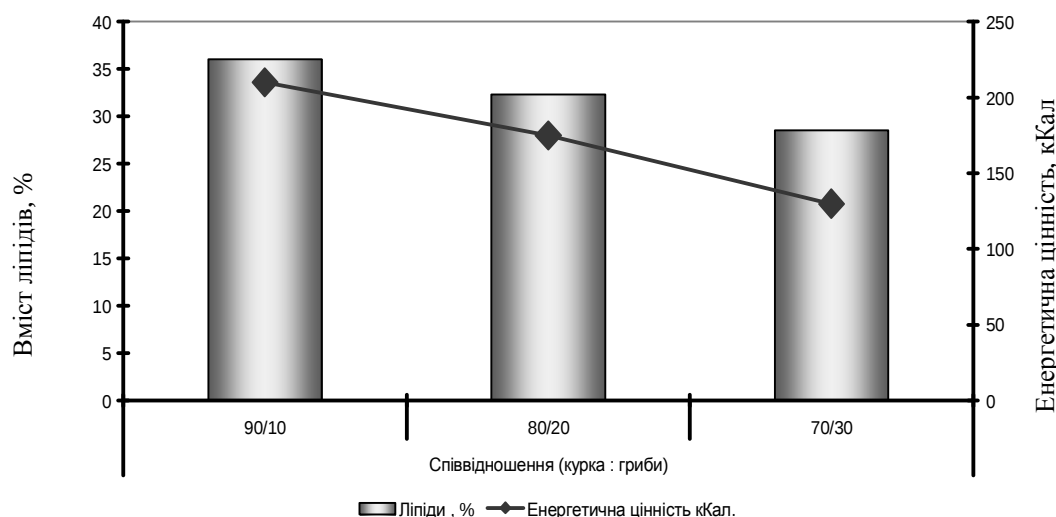


Рис. 3 – Вміст ліпідів та енергетична цінність комбінованого продукту

Так при комбінації основної сировини вміст ліпідів в продукті склав – 34,46 % у співвідношенні: 80/20 становить – 30,54 %, а для комбінації компонентів: 70/30 складає – 26,58 %, тому збільшуючи грибну сировину ми зменшуємо вміст ліпідів, тим самим знижуючи енергетичну цінність продукту, що становить для співвідношень основних компонентів куряче м'ясо/гриби глива звичайна: 90/10 – 168, 80/20 – 152, 70/30 – 140 кКал.

За показниками, які розраховували найбільш наближеним до розробленого нами еталону є співвідношення компонентів: куряче м'ясо/гриби в діапазоні 30/70. Для якого вміст білків становить – 16,0 % ліпідів – 1,28 %; енергетична цінність складає – 130 кКал; кількість вуглеводів – 11,4 %.

Таким чином комбінований продукт повинен містити в своєму складі білка від 16 % до 18 %, вуглеводів від 20 до 25 %, в тому числі клітковини від 10 до 12 %, ліпідів від 12 % до 15 %. Калорійність продукту повинна складати від 130 до 300 кКал.

В процесі досліджень на основі вивчених даних, що характеризують хімічний склад, біологічну та харчову цінність готового комбінованого продукту, ми практично підтвердили показники, які були розраховані теоретично. Було визначено хімічний склад готового продукту, враховуючи оптимальний діапазон співвідношень компонентів основної сировини та вид попередньої термічної обробки (табл. 1).

Таблиця 1 – Хімічний склад паштету з додаванням сирих грибів гливи звичайної

Показники	Масова частка, % на суху масу			
	Контроль	Співвідношення: курка/гриби		
		90/10	80/20	70/30
Білок	42,24	38,75	37,63	36,33
Вуглеводи	1,43	5,86	10,08	14,34
в тому числі клітковина	0,02	3,24	7,2	11,1
Ліпіди	38,4	34,46	30,54	26,58
Зола	1,15	1,5	1,83	2,19
Вітамін С, мг/100г	0,03	1,95	2,71	3,24

Отримані дані свідчать, що вміст білку змінюється в залежності від кількості м'ясної сировини, тобто чим більший відсотковий вміст м'яса курячого тим більший білковий склад а продукті.

При додаванні грибів гливи звичайної підвищується вміст клітковини від 7,5 до 11,5 рази в порівнянні з дослідним зразком, що складає 4,02 %, але зменшується вміст ліпідів на 1,2-1,4 %, що знижує калорійність продукту майже на 36,7 %.

При збільшенні відсоткового вмісту грибів в комбінованому продукті, підвищується кількість вітаміну С приблизно на 0,5 – 1 %. Контрольний зразок містить на 0,03 мг, додаванням грибною сировини в паштет ми підвищили вміст вітаміну С в 1,6 рази.

При додаванні в паштетах з додаванням бланшованих грибів гливи звичайної з різним співвідношенням основної сировини отримали дещо інші показники (табл. 2).

Таблиця 2 – Хімічний склад паштету з додаванням бланшованих грибів

Показники	Масова частка, % на суху масу			
	Контроль	Співвідношення: курка/гриби		
		90/10	80/20	70/30
Білок	42,24	37,85	36,83	35,78
Вуглеводи	1,43	5,16	9,48	13,84
в тому числі клітковина	0,02	3,21	7,0	10,98
Ліпіди	38,4	33,56	29,74	25,68
Зола	1,15	1,49	1,82	2,175

Вміст білка в контрольному зразку перевищує його вміст в комбінованому продукті при співвідношенні сировини 90/10 в 1,09 раз, що пов'язано з переважаючим вмістом білків у м'ясі курки. А при заміні 10 % м'яса курки на грибну сировину вміст білка відповідно зменшується.

Встановлено, що при додаванні грибною сировини вміст вуглеводів комбінованого продукту збільшується майже на 11-16 %, відповідно вміст клітковини збільшується майже в 4 рази (рис. 4).

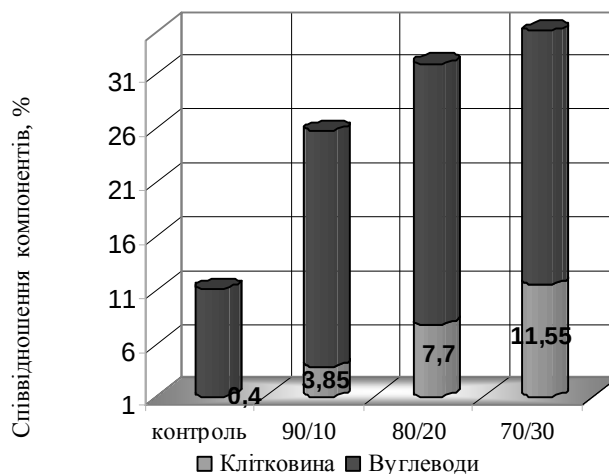


Рис. 4 – Вміст вуглеводів у паштеті в залежності від співвідношення сировини

Таким чином, комбінування м'яса курячого та грибів глибоко звичайна дає можливість отримати продукт з збагачений не тільки білками рослинного походження, а й харчовими волокнами. Вміст харчових волокон в отриманому продукті дає можливість задовольнити добову потребу людини майже на 35%, при нормі споживання їх близько 25 г на добу.

При внесенні більшої кількості грибною сировини вміст ліпідів в середньому знижується на 0,9 %, що дає змогу отримати дієтичний продукт з пониженою калорійністю.

Висновки

Встановлено, що грибна та м'ясна сировина володіючи біологічною цінністю при комбінуванні забезпечують збалансованість продукту за амінокислотним складом. Визначено діапазон оптимальних співвідношень основної сировини, що складає: 90/10, 80/20, 70/30 компонентів м'яса курячого та грибів глибоко звичайна. Внесення грибною сировини в кількості від 10 до 30 % забезпечує нові консерви повноцінним білком, збалансованим за амінокислотним складом, оптимальним вмістом клітковини, низьким складом ліпідів, що знижує калорійність продукту. На основі існуючих технологій створено технологію виробництва дієтичного паштету з використанням курячого м'яса і грибною маси у співвідношенні 70/30. Готовий продукт містить 53 % білку, збалансованого за амінокислотним складом, згідно вимогам ФАО/ВОЗ та 12 % жиру, з високим вмістом ненасичених жирних кислот та харчових волокон.

Література

1. Пищевая химия. /Под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – С. 221.

2. С.В. Макурина, Г.Н. Румянцева. Сравнительная характеристика функционально – технологических свойств пищевых волокон. // Мясная индустрия. 2006. № 6. ст. 8 – 13
3. "Химический состав российских пищевых продуктов "Справочник /Под ред. И.М. Скурихина, В.А.Тутельяна.– М.:Дели принт, 2002. – 236 с.
4. Пересічний М.І., Корзун В.Н., Кравченко М.Ф., Григоренко О.М. Харчування людини і сучасне довкілля. – К.:КНТЕУ, 2003. – 526 с.
5. Л.Ф. Павлоцкая, Н.В.Дуденко, В.В. Евлаш Пищевая, биологическая ценность и безопасность сырья и продуктов его переработки. Учебник: Фирма «ИНОКОС» 2007. – 287с.

УДК 637.65:664:637.523

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ КІСТКОВОЇ ПАСТИ ПОДРІБНЕНОЇ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ НА ТРИВАЛІСТЬ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

**Будник Н.В., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ**

Розглянуто можливість зменшення тривалості термічної обробки варених ковбасних виробів за рахунок введення в їх рецептуру харчової кісткової пасты, гомогенізованої в електромагнітному полі.

Possibility of reduction of heat treatment duration of the boiled sausage wares is considered due to including to their compounding of food bone paste homogenized in the electromagnetic field.

Ключові слова: кісткова паста, модельні ковбасні вироби, тривалість термічної обробки, електромагнітне поле, теплопровідність.

Однією з основних задач сучасної харчової промисловості є створення функціональних та профілактичних продуктів харчування. Виробництво нових харчових продуктів з використанням вторинної рослинної та тваринної сировини дасть можливість у комплексі вирішувати проблеми розширення асортименту, підвищення біологічної цінності продукції, ефективної утилізації вторинних ресурсів, організації безвідходної переробки сировини. Значним потенціалом в області харчових виробництв володіють м'ясопродукти, тому створення профілактичних продуктів на м'ясній основі є актуальним питанням сьогодення.

У зв'язку із збільшенням кількості м'ясопереробних підприємств малої потужності виникає необхідність пошуку шляхів раціонального використання вторинних продуктів переробки м'ясної сировини. Одним з найважливіших та найпоширеніших вторинних ресурсів є харчова кістка, яка накопичується в значній кількості. Малі та середні підприємства через відсутність обладнання, як правило, не займаються переробкою кісток [1]. На великих підприємствах налагоджена переробка даної сировини, але переважно на технічну та кормову продукцію.

Перспективними розробками в цьому напрямку є роботи вітчизняних вчених Черевка О.І., Беляєва М.І., Файвишевського М.Л., Головка М.П., а також вчених Японії, США, Великобританії [2,3].

Вітчизняний та закордонний досвід свідчить про можливість використання продуктів переробки кісток та окремих її компонентів в якості харчових добавок при виробництві м'ясопродуктів, хлібобулочних виробів та ін. Харчова кістка є доступним джерелом органічного фосфору та кальцію, недостатня кількість яких відмічається в більшості харчових продуктів.

Традиційні способи виконання технологічних операцій в харчових виробництвах практично вичерпали свої можливості. Потрібен пошук нових напрямів інтенсифікації процесів з метою отримання нових технологічних ефектів, прискорення протікання процесів, з одночасним покращенням якості продукції, створення нових технологій з використанням досягнень науки і техніки.

Застосування ІЧ і СВЧ-випромінювання, обробка іонізуючою радіацією, ультрафіолетове випромінювання, електромагнітні поля та інші способи обробки харчових продуктів вже сьогодні впроваджуються в технологічні процеси харчових виробництв[4,5,6,7].

Вплив електромагнітного поля на хід різних технологічних процесів в деякій мірі вивчений, а тому слід відзначити вже відомі і досліджені факти, зокрема – намагнічення і електроактивацію води, приготування суспензій та емульсій, вплив на біологічну активність мікроорганізмів, зміну інтенсивності

хімічних реакцій та інші. Виявлено широкий спектр впливу електромагнітного поля залежно від його характеру та інтенсивності, а також від сировини, на яку направлена його дія.

Враховуючи вище зазначене, метою наших досліджень було вивчення впливу харчової кісткової пасти, гомогенізованої в електромагнітному полі на швидкість досягнення температури готовності варених ковбасних виробів.

Виробництво варених ковбас, зокрема на стадії термообробки, супроводжується значними витратами енергетичних та матеріальних ресурсів, тому зниження тривалості теплової обробки та витрат енергоресурсів є достатньо актуальним питанням.

Дослідження технологічних показників термообробки ковбасних виробів здійснювали на експериментальній установці, яка була розроблена в науково-дослідній лабораторії Полтавського університету споживчої кооперації України з використанням програми "Промприлад 2005".

Для експериментальних досліджень використовувалися контрольні зразки модельних ковбасних виробів виготовлені за традиційною рецептурою та дослідні із заміною м'ясної сировини (яловичини 1 сорту) на кісткову пасту в кількості 5,10,15 %. Саме такі відсотки заміни були обрані з врахуванням попередньо проведених органолептичних та фізико-хімічних досліджень [8].

Визначення швидкості прогрівання ковбасних виробів здійснювалося шляхом моделювання процесу варіння ковбасних виробів з використанням системи автоматичного контролю і управління в поєднанні з програмою "Промприлад 2005". Схема досліджень зображена на рис. 1. В якості місцевих приладів для вимірювання температури в центрі батону використовувалися термодари (1), покази яких фіксувалися через кожну хвилину, оброблялися приладами встановленими на стенді і відображалися на моніторі комп'ютера.



Рис. 1 – Схема дослідження швидкості прогрівання ковбасних виробів

На стенді для вимірювання параметрів теплових процесів знаходяться лічильник електроенергії "Енергія 9"(3) та цифровий прилад ТРЦ (2), призначений для вимірювання та регулювання температури. Даний прилад сприймає від термоперетворювачів опору вхідні сигнали та перетворює їх в цифрові і за допомогою компорта подає відповідно оброблені сигнали в комп'ютерну мережу. Обробка цифрових сигналів, що надходять в базу даних комп'ютера виконується програмою "Промприлад 2005" та відображається на моніторі в вигляді гістограм, які за допомогою Microsoft Office Excel можна перетворити у графічні залежності, описати рівнянням певного порядку, знайти величину достовірності апроксимації. Прилад ТРЦ є двоканальним, працює в двох режимах конфігурації, в яких задається кількість каналів та відповідні функції.

Лічильник електроенергії "Енергія 9"(3) вимірює активну, реактивну і загальну енергію. Через нього підключаються всі нагрівальні прилади, що дає змогу контролювати витрати енергії на тепловий процес.

Використовуючи вище наведену схему досліджень, ми визначали тривалість досягнення температури готовності в центрі батону варених ковбасних виробів, фіксуючи при цьому зміну температури щохвилини. Зміна температури визначалася одночасно в усіх чотирьох зразках і відображалася на моніторі у вигляді чотирьох гістограм. Виконавши обробку гістограм в Microsoft Office Excel, ми отримали наступні результати рис. 2.

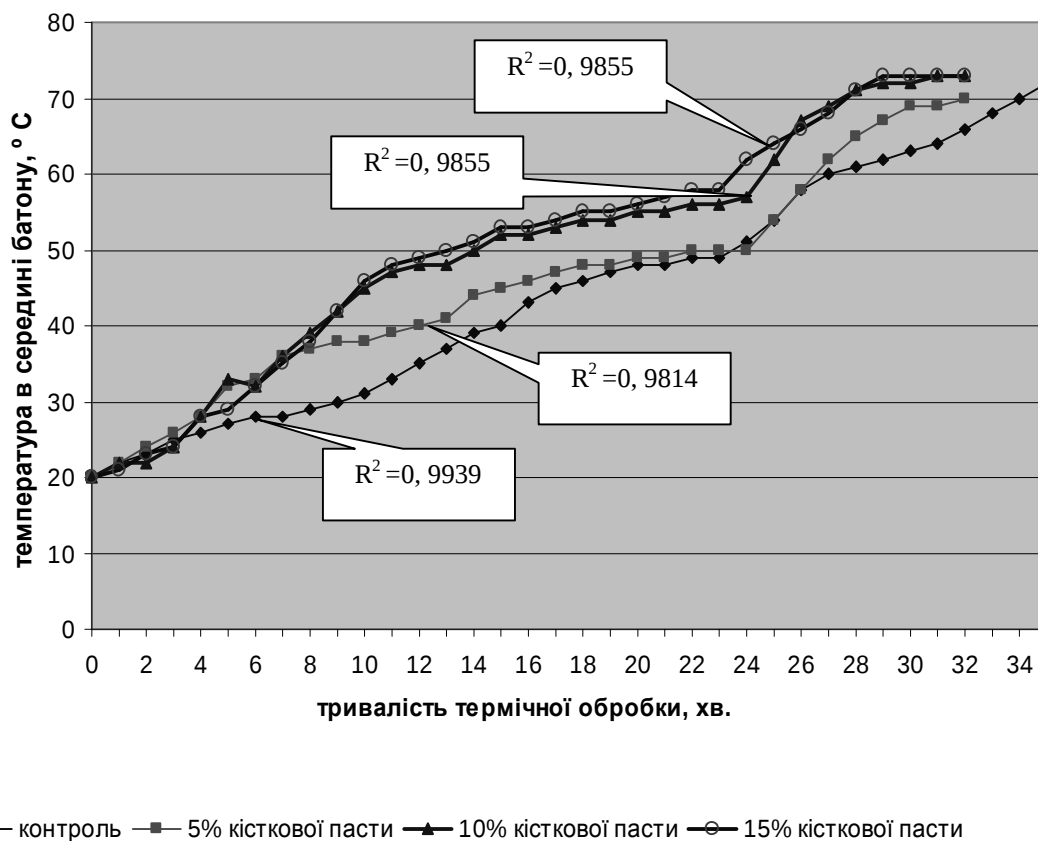


Рис. 2 – Залежність тривалості термічної обробки ковбасних виробів від кількості доданої пасти

Дані діаграми показують, що із збільшенням кількості кісткової пасти в рецептурі варених ковбасних виробів, швидкість досягнення температури їх кулінарної готовності прискорюється. Аналіз зміни градієнту температури свідчить про більш рівномірне температурне поле дослідних зразків протягом всього часу теплової обробки в порівнянні з контролем. Такі зміни можуть позитивно відобразитися на якості готової продукції. В контрольному зразку внаслідок не високої теплопровідності м'яса задана температура в центрі батону досягається менш рівномірно. Важливою особливістю внутрішніх змін при варінні ковбасних виробів є перехід в'язко-пластичної структури фаршу в пружньо-пластичну готового продукту. Цей перехід обумовлений денатурацією та коагуляцією тієї частини білків, яка є розчиненою або утворює золь в водній фазі сирого фаршу. В результаті утворюється пружний каркас, що володіє значною граничною напругою зсуву і надає жорсткості всій структурі в цілому. Не зруйновані і напівзруйновані морфологічні елементи, а також дисперсні жирові частинки розподіляються та фіксуються в об'ємі каркасу, що утворився [9]. Враховуючи вище зазначені зміни, зменшення тривалості процесу термообробки, очевидно, можна пояснити більшими значеннями теплопровідності фаршів з кістковою пастою, за рахунок зв'язування води частками харчового кісткового напівфабрикату. При гомогенізації пасти в електромагнітному полі відмічається збільшення площі поверхні за рахунок інтенсифікації подрібнення та наявності активних центрів, що сприяє адсорбції води на поверхні часточок кісткової пасти. Крім того електромагнітна обробка могла спричинити конформаційні зміни в структурі білків, а також зміну властивостей води, вміст якої в пасті складає до 45 %. Наведені припущення підтверджуються дослідженнями авторів [7]. Факт намагнічування води та вплив електромагнітної обробки на біологічні об'єкти та харчові системи підтверджується численними працями [4,5,6]. З літературних джерел [10] відомо, що при збільшенні насиченості іонами кальцію

кальційзв'язуючих білків, їх денатурація прискорюється, що відповідно призводить до зменшення тривалості обробки.

Висновки

Проведені дослідження дозволили встановити, що тривалість термічної обробки виробів, що містять у своєму складі 10-15% харчової кісткової пасти скорочується на 20-25 % в порівнянні з контролем. Введення в рецептуру ковбасних виробів кісткової пасти забезпечує рівномірність температурного поля протягом всього процесу термічної обробки. Таким чином, використання кісткової харчової пасти в технології варених ковбасних виробів дозволить скоротити тривалість термічної обробки, за рахунок чого зменшаться енергетичні і теплові витрати і, головне, собівартість продукції.

Література

1. Углов В. А. Переработка пищевой кости на малых и средних мясоперерабатывающих предприятиях / В. А. Углов, В. П. Долгушина, Е. В. Бородай // Мясная индустрия.- 2007.-№2.- С.53-54.
2. Файвишевский М. Л. Ресурсосберегающие технологии переработки вторичного мясного сырья / М. Л. Файвишевский // Пищевая промышленность. - 1999.- №5.- С. 58-59.
3. Черевко О. І. Шляхи поповнення кальцієм раціонів харчування для осіб з патологією опорно-рухового апарата / О.І.Черевко, М. П. Головка, О. Т. Старчаєнко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : збірник наукових праць. – Х., 2007. – С. 3-11.
4. Шеляков О.П. Перспективи використання електромагнітних технологій в харчових виробництвах / О .П. Шеляков // Науковий вісник ПУСКУ. Серія технічні науки. – 2002. - №3 (7). С.63.
5. Капліна Т.В. Вплив електромагнітної обробки на стан водних систем / Т.В. Капліна, Р.М. Фірсова // Науковий вісник ПУСКУ. Серія Технічні науки. – 2002. - № 3(7). – С. 72-75.
6. Кудрик М.А. Дослідження впливу обертаючого електромагнітного поля на фізико – хімічні властивості води / М.А. Кудрик, Ж.С. Плахотіна, В.І. Омелян та ін. // Науковий вісник ПУСКУ. Серія Технічні науки – 2003. - № 2(9) – С.41-43.
7. Капліна Т.В. Вплив вихрового шару феромагнітних частинок на функціональні властивості яєчного поршку / Т.В. Капліна, Л.О. Положишникова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : збірник наукових праць. – Х.,2007. – С. 182-186.
8. Клименко М.М. Вивчення можливості використання кісткової пасти в технології виробництва варених ковбасних виробів профілактичного призначення / М.М. Клименко, Н.В. Будник // Обладнання та технології харчових виробництв : тематичний збірник наукових праць. – Д., 2007. – С.92-98.
9. Физико-химические и биохимические основы технологии мяса и мясопродуктов / [Горбатов В. М., Адуцкевич В. А., Большаков С. А.и др.]; под ред.В. М.Горбатова. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 495 с.
10. Пермяков Е.А. Кальцийсвязывающие белки / Е.А. Пермяков – М. Наука, 1993. – 192 с.

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

НАУКОВІ ПРАЦІ

ВИПУСК 33



**ОДЕСА
2008**

Міністерство освіти і науки України



НАУКОВІ ПРАЦІ ОНАХТ

Випуск 33, 2008
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 Переліку наукових фахових видань, затвердженого ВАК України, в яких можуть публікуватися основні результати дисертаційних робіт (Бюлетень ВАК України, 1999, №4)

Головний редактор

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор

Заступник головного редактора

Капрельяни Л.В., д-р техн. наук, проф.

Відповідальний редактор

Станкевич Г.М., д-р техн. наук, професор

Редакційна колегія:

Амбарцумянц Р.В., д-р тех. наук, проф.

Безусов А.Т., д-р тех. наук, проф.

Бурдо О.Г., д-р тех. наук, проф.

Віннікова Л.Г., д-р тех. наук, проф.

Гапонюк О.І., д-р тех. наук, проф.

Гладушняк О.К., д-р тех. наук, проф.

Жуковський Е.Й., д-р тех. наук, проф.

Іоргачова К.Г., д-р тех. наук, проф.

Моргун В.О., д-р тех. наук, проф.

Черно Н.К., д-р тех. наук, проф.

Харківський Д.Ф., д-р екон. наук, проф.

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 5.09.2008 р.

**За достовірність інформації
відповідає автор публікації**

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: 2008. – Вип. 33. – 234 с.

Адреса редакції:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

© Одеська національна академія харчових технологій, 2008 р.



РОЗДІЛ 2

**СТВОРЕННЯ НОВОГО ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО
ОБЛАДНАННЯ, ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ, ТЕОРІЇ,
МЕТОДІВ ЇХ РОЗРАХУНКУ ТА ПРОЕКТУВАННЯ.**

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ
В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Увага!

Для швидкого пошуку необхідної статті у полі «Знайти» редактору Adobe Reader введіть прізвище (або його частину) автора статті та натискайте клавішу «Enter».

ЗМІСТ

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ПТС СКЛАДОВ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Жуковский Э.И., Чабаров В.А.	48
НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА В ВОПРОСАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ Волков В.Э.	51
КООРДИНАЦИЯ РАБОТЫ УЧАСТКОВ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПИ Скаковский Ю.М., Витвицкий В.Д., Шайкова О.П., Бабков А.В.	59
НЕЙРОННАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЫСОКОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ Павлов А. И.	64
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ ЦЕПИ Ищенко И.Н., Титлов А.С.	70
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ Тимошик А.М.	75
ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА МИКРОВОЛНОВОГО НАНОПАСТЕРИЗАТОРА Бурдо О.Г., Рыбина О.Б.	78
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЛОЧНОГО ВЫМОРАЖИВАТЕЛЯ Евдокимова О.А. Коваленко Е.А.	82
НОВОЕ В ТЕХНОЛОГИИ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ЯГОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗООБРАЗНОГО АЗОТА В СКОРОМОРОЗИЛЬНОМ ТУННЕЛЬНОМ АППАРАТЕ Гамуля Г.Д., Павлюк Р.Ю., Крячко Т.В., Стоев С.С., Петухов И.И., Лисица А.Ю.	85
АНАЛИЗ НЕЧЕТКОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОМЫМ ОБЪЕКТОМ Михайленко В. С., Даниченко Н. В.	89
ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЯК ЗАСІБ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ Іваненко А.В., Соловей А.О, Сологуб О.А., Чебан Т.В.	94
ДО ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЕНТУ ШВИДКОСТІ ПОТОКУ У ПЛОСКОМУ КІЛЬЦЕВОМУ ЗАЗОРІ Нужин Є.В.	96
СТВОРЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ НОВИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОЗДОРОВЧИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ Черевко О.І., Павлюк Р.Ю., Погарська В.В., Соколова Л.М., Снежкін Ю.Ф., Малецька К.Д., Сіма- хіна Г.О., Максименко Г.І., Гальчинецька Ю.Л., Симонова-Пушкар Л.І.	100
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ АЕРУВАННЯ ЖИРОВОЇ МАСИ У ПЛАСТИФІКАТОРІ ВВ-ПМЛ Лавріненко Н.М., Бескровний О.І.	109
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СУЧАСНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ Соколов О. Д., Маннапова О. В., Голованов Ю. М., Казаріна Н. В., Філіппочев О. М.	114
РАСЧЕТ ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ Амбарцумянц, Р.В.	118
ЗАЩИТА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ТАРЫ ОТ КОРРОЗИИ ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ЖЕСТИ В КОНСЕРВНЫХ СРЕДАХ Андреянов А.Д., Кузнецова И.А., Янченко К.А.	122
АНАЛИЗ ЦИКЛОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ИСПОЛЬЗУЮЩИХ В КАЧЕСТВЕ РАБОЧИХ ТЕЛ СМЕСИ ПРИРОДНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ Хмельнюк М.Г., Корба Е.Н.	125

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ПТС СКЛАДОВ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Жуковский Э.И., д-р техн. наук, профессор, Чабаров В.А., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Рассматривается проблема сокращения (минимизации) времени простоя транспортных средств у приемно-отпускных экспедиций складов пищевых предприятий путем управления производительностью поточно-транспортной системы.

The problem of minimization of demurrage time of means of transport in reception and release expeditions of the storehouses at the food enterprises by means of productivity control of mass line and transport system, is being considered.

Ключевые слова: поточно-транспортная система (ПТС), производительность ПТС, входной поток, фаза ПТС, интенсивность грузопотоков, приемная экспедиция, отпускная экспедиция, поток требований.

Ведущие мировые компании – переработчики сельхозсырья усиленно сокращают время простоя своих производительных мощностей, и логистика для них становится все более приоритетной задачей. Существенное влияние на теорию и практику управления запасами и грузопотоками оказал метод работы японских фирм – поставка «точно в срок» (just in «time production») или система «Канбан», которая позволяет минимизировать длительность производственного цикла, а межоперационные запасы сократить до минимально возможных пределов. Система «Канбан» работает по принципу прямого пополнения запаса. Преимущество ее в том, что поставка сырья и материалов связана с их реальной переработкой и не приводит к значительным затратам на содержание складских запасов. Организация поставки, таким образом, исходных материалов в производство и готовой продукции со складов заказчиком дает экономии до 10% от их общих затрат.

В настоящее время из-за недоиспользования мощностей пищевой индустрии и несвоевременной переработки сырья теряется от 15% получаемого урожая. В то же время современный уровень бизнеса предъявляет все более жесткие требования к эффективности всей цепочки переработки сельскохозяйственной продукции – от производителя до предприятий розничной торговли. Эти проблемы обычно решаются на уровне создания и реализации различных логистических схем для предприятий – производителей и торговли. Существующая логистическая схема потоков грузов при производстве и реализации пищевых продуктов представлена на рис. 1.

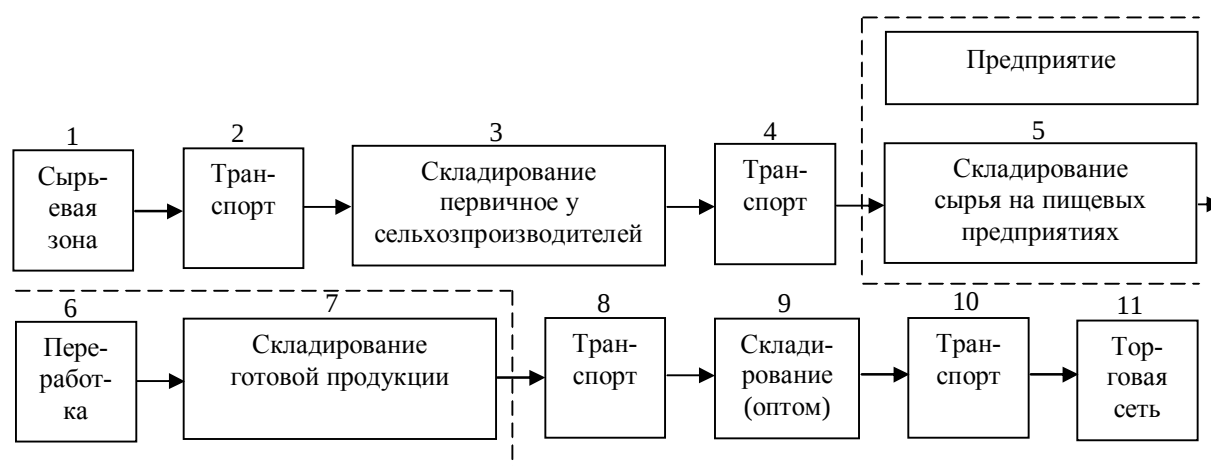


Рис. 1 – Логистика потоков грузов при производстве и реализации пищевых продуктов

В схеме есть четыре транспортных и четыре складских элемента. Возникает задача синхронизации грузопотоков. Готовность элементов 5, 6 к приему сырья от сельхозпроизводителя предварительно требует решения ряда вопросов (планирование, заключение договоров, увязка грузопотоков с учетом емкости

складов 5 и возможностей переработки 6). Необходимо оперативное управление грузопотоками, связанное с характеристиками элементов 5,6,7 (заполнение емкости склада 7 блокирует производство 6, влечет возникновение очереди в элементе 4 и, следовательно, нарушает работу элементов 2,3). На рис. 2 представлена модель пищевого предприятия.

Склады пищевых предприятий работают в условиях неравномерных нагрузок, когда к их приемным и отпускным экспедициям за определенный промежуток времени прибывает различное число транспортных средств, подлежащих обслуживанию. В этом случае обеспечить нормативное время обслуживания транспортных средств, особенно железнодорожных вагонов, трейлеров, возможно только при наличии резервных мощностей (дополнительных механизмов) в экспедициях складов.

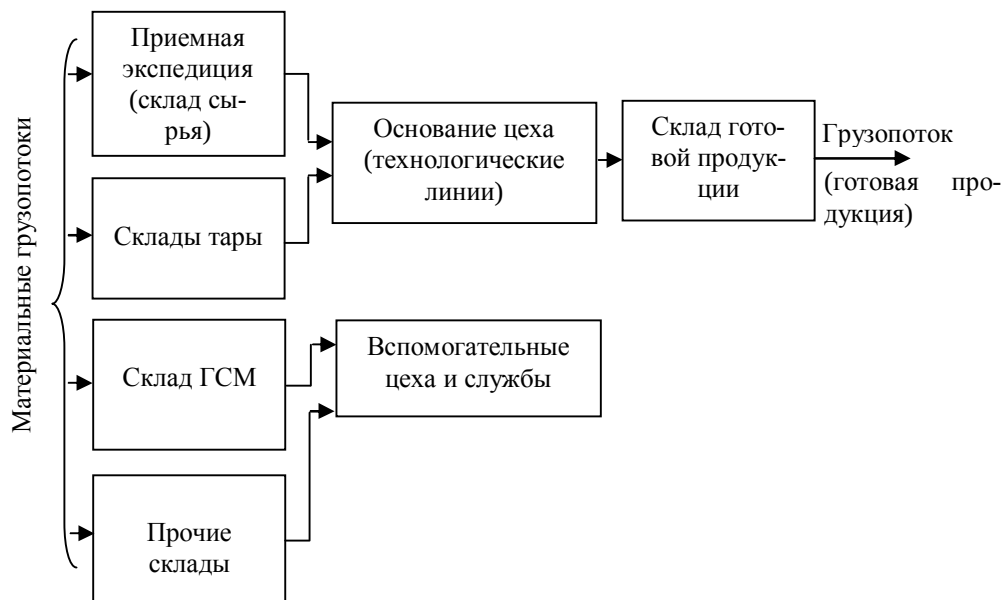


Рис. 2 – Модель пищевого предприятия

В общем виде задача проектирования поточно-транспортной системы (ПТС) склада может быть сформулирована следующим образом. Пусть на приемную экспедицию (ПЭ) воздействует вероятностный поток транспортных средств с грузами i -го типа с интенсивностью λ_i^1 , а на отпускную экспедицию (ОЭ) – поток требований на отпуск грузов потребителям с интенсивностью λ_i^u . Нужно определить производительность фаз грузообработки $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m$ и величины емкостей $V_1, V_2, \dots, V_{m-1}$ между фазами. Исходя из необходимости минимизации затрат на построение и эксплуатацию склада, запишем

$$П_j = П_{тj} + Э_j + K_j @ \min$$

при ограничении

$$\rho_{ij} = \frac{\lambda_i}{\mu_j} \leq 1, \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n; \\ j = 1, 2, \dots, m, \end{matrix}$$

где $П_{тj}$ - издержки из-за простоя транспорта перед экспедициями склада при j -м варианте системы;

$Э_j, K_j$ - соответственно текущие затраты и инвестиции в j -й вариант складской системы;

ρ_{ij} – нагрузка складской системы j -го вида.

Затраты $П_{тj} = \dots F(\mu_j, V_j)$ определялись методом имитационного моделирования. Особое внимание уделялось варьированию объемом V_1 (принцип первой емкости). Значение данной емкости заключается в сглаживании неравномерности поступления заявок и неритмичности их обслуживания. Результаты исследования показали, что для обеспечения нормативного времени обслуживания транспортных средств перед ПЭ (ОЭ) необходимо управлять либо входными потоками, регулируя величину λ , либо производительностью ПТС склада путем варьирования заложенной еще на этапе проектирования резервной мощностью μ_p . Можно также осуществлять комбинированное управление. Критерием качества обслуживания являются интегральные (коэффициенты загрузки и простоя оборудования) и экстремальные показатели функционирования складского комплекса (количество заявок, обслуженное за сверхнормативное время, и количество заявок N , превысивших нормативное значение длины очереди L_n) рис. 3.

Пороговое значение длины очереди, при котором осуществляется увеличение пропускной способности поточно-транспортной системы, определяется следующим образом:

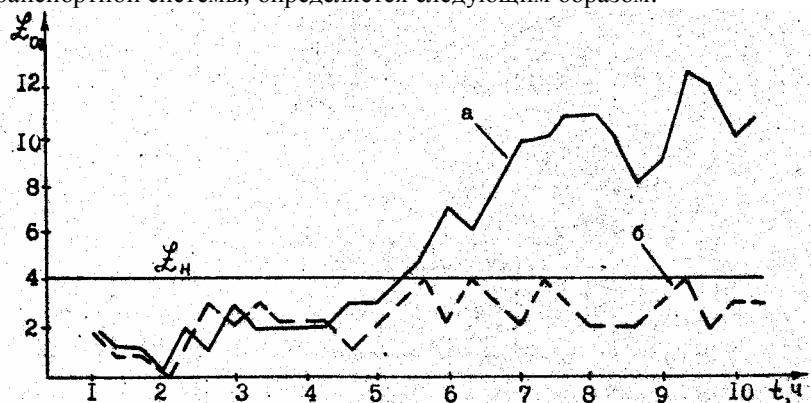


Рис. 3 – Динамика очереди транспортных средств перед экспедициями склада при отсутствии (а) и наличии дополнительных каналов ПТС (б) в течение смены

$$L_{оч}^{пор} = L_n + 1,$$

т.е. при повышении нормативной величины очереди L_n на единицу.

Величину L_n найдем по формуле

$$L_n = I \cdot t_n \cdot K_o,$$

где t_n – время обслуживания, определяемое существующими нормами времени простоя автомашин под погрузочно-разгрузочными операциями [2];

K_o – количество основных каналов обслуживания.

Управление производительностью ПТС склада может производиться как с использованием средств вычислительной техники, так и в ручном режиме. Примером ручного управления служит метод номограмм, предусматривающий увеличение перерабатывающей мощности ПТС на основе прогнозирования величин интенсивностей суточных грузопотоков.

С целью реализации приведенных принципов проектирования ПТС при моделировании работы транспортно-складского комплекса коллективного пользования для перерабатывающих предприятий АПК использован пакет программ. Комплекс ориентирован на широкий круг пользователей, не являющихся специалистами в области программирования. Это достигается за счет применения в качестве входного языка некоторой стандартной формы описания элементов СМО.

Разработаны алгоритмы оптимального управления производительностью оборудования приемно-отпускных экспедиций складов с учетом резервной мощности ПТС. С целью нахождения экстремальных показателей, характеризующих качество функционирования ПТС склада, разработан комплекс программ, который дополнительно позволяет установить в динамике количество действующих каналов обслуживания, моменты времени подключения в к обработке грузов резервной производительности ПТС, длины очередей перед фазами и другие показатели.

Как показатели данные имитационных экспериментов реальных грузопотоков, динамика транспортных средств перед экспедициями склада при отсутствии дополнительных каналов ($\mu_r=0$) (а) характеризуется тенденцией $L_{оч}$ к росту (см. рис.3). При подключении к обслуживанию заявок резервной мощности ПТС очередь $L_{оч}$ стабилизируется (б) и соблюдается условие $t_{обс} \leq t_n$ ($t_{обс}$ – фактическое время обслуживания). Прямая (в) характеризует уровень нормативной очереди L_n при заданных значениях λ и μ .

Алгоритмы оперативного управления ПТС используются при расчете системы механизации ПРТС-работ центрального склада-холодильника Московского жиркомбината. Пакет программ моделирования складов как систем управления передан Харьковскому НПО «Карбонат» и используется при проектировании складов содовых производств.

Выводы

Исходя из поставленных целей управления, при проектировании складской ПТС следует:

1. Первую фазу ПТС строить как управляемую, т.е. при проектировании предусматривать резервную производительность (в виде резервных каналов – расширенных погрузочно-разгрузочных фронтов с соответствующим оборудованием (погрузчиками, кранами-штабелерами, конвейерами и т.д.) или варьируемой производительностью μ каждого канала при их минимальном общем числе).

2. Для предотвращения блокировки первой фазы непосредственно после нее предусматривать накопительную емкость.

3. Производительность и возможность управления в последующих фазах корректировать с величиной первой и последующих накопительных емкостей [1].

Проведенные исследования свидетельствуют, что проектирование складских комплексов как систем управления позволяет при вероятностном характере грузопотоков практически обеспечить нормативное время обслуживания транспортных средств и на 15-20% сократить издержки от их простоя в очереди перед премно-отпускными экспедициями в ожидании обработки и непосредственно на обслуживании.

Литература

1. Жуковский Э.И., Скорописов Ю.И. Совершенствование складских систем. –К.: Техніка, 1984.– 142 с.
2. Жуковский Э.И., Чабаров В.А. Комплексная механизация и автоматизация складского хозяйства. – К.: Техніка, 1993. – 120 с.

УДК 536.46+534.222.2+681.513+621.867.81

НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА В ВОПРОСАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ

Волков В.Э., канд. физ.-мат. наук, доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса

Рассмотрены системы поддержки принятия решений (СППР). Для создания СППР по вопросам взрывобезопасности возможно применение математических моделей двух типов. Первая модель представляет собой модель принятия решений в условиях неопределенности, она базируется на теории нечетких множеств и нечеткой логике. Вторая модель представляет собой модель принятия решений в условиях риска, она основана на теории вероятностей и вероятностной логике (практически невозможно применение классической модели принятия решений ввиду большой сложности физико-химических процессов). Доказано, что применение первой модели для сложных систем предпочтительно. Наведен пример нечеткой оценки пожароопасности системы.

Systems, named the decision support system (DSS), are considered. For the constructing of DSS on the explosion-proof problems it is possible to use two kinds of mathematical models. The first model is the model of decision-making under uncertainty, it is based on the fuzzy-set theory and fuzzy logic. The second model is the model of decision-making under risk, it is based on the probability theory and the probability logic (it is almost impossible to use the classical model of decision-making under certainty because of the complexity of the physical and chemical processes). It is proved that application of the first model is preferable for complicated systems. An example of the fuzzy estimate for the fire-safety absence is given.

Ключевые слова: взрыв, взрывобезопасность, принятие решений, принятие решения в условиях неопределенности, принятие решения в условиях риска, нечеткая модель, предприятия зерновой и зерноперерабатывающей промышленности.

Сформировавшиеся тенденции по расширению номенклатуры, повышению качества и многофункциональности продуктов питания обуславливают необходимость совершенствования технологий хранения и переработки зерна. Постоянное усложнение технологических процессов на зерноперерабатывающих предприятиях, где практически на всех этапах производства возможно возникновение взрывоопасных пылевоздушных смесей (ПВС), повышает актуальность проблемы взрывобезопасности этих предприятий. Цель настоящего исследования – развитие научных основ повышения взрывобезопасности, в том числе и на зерноперерабатывающих предприятиях.

Современные автоматизированные системы управления (АСУ) обеспечивают выполнение функций управления на базе использования математических методов и современных средств обработки информации. Управление включает в себя: 1) накопление и обработку информации об объекте управления; 2) принятие решений как составную часть алгоритма управления; 3) разработку и реализацию управляющих воздействий для достижения поставленной цели управления.

Важнейшей составляющей управления является принятие решений, так как любую функцию управления в конечном счете можно представить как некоторую последовательность решений. В связи с этим

управление, – если под ним понимать целенаправленный процесс переработки информации для формирования целей действий, – в целом можно рассматривать как процесс принятия решений на основе научного подхода. Именно на базе принятия решений осуществляется реализация управляющих воздействий.

В самом широком смысле под теорией принятия решений как правило понимают область исследования, которая изучает закономерности выбора человеком (субъектом управления) путей решения различного рода задач, а также исследует способы поиска наиболее выгодных из возможных решений. При этом теория принятия решений, как и любая относительно молодая отрасль знаний (подобно кибернетике, системному анализу и т.п.), не имеет четко очерченных границ, а её предмет, объекты и методы исследования не могут быть строго определены и до определенной степени «размыты». Принятие решения включает анализ проблем, альтернатив, риска, выигрыша, потерь, а также синтез вариантов структур, стратегий, программ, ведущих к цели. Для этого используется как формальное математическое моделирование, так и не поддающиеся формализации опыт, интуиция, творческого озарение. Именно поэтому теория принятия решений вовлекает понятия и методы самых разнообразных наук (математики, статистики, системного анализа, теории игр, психологии, менеджмента и т. п.).

Различают следующие основные этапы принятия решения:

- 1) формулирование проблемы;
- 2) выявление целей;
- 3) формирование критериев;
- 4) сбор информации (нахождение альтернатив и определение их свойств.);
- 5) выбор одной или нескольких (множества) альтернатив на основе их сопоставления по выбранным критериям;
- 6) оценивание последствий выбора и качества решения;
- 7) если оценка отрицательна, то возврат к 1) (2), 3)).

Первые четыре этапа называют построением модели принятия решений, а само принятие решения часто отождествляют с выбором альтернативы, выполняемым на пятом этапе. Шестой этап должен подтвердить правильность принятого решения, либо его неприемлемость.

В случае отрицательной оценки (неприемлемости) предполагаемого решения реализуется обратная связь к первым трем этапам, начиная с третьего этапа. На этом этапе могут быть изменены критерии оценки альтернатив. Если это не изменяет качества решения, корректируются цели принятия решения. Если и это не удовлетворяет лицо, принимающее решение (ЛПР), может быть переформулирована сама решаемая проблема.

В настоящее время достижения в области компьютерной и телекоммуникационной техники значительно расширили возможности человека в области принятия более качественных решений в различных областях его деятельности (в том числе, и в вопросах взрывобезопасности). Это вызывает необходимость создания программно-технических систем, позволяющих ЛПР построить информационную технологию, способную поддержать процесс формирования того или иного решения (действия) в различных ситуациях [1]. Такая компьютерная система (КС), которая предоставляет поддержку ЛПР в процессе принятия решений именуется системой поддержки принятия решений (СППР) [1] . При этом следует отметить, что в термины «принятие решений» и «поддержка» вкладываются различные понимания [1,2]. Создание СППР можно считать одной из проблем синтеза искусственного интеллекта, если понимать под ним свойство автоматических и автоматизированных систем брать на себя отдельные функции интеллекта человека. К СППР относятся в частности, советующие и экспертные системы [3,4].

Никакая СППР не предназначена для замены человека, принимающего решения, хотя в экстренных случаях, при наличии надежного интерфейса с объектом управления, такая замена возможна [1,4].

Рассмотрим детальнее, уточним и, по возможности, формализуем термины «принятие решения» и «поддержка принятия решения» вообще и в их применении к вопросам взрывобезопасности в частности.

Принятие решения – это сложная мыслительная человеческая деятельность, которую можно определить как выбор направления действия для достижения цели [5]. Для описания этой деятельности существуют две модели принятия решения [5] :

- 1) классическая;
- 2) поведенческая (по Саймону).

Согласно каждой из этих моделей ЛПР не сравнивает непосредственно альтернативы. Скорее ЛПР выбирает альтернативы либо на основе функции выигрыша (как в классическом случае), либо с помощью таких учитываемых в поведенческой модели факторов, как конечный эффект или желаемый уровень поведения.

Каждой альтернативе соответствует некоторый исход, определенный как функция всех переменных, описывающих внешние условия и всех переменных, конкретизирующих собственно альтернативу [5].

Однако чем сложнее проблема, тем затруднительнее правильное определение этих переменных и, как следствие, самого исхода. В этих условиях ЛПР как правило абстрагирует проблему и строит простую модель. Затем полученным из анализа данной модели исходом подменяется «непредсказуемый» исход первичной проблемы. Именно на этом этапе у ЛПР возникает необходимость устранить (насколько это вообще возможно) расхождение между промоделированным исходом и исходом реальной проблемы. Один из проверенных методов для достижения этой цели состоит в «размывании» вычисленного исхода. Такой нечеткий исход и рассматривается как некоторая оценка для данной альтернативы [5]. Поэтому нечеткое утверждение [6] более пригодно для сложных проблем. Можно отметить, что исследования, связанные с нечеткостью, развернулись после 1965 года, когда Заде (Zadeh) [7] предложил, чтобы теория нечетких множеств использовалась для количественного выражения и обработки нечеткости.

Выигрыш – это выраженный в цифрах исход, оцененный с учетом цели или системы предпочтений [5]. Выигрыш является нечетким, так как:

- 1) зависит от нечеткого исхода;
- 2) его значение получается в результате неоднозначной операции (процедуры оценивания).

Желаемый уровень также можно рассматривать как нечеткий, поскольку он опирается на субъективные стремления ЛПР. Нет необходимости быть точным, поскольку и рассматриваемая цель, и исход сами по себе нечеткие.

Очевидно, что проблема безопасности – одна из сложнейших проблем современности. Поэтому для нее вполне пригодны нечеткие высказывания и нечеткая логика [4].

И классическая, и поведенческая модели принятия решений (МПР) могут быть описаны с помощью следующих шести конструкций [5], проанализированными нами ранее [8].

Функция выигрыша – это, по утверждению Ё. Энта (Y. Enta) [5], – единственная существенная конструкция, которая отличает классическую модель принятия решений от поведенческой.

Классическая модель, явно или неявно, строится на предположении, что функция выигрыша – действительностнозначная, при этом она линейно упорядочивает все исходы. В противоположность этому поведенческая модель строится на предположении, что функция выигрыша имеет всего несколько (два, три) значения: иными словами, в поведенческой модели предполагается упрощенная функция выигрыша.

В классической модели ЛПР с помощью действительностнозначной функции выигрыша назначает каждой альтернативе некоторое действительное число. Для ЛПР не составляет труда выбрать альтернативу, когда каждой из альтернатив ставится в соответствие единственный выигрыш: выбирается, естественно, альтернатива с максимальным выигрышем. Это называется принятием решения в условиях определенности [5]. Сразу оговоримся, что по вопросам взрывобезопасности и взрывозащиты принятие решений в условиях определенности возможно для весьма ограниченного набора ситуаций, так как физико-математические модели взрывных процессов чрезвычайно сложны и не могут адекватно описать ряд актуальных проблем.

В любом варианте в рамках классической модели принятия решений ЛПР для каждой альтернативы подсчитывает одно действительное число и затем выбирает альтернативу, соответствующую наибольшему числу.

В противоположность классической модели Саймон в своей статье 1955 года «A Behavioral Model of Rational Choice» (см. [5]) предложил модель принятия решения, в которой принимающий решение не имеет такого рода функции выигрыша из-за своей «ограниченной рациональности». Модель Саймона – это поведенческая модель или, судя по ее содержанию, компенсаторная модель принятия решения. Самая уязвимая черта модели – функция выигрыша принимающего решение, меняющаяся в пределах двух-трех значений (см. [4,5]).

Когда ЛПР не обладает полным знанием о состояниях природы (среды), тогда каждой альтернативе назначается несколько выигрышей. Выбор в таких условиях называется принятием решений или в условиях риска, или в условиях неопределенности [2,5]. Решение принимается в условиях риска, если ЛПР знает возможные состояния природы (среды) и распределение их вероятностей [7]. Решение принимается в условиях неопределенности, если ЛПР знает возможные состояния природы (среды), но не знает распределения их вероятностей. В обоих случаях, как при риске, так и при неопределенности, каждую альтернативу нужно характеризовать единственным действительным числом, соответствующим выигрышу. В случае риска характеристика каждой альтернативы числовым значением получается взвешиванием выигрышей по вероятности их получения, в результате чего и выводится ожидаемый выигрыш. В случае неопределенности существует несколько методов для получения ожидаемого значения, ни один из которых не стал общепризнанным. Однако к настоящему времени сформирована математическая теория принятия решений в условиях неопределенности, на базе которой построено большое число советующих и экспертных систем в самых разных областях человеческой деятельности (экономике, медицине, строительстве и архитектуре, сейсмологии, искусствоведении и т.п.).

Для построения интеллектуальной системы поддержки принятия решений по вопросам взрывобезопасности можно использовать как математическую модель принятия решений в условиях неопределенности, базирующуюся на теории нечетких множеств и нечеткой логике, так и математическую модель принятия решений в условиях риска, базирующуюся на теории вероятностей и вероятностной логике. Для сложных промышленных и транспортных систем применение первой модели, однако, представляется более предпочтительным [9,10].

В самом деле, многие параметры, необходимые для применения второй модели, определяются при обработке статистических данных, которые для взрывных процессов в ряде случаев являются весьма неполными или же просто отсутствуют. К тому же, сами эти статистические данные иногда являются в некотором смысле «нечеткими». И хотя в принципе всегда возможно составление графа вероятностей переходов системы из взрывобезопасного состояния во взрывоопасное, а также составление матрицы вероятности таких переходов, эффективность подобной методологии представляется невысокой [8].

Учитывая вышеизложенное, эффективная методология построения достаточно универсальных интеллектуальных систем поддержки принятия решений по вопросам взрывобезопасности для предприятий по хранению и переработке зерна, комбикормовых заводов [9,10], предприятий химической промышленности, транспортных систем предусматривает условия нечеткости в сочетании с применением строгой математической теории горения и взрыва.

Первоочередной задачей оценки взрывоопасности системы является оценка ее пожароопасности, так как и пожар, и взрыв имеют в своей основе один и тот же неконтролируемый процесс окисления различных горючих веществ с выделением тепловой энергии. По скорости протекания физико-химического процесса окисления эти два явления, – пожар и взрыв, – выделяются в различные группы, однако так как взрыв без горения невозможен, то оценку пожароопасности системы можно считать предварительной оценкой её взрывоопасности: если система не является пожароопасной, она тем более не взрывоопасна. Рассмотрим вопрос об оценке пожаро- и взрывоопасности смеси, состоящей из топлива и окислителя, которым является кислород или воздух.

С целью программной реализации советующей системы, составлена достаточно полная база данных (БД) различных видов горючего с указанием их термодинамических и термохимических свойств, а также концентрационных пределов воспламенения – нижнего (НКПВ) и верхнего (ВКПВ). Концентрационные пределы воспламенения того или иного топлива в воздушной смеси, – если они неизвестны, – могут быть оценены по концентрационным пределам воспламенения этого же топлива в смеси с кислородом, исходя из процентного содержания кислорода в воздухе (21% O_2 по объёму). Указанная БД допускает возможность пополнения и расширения, что можно считать, в определенном смысле, способностью системы к обучению. При этом эксперт, пополняющий БД, кроме названия и/или химической формулы горючего вещества должен указать его параметры (что, впрочем, отчасти можно реализовать с помощью встроенной справочной системы) и концентрационные пределы воспламенения. Если последние неизвестны, эксперт может указать известный вид горючего, по аналогии с которым даётся оценка НКПВ или ВКПВ топлива, вводимого в БД.

Для оценки пожароопасности системы эксперт указывает топливо, окислитель (кислород или воздух) и объемную концентрацию окислителя. Кроме топлива и окислителя эксперт указывает геометрическую форму, в которую заключена горючая смесь (круглая труба, канал прямоугольного сечения, отсутствие ограничивающих стенок – открытое пространство, точнее свободное газовое облако) и соответствующие размеры, а также начальное давление. Именно эти факторы являются ключевыми для принятия решения о пожароопасности или пожаробезопасности системы с горючей смесью.

Пожароопасность системы выражается нечеткой логической переменной (нечетким высказыванием)

$\tilde{П}$, которое, в свою очередь, можно рассматривать как конъюнкцию трех нечетких высказываний, а именно:

1) нечеткого высказывания $\tilde{K}$, выражающего соблюдение концентрационных пределов воспламенения;

2) нечеткого высказывания $\tilde{D}$, выражающего соблюдение отсутствия гасящего расстояния;

3) нечеткого высказывания $\tilde{P}$, выражающего превышение начального давления над критическим, ниже которого горение в данных условиях невозможно.

Таким образом

$$\tilde{П} = \tilde{K} \wedge \tilde{D} \wedge \tilde{P} \quad (1)$$

Областью рассуждений (универсальным множеством, базовым множеством, базовой шкалой) для нечеткой переменной $\tilde{K}$ является множество значений объемной концентрации топлива C , выраженное в процентах ($0 \leq C \leq 100$). Функция принадлежности m_K для нечеткой переменной $\tilde{K}$ имеет трапецидальный вид (рис. 1), заданный формулами

$$m_K = \begin{cases} \frac{C}{HKPB}, & \text{при } 0 \leq C \leq HKPB \\ 1, & \text{при } HKPB \leq C \leq BKPB \\ 1 - \frac{C - BKPB}{100}, & \text{при } BKPB \leq C \leq 100 \end{cases} \quad (2)$$

Значение m_K определяет степень принадлежности данной системы нечеткому подмножеству $\tilde{\Pi}_K$ взрывоопасных по концентрации горючего систем. Это – нечеткое подмножество множества всех возможных систем данного класса с заданными топливом и окислителем $U (\tilde{\Pi}_K \subset \tilde{U})$. В случае, когда $m_K = 1$, систему можно оценить как безусловно пожароопасную по концентрации топлива. В случае, когда $m_K = 0$, система оценивается как безусловно пожаробезопасная.

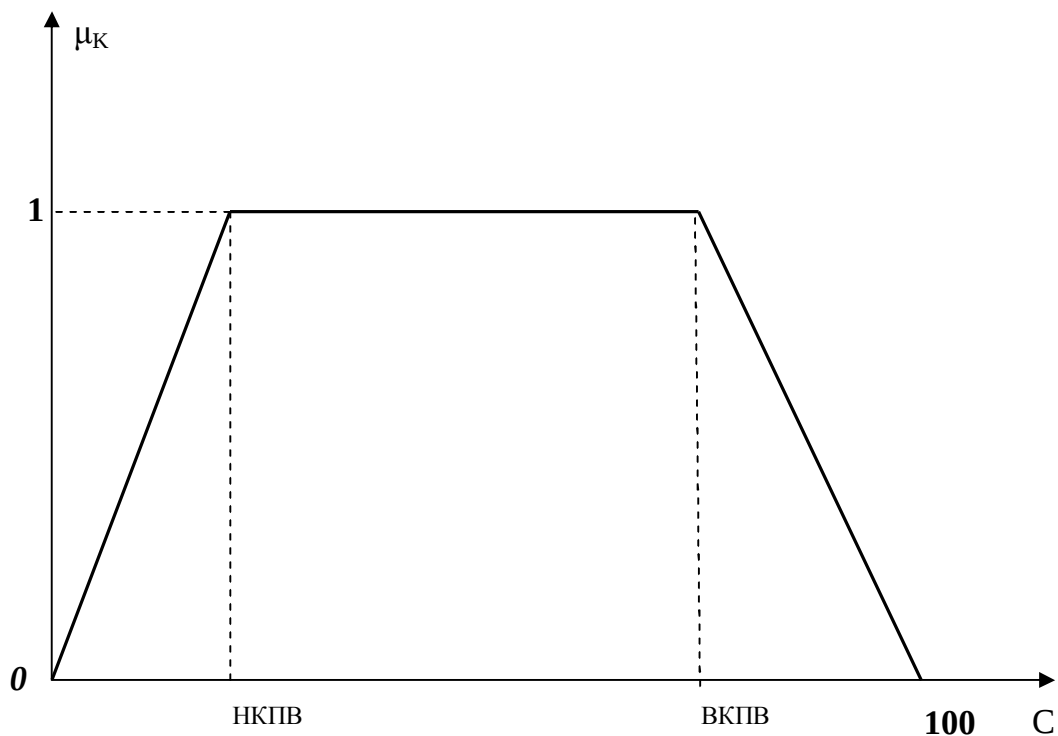


Рис. 1 – Функция принадлежности m_K для нечеткой переменной $\tilde{K}$, выражающей соблюдение концентрационных пределов воспламенения.

Областью рассуждений для нечеткой переменной $\tilde{D}$ является множество значений ширины канала (при этом под шириной канала понимается больший из двух линейных размеров прямоугольного сечения) или диаметра трубы d ($d \geq 0$). Функция принадлежности m_D для нечеткой переменной $\tilde{D}$ имеет кусочно-линейный вид (Рис. 2), заданный формулами

$$m_D = \begin{cases} \frac{d}{d_{кр}}, \text{ при } 0 \leq d \leq d_{кр} \\ 1, \text{ при } d_{кр} \leq d \end{cases} \quad (3)$$

Под величиной $d_{кр}$ понимается гасящее расстояние [11,12] между стенками канала или критический диаметр трубы. Если гасящее расстояние неизвестно из экспериментов, то в качестве $d_{кр}$ можно принять величину, меньшую размера ячейки пламени, оценка которого приведена в работах [13–16].

Значение m_D определяет степень принадлежности данной системы нечеткому подмножеству взрывоопасных по геометрии ограничивающих стенок $\tilde{\Pi}_D$ множества всех возможных систем данного класса с заданными топливом и окислителем, а также с заданной геометрией ограничивающих стенок U_1 ($\tilde{\Pi}_D \subset U_1 \subset U$). В случае, когда $m_D = 1$, систему можно оценить как безусловно пожароопасную по геометрии ограничивающего пространства. В случае, когда $m_D = 0$, систему считается пожаробезопасной.

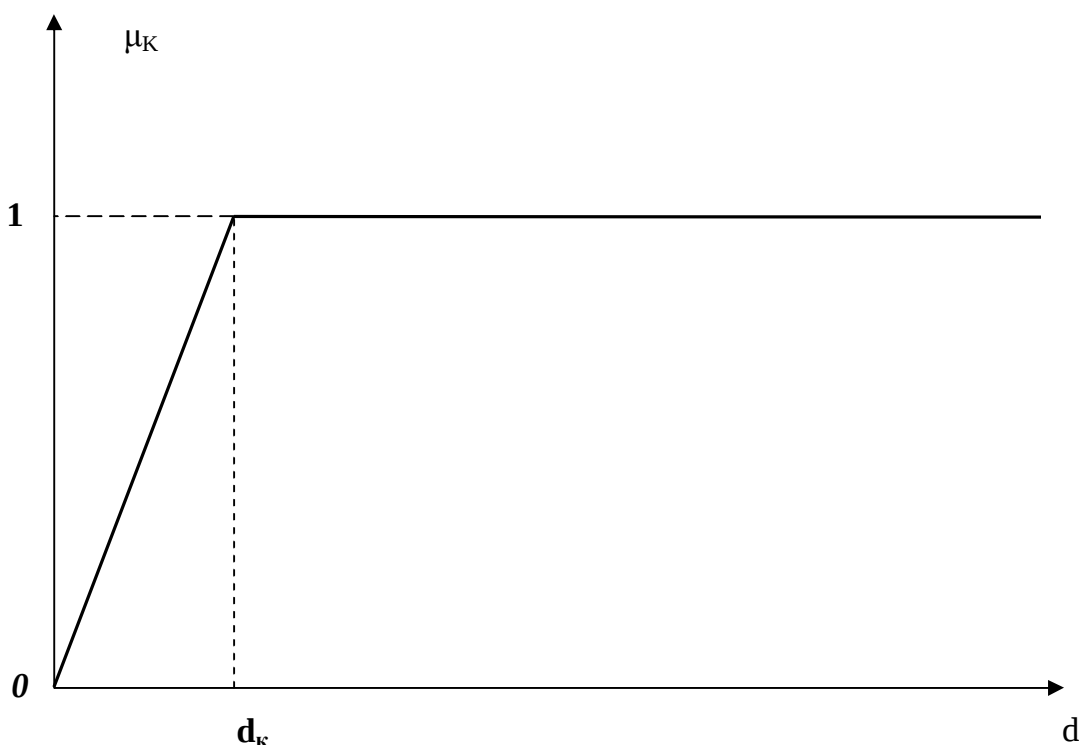


Рис. 2 – Функция принадлежности m_D для нечеткой переменной $\tilde{D}$, выражающей соблюдение геометрии ограничивающих стенок

Если ограничивающие стенки отсутствуют, то принимается $m_D = 1$, т.е. величина $\tilde{D}$ постоянна и подобная система всегда пожароопасна.

Наконец, областью рассуждений для нечеткой переменной $\tilde{P}$ является множество значений начального давления газовой смеси p ($p \geq 0$). Функция принадлежности m_P для нечеткой переменной $\tilde{P}$ имеет кусочно-линейный вид (рис. 3), заданный формулами

$$m_P = \begin{cases} \frac{p}{p_{кр}}, \text{ при } 0 \leq p \leq p_{кр} \\ 1, \text{ при } p_{кр} \leq p \end{cases} \quad (4)$$

Под величиной $p_{кр}$ понимается минимальное давление, при котором зажигание и горение еще возможны [11,12].

Значение m_P определяет степень принадлежности данной системы нечеткому подмножеству взрывоопасных по концентрации горючего систем $\tilde{\prod}_P$ множества всех возможных систем данного класса с заданными топливом и окислителем, а также с заданной геометрией ограничивающих стенок U_2 ($\tilde{\prod}_P \subset U_2 \subset U$). В случае, когда $m_P = 1$, систему можно оценить как безусловно пожароопасную по начальному давлению. В случае, когда $m_P = 0$, система может считаться пожаробезопасной.

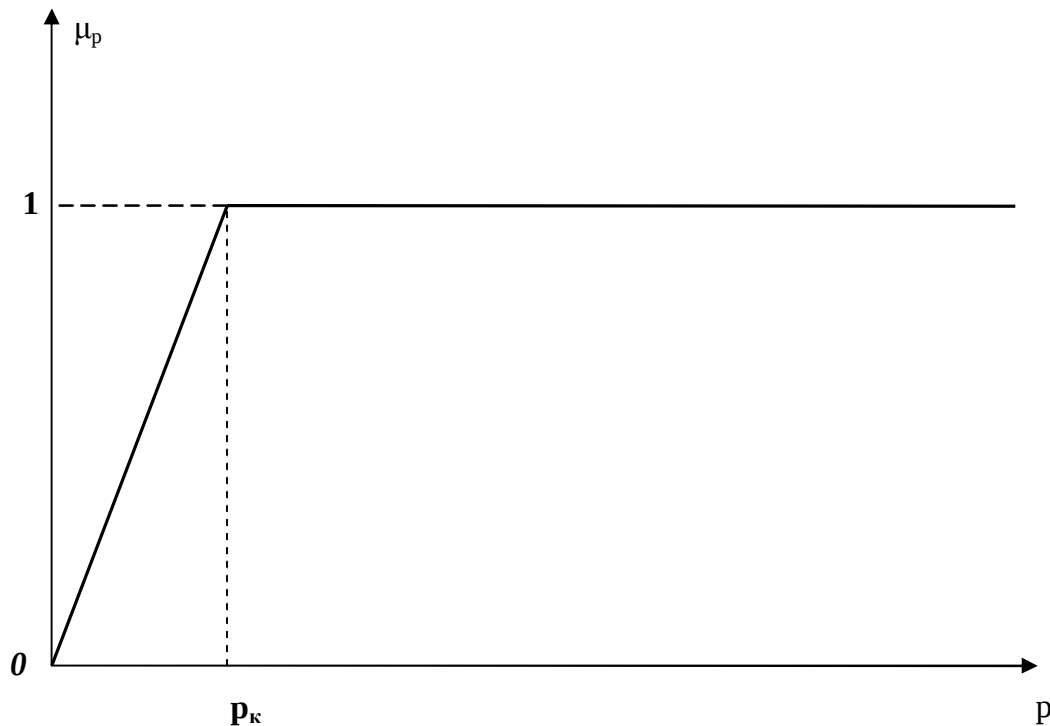


Рис. 3 – Функция принадлежности m_P для нечеткой переменной $\tilde{P}$, выражающей соблюдение давления

Параметры p и $d_{кр}$ не являются независимыми – между ними существует обратно пропорциональная зависимость, выраженная формулой

$$p d_{кр} = \text{const} \quad (5)$$

При этом в базе данных приведены оценочные значения $d_{кр}$ при нормальном начальном давлении $p_0 = 760$ мм рт. ст. в стехиометрической смеси.

Значение переменной $\tilde{P}$ определяет пожароопасность системы, причем для большинства реальных случаев $\tilde{P}$ зависит в первую очередь от $\tilde{K}$, т. к. обычно система находится в состоянии, далеком от критических давлений (как правило, $p_{кр} \ll 10$ мм рт.ст.), а геометрия ограничивающего пространства такова, что диаметр трубы или ширина канала намного превышают $d_{кр}$ (как правило, $d_{кр} \leq 1$ см). Т.е. система практически всегда пожароопасна ($\tilde{P} = 1$), если соблюдены концентрационные пределы воспламенения.

Подобным образом, при помощи конъюнктивных форм типа (1) для различных нечетких переменных можно оценить детонационную способность и собственно взрывоопасность системы, возможность перехода горения в детонацию, длину преддетонационного участка и т.п. Подобные оценки хотя и являются нечетким, но опираются на результаты, полученные строгими математическими методами [17–19]. Эти оценки представляют собой основу для принятия соответствующих решений по вопросам взрывобезопасности и взрывозащиты.

Литература

1. Михалевич В.С., Волкович В.Л. Концепция построения основных функциональных подсистем системы поддержки принятия решений //Автоматика. – 1993. – №5. – С.3-13.
2. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения / Под ред. Р.Р. Ягера. – М.: Радио и связь, 1986. – 408 с.
3. Экспертные системы: состояние и перспективы: Сборник научных трудов. – М: Наука, 1989. – 152 с.
4. Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 272 с.
5. Энта Ё. Теория нечетких решений: Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения / Под ред. Р.Р. Ягера. – М.: Радио и связь, 1986. Часть IV. Практические задачи. – С. 301-312.
6. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М: Мир, 1976. – 165 с.
7. Zadeh L.A. Fuzzy Sets. //Information and Control, 1965. – Vol. 8. – P. 338-353.
8. Волков В.Э. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений по вопросам взрывобезопасности //Зернові продукти і комбікорми, 2007. – №2, червень 2007. – С. 44-47.
9. Волков В.Э. Теоретические основы построения систем интеллектуальной поддержки принятия решений по вопросам взрывобезопасности //Информационные системы и технологии: Тез. докл. II-го семинара. – Одесса. – 2004. – С. 6-7.
10. Волков В.Э., Макоед Н.А. Теория нечетких множеств в экспертных системах по вопросам взрывобезопасности //Тез. докл. международной научно-практической конференции «Пищевые технологии-2006». – Одесса. – 2006. – С.157.
11. Васильев Я.Я., Семенов Л.И. Взрывобезопасность на предприятиях по хранению и переработке зерна. – М.: Колос. – 1983. – 224с.
12. Взрывные явления. Оценка и последствия: В 2-х кн. Кн.1 / Бейкер У., Кокс П., Уэстайн П. и др. – М: Мир, 1986. – 319с.
13. Асланов С.К., Волков В.Э. Интегральный метод анализа устойчивости ламинарного пламени. – Физика горения и взрыва, 1991, №5. – С. 160-166.
14. Aslanov S., Volkov V. On the Instability and Cell Structure of Flames. – Archivum combustionis, 1992, Vol.12, Nr. 1–4. – P.81-90.
15. Волков В.Э., Рыбина О.Б. Об устойчивости плоской стационарной волны медленного горения в сжимаемой среде. – Дисперсные системы. XXI научная конференция стран СНГ 20-24 сентября 2004 г., Одесса. Тезисы докладов. – Одесса: "Астропринт", 2004. – С.75-76.
16. Волков В.Э. Влияние дисперсного состава производственной пыли на взрывные процессы на зерноперерабатывающих предприятиях //Зернові продукти і комбікорми, 2006. – №3, вересень 2006. – С. 41-45.
17. Оран Э., Борис Дж. Численное моделирование реагирующих потоков. – М:Мир.– 1990.– 660с.
18. Асланов С.К., Волков В.Э., Царенко А.П. Математический анализ структуры детонационных волн в различных средах. // Вестник ОГУ. –1999.–Т.4.Вып.4. Физ.-мат.науки.– С.134.

19. Волков В.Э. Пределы детонации и проблемы взрывобезопасности. – Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса, 2006. – Вип. 28 – С. 194-199.

УДК: 664.1: 65.011.56

КООРДИНАЦИЯ РАБОТЫ УЧАСТКОВ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Скаковский Ю.М., канд. техн. наук, Витвицкий В.Д., Шайкова О.П., Бабков А.В.
Одесская национальная академия пищевых технологий

Предложены критерий и алгоритм управления для автоматизированной системы, обеспечивающей согласование работы участков свеклосахарного производства, расположенных в последовательной технологической цепи. При этом, учтена противоречивость частных критериев управления.

A criterion and control algorithm is offered for computerised system, ensuring the coordination of work of the beet sugar plant sections, disposed in a serial technological chain. It is made taking into account a contradiction of individual control criteria.

Ключевые слова: координация, критерии, алгоритм, технологический участок, свеклосахарное производство.

При автоматизации сложных объектов управления возникает необходимость применения методов системного анализа для построения сложных систем управления, обеспечивающих высокие технико-экономические показатели функционирования системы. Системный подход позволяет найти оптимальные решения при выборе критериев управления отдельными подсистемами, обеспечить координацию работы элементов (технологических участков) технологических комплексов (ТК), управляемых посредством сложных многоуровневых систем управления, и только в этом случае удастся обеспечить наилучшие технико-экономические показатели функционирования автоматизированных ТК [1]. Решением задачи координации является определение взаимодействия подсистем, при которых управления, оптимальные по критериям эффективности любой из подсистем, являются также оптимальными по общему критерию для ТК в целом.

Рассмотрим сформулированную задачу на примере совместного анализа работы участков свеклосахарного производства: диффузии, оснащенного наклонным диффузионным аппаратом (например, типа DDS), и многокорпусной выпарной установки (МВУ), находящейся в последовательной технологической цепи после отделения диффузии и отделения очистки диффузионного сока.

1 Выбор критерия управления

Известен технологический критерий управления диффузией – коэффициент откачки [2, 4], позволяющий оценивать работу установки за длительный промежуток времени (смена, сутки). Однако, из-за значительного запаздывания в объекте управления (до 60 минут), и конструктивных особенностей камеры, из которой производят отбор сока использовать этот критерий непосредственно в системе управления затруднительно.

Предлагается вести управление по критерию «Минимум потерь».

Управляющий параметр: отношение – расхода воды к расходу стружки

$$a = \frac{Q_v}{Q_{стр}} \quad (1)$$

Известен вид зависимости потерь сахара в жоме $П_{сх.ж}$ и содержания сухих веществ в диффузионном соке $СВ_{д.с}$ от выбранного управляющего параметра (изменению расхода экстрагента – сульфитированной горячей воды (далее воды) в дифаппарат) [4].

Составим функцию потерь в виде $\mathcal{E} = \mathcal{E}(П_{сх.ж}, СВ_{д.с})$ (см. рис.1).

$$\mathcal{E} = a(П_{сх.ж}^{\phi} - П_{сх.ж}^{зр}) - b(СВ_{д.с}^{\phi} - СВ_{д.с}^{зр}) \quad (2)$$



Рис. 1 – Критерий управления наклонной диффузионной установкой

где a, b – весовые коэффициенты, которые могут быть определены как ценовые оценки составляющих потерь;

$П_{сх.ж}^ф, П_{сх.ж}^p$, % к м.св – потери сахара в жоме фактические и граничные;

$СВ_{д.с.}^ф, СВ_{д.с.}^p$, % – содержание сухих веществ в диффузионном соке фактическое и граничное.

Алгебраическая сумма приведенных зависимостей $П_{сх.ж} = П_{сх.ж}(a)$,

$СВ_{д.с} = СВ_{д.с}(a)$ представляет собой функцию потерь (второе слагаемое берется с отрицательным знаком) $Э$, являющуюся монотонной функцией, имеющей глобальный минимум при $a^{опт}$.

2 Технологическое обоснование критерия «Минимум потерь»

2.1 Увеличение потерь сахара в жоме $П_{сх.ж}$ выше норм, обоснованных в технологическом регламенте, (0,2,.....0,25% к м.св.) уменьшает (прямой баланс сахара) выход сахара из свеклы, т. е. первое слагаемое это «прямые» потери сахара.

Попытка уменьшения $П_{сх.ж}$ ниже рекомендованных границ (0,2%), за счет увеличения соотношения a (увеличения расхода воды) приводит к поступлению в диффузионный сок несахаров в таком количестве, что их не удастся связать и удалить на участках химической и механической (фильтрация) очистки в отделении очистки диффузионного сока.

2.2 Увеличение содержания воды в дифсоке (т.е. уменьшение содержания $СВ_{д.с.}$) приводит к дополнительным затратам греющего пара (увеличение удельных затрат топлива) на выпаривание дополнительного количества воды на МВУ. Критерий управления МВУ включает минимизацию удельных затрат топлива [3].

Кроме того, следует учитывать ограничения, накладываемые технологическим режимом работы станции фильтрации, а именно, невозможность фильтрации «густых» соков, таким образом, рабочий диапазон – 10,...,16% $СВ_{д.с.}$.

Обобщая изложенные технологические особенности исследуемых процессов, составим таблицу допустимых изменений технологических параметров, входящих в предложенный критерий управления:

Таблица 1 – Технологические границы параметров

№	Параметр	Минимум	Номинальный диапазон	Максимум
1.	Содержание сухих веществ в диффузионном соке, %	10	12,...,14	16
2.	Потери сахара в жоме, % к м св.	0,2	0,25,...,0,4	0,6
3.	Критерий a , ед.	0,8	0,9,...,1,2	1,3

Функция потерь (2) с учетом технологических ограничений, изложенных в п.2 и стоимостных оценок входящих параметров (сахар, греющий пар), может быть представлена в виде (3):

$$\mathcal{E} = \min_a \{ Q_{стр} (P_{сх.ж}^{\phi} - P_{сх.ж}^{эп}) C_c - Q_{д.с.} (CB_{д.с.}^{\phi} - CB_{д.с.}^{эп}) C_n \} \quad (3)$$

где $Q_{стр}$ – расход стружки, т/ч;

$(P_{сх.ж}^{\phi} - P_{сх.ж}^{эп})$ – превышение технологической границы, % к м.св.;

C_c – стоимость сахара, грн./т;

$Q_{д.с.}$ – расход диффузионного сока, т/ч;

$-(CB_{д.с.}^{\phi} - CB_{д.с.}^{эп})$ – превышение технологической границы, %;

C_n – стоимость пара, грн./т;

a – коэффициент соотношения расходов вода-стружка, ед.,

тогда функция потерь (3) имеет размерность грн.

По данным на 2007 год отпускная цена сахара $C_c = 2800$ грн/т. Оценим стоимость пара C_n . Поскольку известно, что скрытая теплота парообразования для греющего и вторичного паров примерно одинаковая, считают, что 1 кг греющего пара, поступающего в выпарной аппарат, из сока выпаривает 1 кг воды (при условии предварительного нагрева сока до кипения). Нагрев обеспечивается системами автоматической стабилизации.

При сжигании 1 кг условного топлива с теплотворной способностью 29310 кДж из воды образуется 8 кг пара [2]. На большинстве сахарных заводов, в настоящее время, котлоагрегаты работают на природном газе с теплотворной способностью 35000 кДж/кг. Тогда, сжигание 1 кг газа позволит получить 9,553 кг пара. Учитывая плотность газа (0,8 кг/м³), и стоимость 1 м³ газа для промышленных потребителей (примерно 1,515 грн., исходим из худшего прогноза на 2008 г. 260\$– 300\$ за 1000м³), можно оценить затраты на производство 1 т пара:

$$C_n = \frac{300 \times 5,05}{9,553 \times 0,8} = 198 \text{ грн} / \text{т},$$

При сгущении сока на МВУ следует учитывать кратность выпаривания (2,...,2,4), следовательно, реальная цена пара для условий сахзавода может составить половину расчетной, т.е. $C_n = 100$ грн/т.

Поскольку минимум критерия $\mathcal{E}$ ищется в функции a , то при работе

диффузионной установке в номинальном режиме по нагрузке, параметры расхода $Q_{стр.}$, $Q_{д.с.}$ можно считать режимными константами ($Q_{стр.} = 100$ т/ч, $Q_{д.с.} = 120$ т/ч, при рекомендованном для данного типа аппаратов коэффициенте откачки $K_{от} = 1,2$). Следовательно, для грубого оценивания численного значения критерия можно пользоваться формулой:

$$\mathcal{E} = (P_{сх.ж}^{\phi} - 0,2) \times 2800 - 120 \times (CB_{д.с.}^{\phi} - 16) \quad (4)$$

При существенных отклонениях от номинального режима по нагрузке целесообразно использовать усредненные за период расчета $Q_{стр.}$, $Q_{д.с.}$.

Период расчета может быть выбран в соответствии с традиционным периодом лабораторного контроля на сахарных заводах – 1 час. Тогда интегральные оценки соответствуют количественным показателям (масса сахара, пара – в тоннах), а критерии соответствуют дополнительным потерям за час работы в гривнах. Сравнение часовых оценок $\mathcal{E}_i$ в конце каждой смены позволит определить минимальное значение критерия и соответствующее ему оптимальное значение управляющего параметра $a_{опт}$. Однако, можно осуществлять поиск локального критерия и внутри часового интервала, поскольку условно постоянной является только величина $P_{сх.ж}^{\phi}$, получаемая лабораторным путем 1 раз в час. Остальные переменные, используемые при расчете, на практике имеют колебательный характер, вызванный случайными возмущениями. Таким образом, целесообразно в технической реализации алгоритма расчета, заменить интегральные (часовые) оценки параметров, оценками, полученными в результате фильтрации сигналов от датчиков. На практике применяется фильтр первого порядка, параметр настройки которого, является одним из параметров настройки алгоритма поиска, и уточняется при экспериментальных исследованиях на объекте.

3 Алгоритм решения задачи поиска A^{opt}

Применяемый метод поиска экстремума, в соответствии с традиционной классификацией, относится к методам поиска с запоминанием экстремума.

Работа алгоритма представлена на примере его промышленной реализации в технологической (функциональной) программе составленной средствами библиотеки контроллера P110 с учетом возможностей представления информации в SCADA-системе «Индел 4».

Программа поиска представлена на рис.2, а дополнительные функции усреднения параметров, вычисления $A^{факт}$ и стабилизации найденного A^{opt} на рис.3.

Программа поиска содержит следующие шаги (алгоблоки в терминологии использованной библиотеки) (рис.2):

- 1 Вычисление первого слагаемого (1.5) в алгоблоке 1.1 (АБ 1.1);
- 2 Вычисление второго слагаемого (1.5) в АБ 1.2;
- 3 Поиск ε_{min} и фиксация при обнаружении его в АБ 1.3 ;
- 4 Учет динамики ($t = 60$ мин.), реализация запаздывания в АБ 1.4;
- 5 Формирование на выходе A^{opt} , соответствующего экстремуму ε_{min} в АБ 1.5;

Настройки АБ, приведенные на рис.1.6, обеспечивают масштабирование входящих параметров, с учетом диапазона измерения параметров расхода (0,..., 200 т/ч), а также корректную реализацию описанных функций.

В программе (рис.3), реализуются функции:

- 1 Усреднения (фильтрация) текущих значений параметров $Q_{стр.}$ (АБ2.1), $Q_{вод.}$ (АБ2.2), $Q_{л.с.}$ (АБ2.3);
- 2 Вычисление фактического значения A (АБ 2.4);
- 3 Стабилизация заданного значения A путем изменения подачи воды в дифаппарат (каскад АБ 2.7, 2.8).

Использования возможностей современных SCADA систем (например, «Индел 4» разработка предприятия «Инфотехпром», г. Полтава) позволяет реализовать визуализацию для оператора на мнемосхеме соответствующего экстремуму значения A^{opt} , значения величины критерия, ввод данных лабораторного контроля значений Псх.ж, и др., а также архивацию расчетных промежуточных и выходных величин.

Поскольку функции, отображенные на рис.3, а также ряд других, необходимых для управления диффузионным аппаратом, реализуются традиционно в АРМ оператора диффузии, то для решения задачи оптимального поиска A^{opt} необходимо дополнительно всего пять алгоблоков.

Частота решения задачи поиска определяется частотой поступления новых данных лабораторного анализа Псх.ж (1 час). При поступлении новых данных результаты предыдущего расчета „сбрасываются“, вводятся новые данные, и задача включается для следующего цикла расчета. В конце смены анализ архива $\varepsilon = \varepsilon(A)$ позволяет сменному технологу определить глобальный оптимум A^{opt} в разрезе смены и рекомендовать его на следующую смену. Задача может быть включена в состав специального программного обеспечения АРМ оператора, реализующего алгоритмы контроля и управления, как на свободно так и на функционально программируемом контролере.

Важным обстоятельством рассмотренного решения является то, что переменная $Q_{стр.}$ (производительность завода) остается свободной (т.е. не рассматривается как управляющий параметр для данной задачи). Задание по расходу стружки определяется, исходя из решения задачи «оптимального планирования работы завода» (задача из класса задач АСУП – управление производством в целом), с учетом запасов сырья на кагатном поле, прогноза поступления сырья в соответствии с договорами поставки и сроками, указанными в них, текущего состояния оборудования, отсутствие «узких мест» в технологической производственной цепи и т. п.

Задание $Q^{3л}$ является исходным параметром для решения задачи управления технологическими потоками завода, которая является, частным случаем координации работы участков [5].

Исследования проводились на Староконстантиновском сахарном заводе, где и планируется реализация предложенных решений.

Выводы

Применение системного подхода к анализу работы технологических участков свеклосахарного производства, находящихся в последовательной технологической цепи, позволило сформировать общий критерий управления, с учетом противоречивости частных критериев управления: диффузионной установки наклонного типа и многокорпусной выпарной установки. Получены численные значения весовых коэффициентов, входящих в критерий управления, разработана программа для управляющего контроллера, функционирующая совместно со SCADA-системой и реализующая алгоритм поиска оптимума.

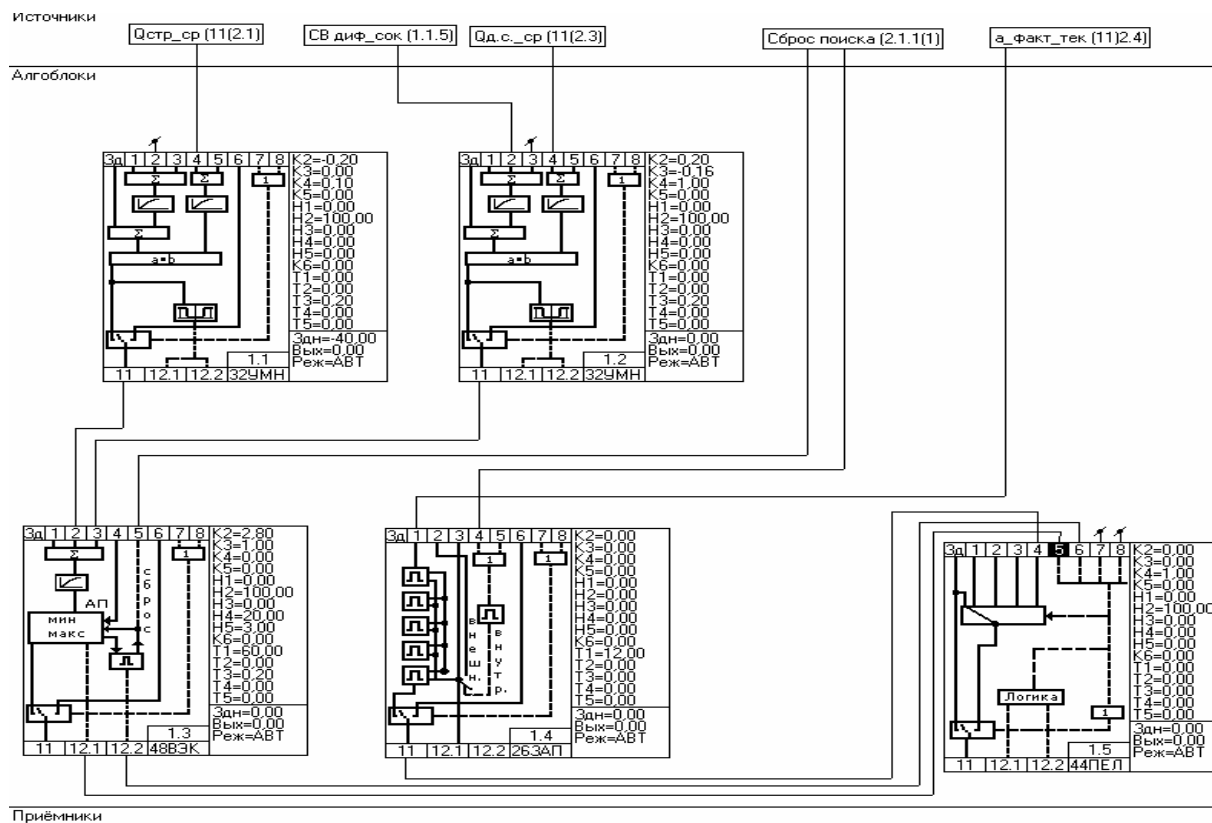


Рис. 2 – Технологическая схема реализации алгоритма поиска оптимального α

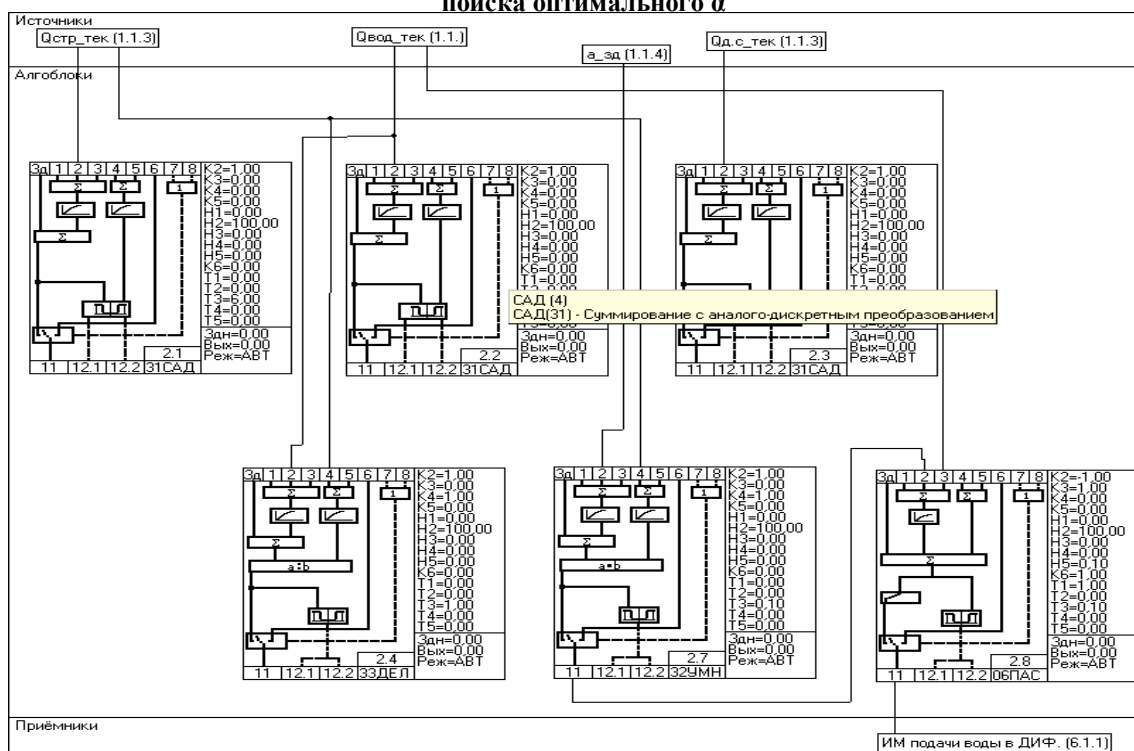


Рис. 3 – Технологическая схема алгоритмов усреднения параметров, вычисления $\alpha_{\text{факт}}$ и стабилизации α путем изменения подачи воды в диффузионный аппарат

Литература

1. Ладанюк А.П. Основы системного анализа. Навчальний посібник.—Вінниця, Нова книга, 2004.—176 с.
2. А.Р.Сапронов. Технология сахарного производства.— М.: Агропромиздат, 1986.—432 с.
3. Математическое моделирование на ЭВМ тепловых комплексов свеклосахарного производства. Спинул Н.М., Либерман И.Г.—М.: Пищевая промышленность, 1975.—223 с.
4. П.М.Силин. Технология сахара. — 2-е изд., перераб. и доп.—М.: Пищевая промышленность, 1967.—625 с.
5. Еременко Б.А. Автоматическое управление процессами свеклосахарного производства.—М.: Пищевая промышленность, 1976. 223с.

УДК 65.011 .56:004.032.26:004.8

НЕЙРОННАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЫСОКОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ

Павлов А. И., канд. техн. наук, доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Показывается возможность повышения качества систем автоматического регулирования посредством использования искусственной нейронной сети.

It shows possibility of performance quality improvement in stabilizing automatic control systems by the means of using artificial neural network.

Ключевые слова: система автоматического регулирования, нейронная сеть, искусственный интеллект.

В [1] рассмотрена работа САР с искусственной нейронной сетью (ИНС) в структуре гибридного регулятора, в котором использованы динамические звенья, а именно интегратор и дифференциатор. Было отмечено, что такой регулятор, несмотря на простоту и постоянную величину всех его параметров, в процессе работы САР обнаруживает явные признаки адаптивности к изменению коэффициента передачи объекта в широком диапазоне.

Более того, было показано, что такая САР обладает свойством инвариантности относительно контролируемого координатного возмущения без необходимости создания специального корректирующего контура регулятора. Зададимся теперь вопросом: можно ли исключить из структуры регулятора указанные динамические звенья, не потеряв в качестве управления посредством как изменения архитектуры ИНС, так и параметров связей ее элементов.

Модель САР с таким «облегченным» нейронным регулятором и объектом, передаточная функция которого $W(p) = \frac{2e^{-4p}}{(10p+1)^2}$, реализованная в среде MATLAB 5.2, представлена на рис. 1.

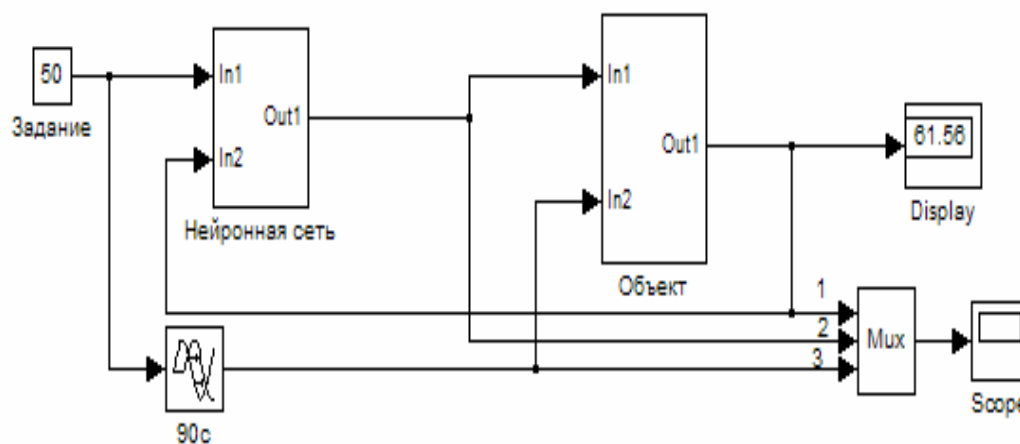


Рис.1– Структурная схема модели САР с нейронным регулятором

Обученная искусственная нейронная сеть и ее параметры представлены на рис. 2.

Необходимо отметить две существенные особенности структуры, показанной на рисунке 2: во-первых, схемы измерительного и регулирующего блоков объединены в одну схему и, во-вторых, использована линейная активационная функция с коэффициентом передачи 2,5.

Структура модели объекта и её параметры представлены на рис.3. Обучение ИНС проводилось именно на этой модели.

Отработка САР координатного возмущения характеризуется возникновением значительного остаточного отклонения регулируемого параметра от заданной величины, что является принципиальным недостатком рассматриваемой системы и, следовательно, в структуре регулятора должен быть интегратор.

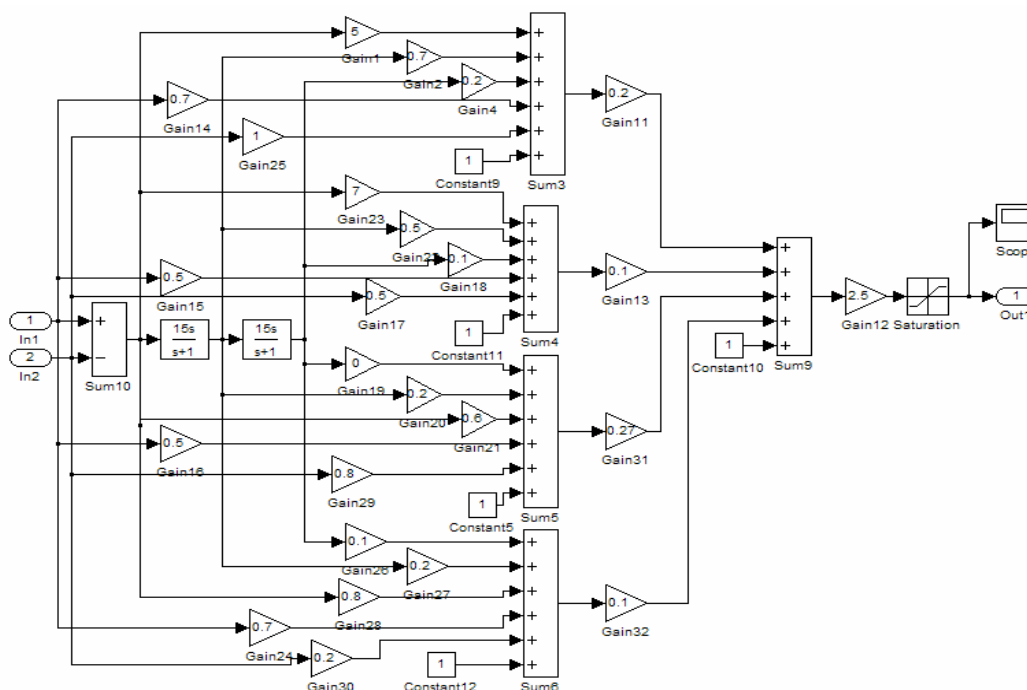


Рис. 2 – Искусственная нейронная сеть регулятора

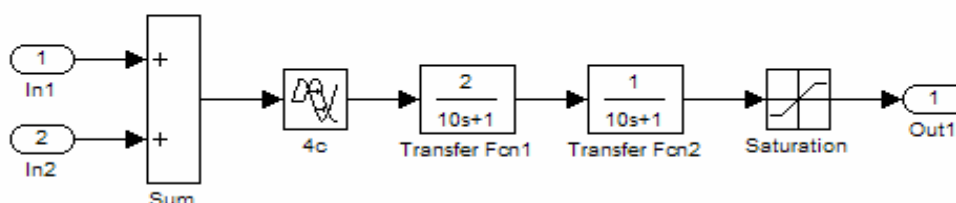


Рис. 3 – Структурная схема модели объекта регулирования

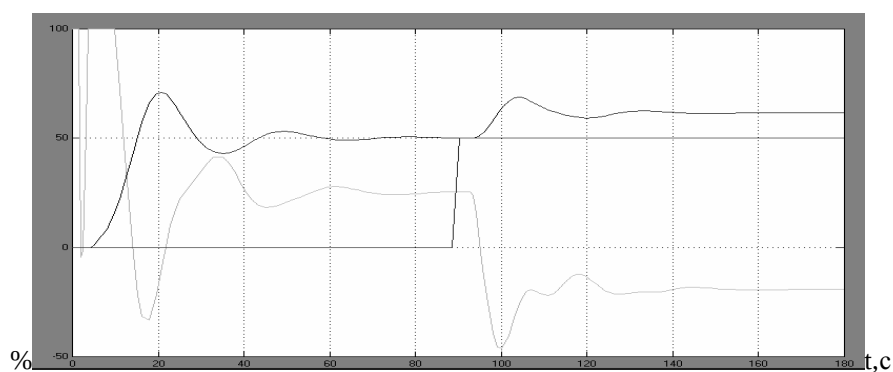


Рис. 4 – Графічні результати моделювання

Попробуємо, не змінюючи структури ІНС (два проміжних шари з числом нейронів в них відповідно 4 і 2), змінити структуру вектора $\bar{X}$ входних сигналів ІНС, тобто змінимо набір сигналів, оброблюваних ІНС. Використовуємо вектор $\bar{X}$ наступної структури: сигнал задання, сигнал розгладжування, перша похідна сигналу розгладжування, сигнал датчика контролюваного возмущення і перша похідна сигналу датчика контролюваного возмущення. Структурна схема моделі САР приведена на рис.5. Підсистема 1, забезпечуюча формування входних сигналів (вектора $\bar{X}$), приведена на рис.6. Підсистема 2 забезпечує формування сигналу управління, а також відображає динамічні властивості виконавчого механізму і відповідає рисунку 7. Вказана підсистема, по-перше, забезпечує виконання операції нормування сигналу управління (відповідність його діапазону (0...100)% ходу регулюючого органу), і, по-друге, відображає динамічні властивості пневматичного виконавчого механізму, оснащеного позиціонером.

Структура ІНС приведена на рис. 8.

Обучення ІНС проводилося на моделі об'єкта регулювання з великою інерційністю і великим чистим запаздиванням при постійних величинах його параметрів: коефіцієнт передачі об'єкта 0,5, час чистого запаздивання 100с і постійна часу об'єкта 30с. Наскільки успішною виявилася налаштування ІНС показують осцилограми рис.9. Як видно з графіка змінення регульованого параметра, динамічна помилка при обробці ІНС координатного возмущення настільки мала, що дозволяє утверджувати про наявність у системи регулювання властивості інваріантності регульованої змінної відносно координатних возмущень. При збільшенні частоти возмущень в 10 раз, динамічна помилка, як показують графіки рис. 10, зросла незначительно. Крім цього, відзначимо значительне покращення обробки ІНС сигналу задання порівняно з раніше розглянутим прикладом САР.

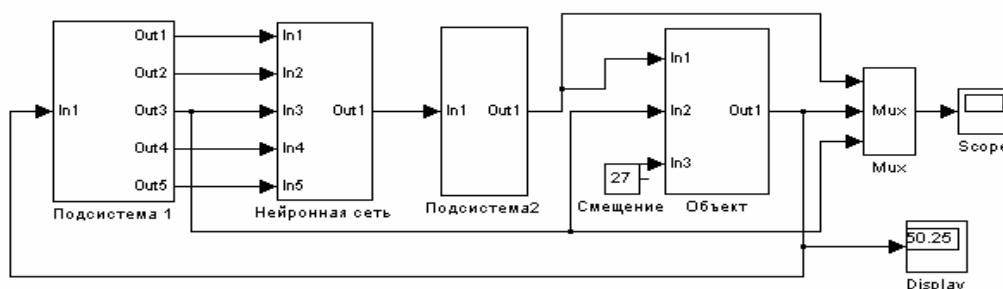


Рис. 5 – Структурна схема моделі САР з нейронним регулятором (варіант 2)

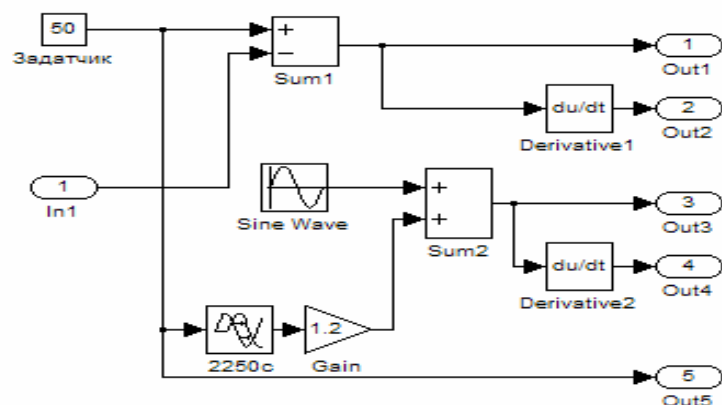


Рис. 6– Формирование вектора входных сигналов (Подсистема 1)

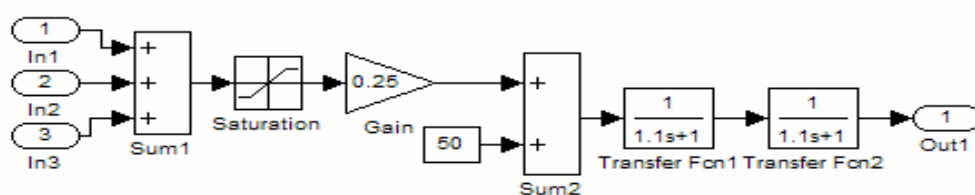


Рис.7 – Структура выхода регулятора (Подсистема 2)

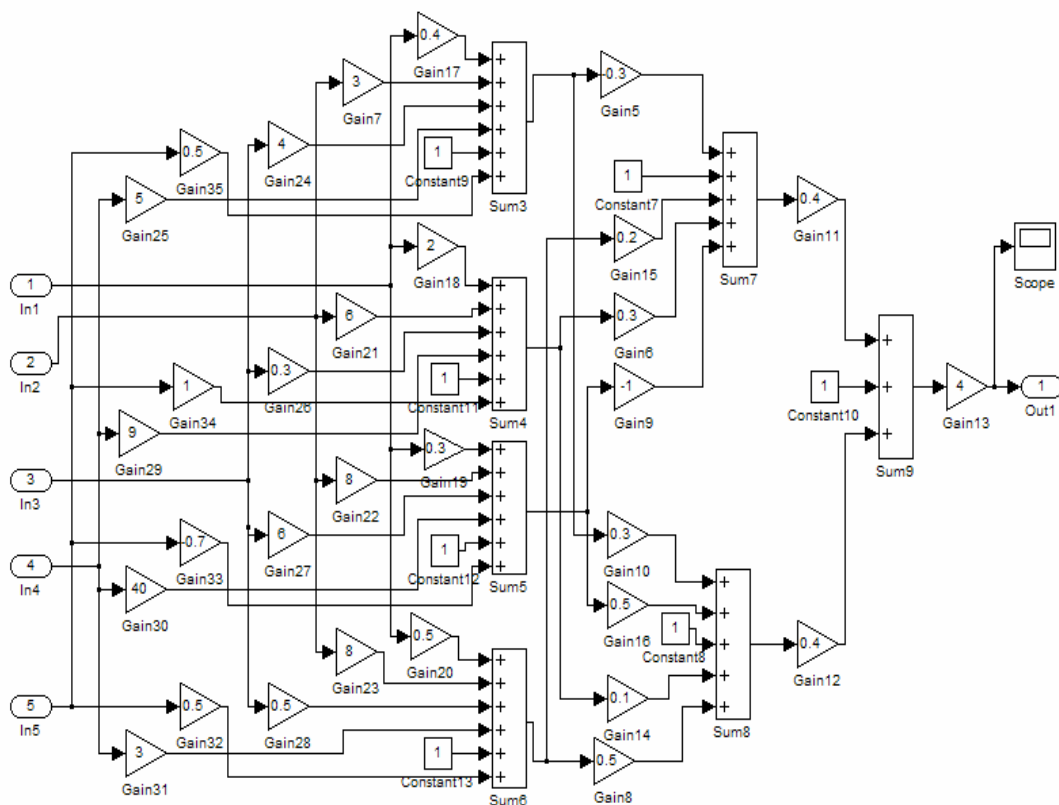


Рис.8 – Искусственная нейронная сеть

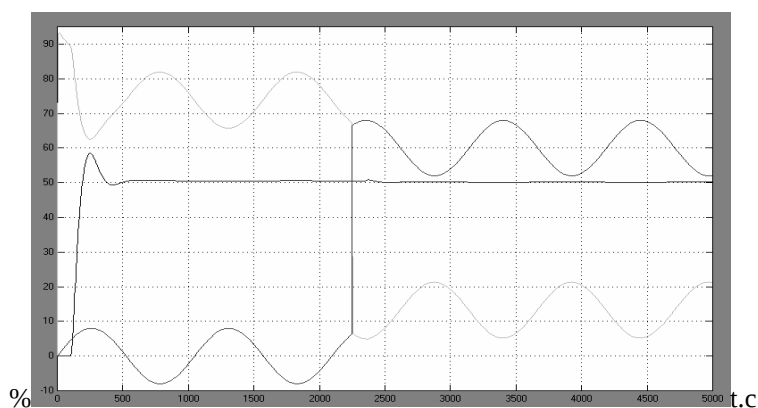


Рис.9 – Графические результаты моделирования



Рис.10 – Графические результаты моделирования

Реакции САР на параметрические возмущения объекта ($K=0.5$; $t = 200\text{с}$ и $T=60\text{с}$) представлены на рис. 11. Анализ графиков позволяет сделать вывод, что САР является грубой (по А.А. Андронову). Здесь уместно отметить, что так называемые параметрические возмущения далеко не всегда связаны с изменениями собственных характеристик объекта регулирования. Они могут быть и следствием некорректно проведенной идентификации свойств автоматизируемого агрегата (как уже отмечено выше, наибольшая погрешность нахождения параметров объекта регулирования по его динамическим характеристикам («кривым разгона») присуща определению именно динамических параметров $-t$ и T).

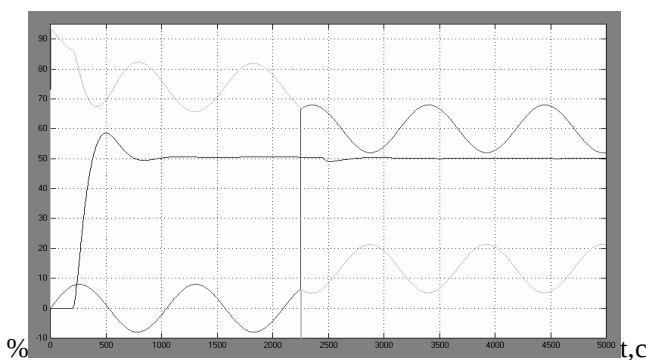


Рис.11 – Графические результаты моделирования

А нельзя ли этот же нейрорегулятор, без изменения его параметров, использовать на малоинерционном объекте, например, с параметрами: $K = 0,5$; $t = 4\text{с}$ и $T = 10\text{с}$?

Результаты моделирования представлены на рис. 12 и комментарии не требуют.

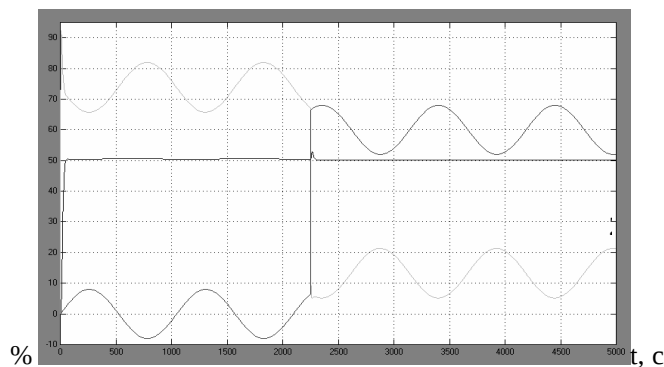


Рис. 12 – Графічні результати моделювання

Реалізація ИНС средствами, например, комплекса программирования CoDeSys для осуществления управления реальным объектом посредством применения какого-нибудь контроллера представляет весьма простую задачу даже для начинающего программиста.

Искусственная нейронная сеть – это система, образуемая посредством агрегирования – объединения нескольких элементов (искусственных нейронов). Свойства системы не являются только суммой свойств ее составных частей. Система есть нечто большее: она обладает такими свойствами, каких нет ни у одной из ее частей в отдельности. При синтезе системы (объединении частей в целое) возникает нечто качественно новое. Такое «внезапное» появление новых качеств у систем дало основание присвоить этому их свойству название эмерджентности (emergence (англ.)- внезапное появление, возникновение из «ничего»). Но ничего мистического, взявшегося «ниоткуда», здесь нет: новые свойства возникают благодаря конкретным связям между элементами. Свойство эмерджентности особенно ярко проявляется в случае искусственных нейронных сетей, но с той особенностью, что новые свойства системы определяются не только ее архитектурой, но и параметрами связей элементов (нейронов) друг с другом, которые находят в результате обучения сети, а также структурой вектора входных сигналов. С учетом числа связей в нейронной сети (а оно может быть весьма большим) отсутствие у сети свойства эмерджентности должно говорить, в основном, о низком качестве ее обучения. В значительной мере свойство эмерджентности обусловлено также тем обстоятельством, что сети прямого распространения, в рассмотренных примерах систем, применялись для решения задачи регулирования. Следовательно, по классификации искусственных нейронных сетей, их необходимо отнести к сетям Хопфилда [3;4], то есть к сетям с обратными связями: обратная связь обеспечивается использованием сигнала датчика регулируемого параметра, который поступает на один из входов искусственной нейронной сети.

Выводы

Поскольку наибольшие погрешности при выполнении идентификации динамических характеристик объектов регулирования свойственны определению величин постоянной времени T и чистого запаздывания t , то при использовании нейрорегулятора можно применять простые методики нахождения указанных двух параметров: на качестве регулирования это отражается незначительно. Это тем более важно, что все параметры регулятора (нейронной сети) оставались постоянными, а параметры T и t объекта в процессе моделирования менялись в очень широком диапазоне.

Разработка той или иной структуры ИНС для использования ее в решении задачи регулирования представляет достаточно простую задачу и не требует большого времени. Несравненно большее время необходимо для ее обучения, причем оно тем больше, чем больше синаптических связей в структуре ИНС.

Практическая реализация нейронной сети в среде программного обеспечения современных контроллеров, в частности, P-130, P-130Isa и МИК-51, никакой сложности не представляет.

Литература

1. Павлов А. И. Нейросетевая система регулирования // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій – Одеса: -2007. – Вип.31. –Т.2. – С.72-77.
2. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления: Учебник под ред. Н.Д. Егупова; издание 2-е, стереотипное. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2002. –744с.
3. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. – М.: «Вильямс». 2001. -288с.
4. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MATLAB 6. –М.: АО «Диалог – МИФИ». 2002.-489с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ ЦЕПИ

Ищенко И.Н., Титлов А.С., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина

Представлена разработка методики проектирования транспортных систем охлаждения на основе АХА. В основе предлагаемой методики лежит оригинальная функциональная схема работы транспортного прибора охлаждения на базе АХА. Разработка реализована в серийной и опытной продукции Васильковского завода холодильников. При разработке рассматриваются два типа холодильных камер: специализированные холодильные камеры с фиксированным уровнем температур (морозильные, холодильные, для хранения фруктов и овощей) и универсальные камеры, работающие в широком диапазоне температур — от минус 18 до плюс 12 °С.

Development of method technique transport systems of cooling is presented on the basis of ARA. In basis of the offered method the original functional diagram of work of a transport device of cooling lies on a base ARA. Development is realized in the serial and experimental products of the Vasilkov factory of refrigerators. At development two types of refrigeration chambers are examined: specialized refrigeration chambers with the fixed level of temperatures (refrigerator, refrigeration, for storage of fruit and vegetables) and universal chambers, workings in the wide range of temperatures — from minus 18 to plus 12 °C.

Ключевые слова: непрерывная холодильная цепь, транспортный холодильник, абсорбционный холодильник, методика проектирования

Проблема создания транспортных холодильных приборов небольшой производительности актуальна для современных фермерских и крестьянских хозяйств Украины. Такие аппараты могут использоваться для доставки на рынки охлажденной и замороженной сельскохозяйственной продукции, а также для работы в составе непрерывной холодильной цепи, например, в качестве аппаратов первичной холодильной обработки молока и продуктов его переработки непосредственно на месте производства. Отечественные и зарубежные производители предлагают транспортные рефрижераторы на базе компрессионных холодильных агрегатов. Эти установки, как правило, устанавливаются на отдельном транспортном средстве и не устраивают мелких сельскохозяйственных производителей из-за высокой стоимости и производительности.

Интересные решения в этой области могут быть найдены при помощи теплоиспользующих холодильных агрегатов. К вопросам их применения на транспорте неоднократно обращались разработчики во многих странах мира. Как правило, предполагалось, что для работы таких аппаратов в качестве основного источника энергии следует использовать поток нагретых продуктов сгорания двигателя внутреннего сгорания. Эффект от применения теплоиспользующих агрегатов на транспорте связан с экономией топлива для привода традиционного компрессионного холодильного агрегата.

В последние годы при проектировании новых моделей холодильников принимаются во внимание и негативное влияние на окружающую среду транспортных компрессионных холодильных систем из-за значительных утечек фреонов через неплотности сальниковых уплотнений. В отличие от компрессионных систем теплоиспользующие холодильные агрегаты в большинстве случаев используют природные рабочие тела — воду (пароэжекторные) и водоаммиачный раствор (абсорбционные), которые являются естественными компонентами природной среды и не оказывают влияние на интенсивность формирования парникового эффекта и на разрушение озонового слоя атмосферы [1].

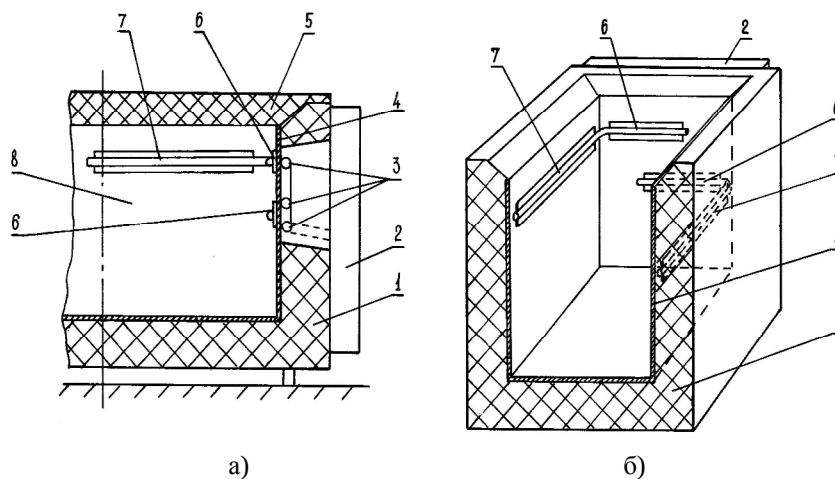
Особый интерес на транспорте среди теплоиспользующих холодильных агрегатов вызывают аппараты на базе абсорбционных холодильных агрегатов (АХА). Рабочим телом АХА является водоаммиачный раствор (ВАР) с добавкой инертного газа — водорода либо гелия. В конструкциях АХА отсутствуют электромеханические перекачивающие устройства, а перемещение компонентов рабочего тела осуществляется в гравитационных режимах, что значительно повышает надежность работы и ресурс и позволяет отказаться от электрических источников энергии.

Отличительной особенностью АХА является работа их теплорассеивающих элементов в режиме естественной конвекции без внешних побудителей циркуляции. Это повышает автономность, надежность и увеличивает эксплуатационный ресурс холодильников, однако вынуждает разработчиков в целях достижения приемлемых массогабаритных параметров создавать достаточно высокий уровень давления. Так, в

моделях АХА, предназначенных для работы в умеренном климате, рабочее давление составляет 20 бар, в тропическом климате ~ 30 бар. Как показала практика многолетнего использования абсорбционных холодильников на транспорте и ряд специальных научных исследований [2], в связи с переменностью воздействия наличие тряски и наклонов при движении транспортного средства не оказывает критического воздействия на работу АХА — работоспособность холодильного прибора сохраняется на уровне работы в стационарных условиях. Тем не менее, несмотря на наличие таких перспектив, на современных транспортных средствах АХА находят незначительное применение в составе охладительных приборов, причем в качестве источников энергии используют горелочные устройства и источники постоянного электрического тока (12 В и 24 В) [3, 4]. Как показал анализ, такая ситуация связана с отсутствием системного подхода при создании новых моделей в этой области техники.

Целью настоящей работы является разработка методики проектирования транспортных холодильников на базе АХА, далее — транспортных абсорбционных холодильников.

Методика предполагает наличие конструкции теплоизолированной холодильной камеры типа "ларь", представленной на рис. 1.



а) вид сбоку; б) разрез

1 — теплоизоляция холодильной камеры; 2 — АХА; 3 — испаритель АХА; 4 — внутренний алюминиевый корпус; 5 — крышка; 6, 7 — конденсатор и испаритель тепловой трубы; 8 — полезный объем камеры

Рис. 1 — Холодильная камера типа "ларь" с АХА на торцевых стенках

Холодильная камера оснащена модульными съемными АХА, испарители которых имеют холодопроизводительность от 15 до 50 Вт и установлены в теплоизолированных блоках [5]. Конструкция камеры типа "ларь" позволяет существенно улучшить эксплуатационные характеристики холодильного аппарата, так как основное неблагоприятное воздействие воздухообмена при открытии двери (крышки) связано не с утечками холодного воздуха, а с притоком теплого влажного воздуха из окружающей среды. Влага конденсируется на поверхности испарителя и замерзает, образуя сначала слой инея, а потом и ледяную корку (шубу). В этом случае увеличивается термическое сопротивление между испарителем и воздухом в камере, что приводит к увеличению рабочего периода холодильного агрегата, т.е. имеет место рост коэффициента рабочего времени и, следовательно, увеличиваются энергозатраты при эксплуатации. Блочная конструкция испарителя АХА позволяет применить дополнительные испарительно-конденсационные теплопередающие устройства (низкотемпературные тепловые трубы и термосифоны), обладающие низким внутренним термическим сопротивлением и способные обеспечить передачу тепла на значительные расстояния.

Имеется опыт применения Г-образных низкотемпературных тепловых труб, изготовленных по технологии НПО прикладной механики (Россия, г. Железногорск), в оригинальных конструкциях холодильных камер типа «ларь» с величиной полезного объема 180 дм³ («Стugna-101» АМЛ-180) [6].

Конструкция содержит две АХА, установленные в боковых стенках ларя, а в камере с размерами 0,650×0,395×0,700 м были установлены четыре тепловые трубы (по две на холодильный аппарат) с зоной конденсации 0,200 м и зоной испарения 0,300 м.

При проектировании в общем случае рассматривается источник тепловой энергии, расположенный на некотором значительном (1...5 метров) расстоянии от зоны подвода тепла (генераторного узла) АХА. Предполагается, что холодильный аппарат установлен либо непосредственно на транспортном средстве, либо на прицепах автотранспортных средств.

В первом случае предполагается установка одной или двух холодильных камер общим объемом от 360 до 720 дм^3 . Такая конструкция может использоваться, например, для доставки на сельскохозяйственные рынки замороженных и охлажденных продуктов, мороженого в зоны отдыха и т.д.

Во втором случае решаются задачи первичной холодильной обработки продуктов растительного (помидоры, клубника) животного происхождения (речная и прудовая рыба) непосредственно в местах заготовки. Предполагается, что суммарный объем холодильных камер составит от 1500 до 10000 дм^3 .

Во втором случае рассматриваются две схемы — схема с автономными охлаждающими блоками, содержащими от четырех до десяти холодильных камер [7] и схема с одной холодильной камерой, укомплектованной модульными съемными АХА [8].

Максимальный экономический эффект будет достигнут при использовании в качестве холодильных камер имеющихся хозяйственных построек (подвалов, погребов, сараев, амбаров и т.д.) после соответствующей теплогидроизоляции ограждений. Наиболее перспективными с точки зрения авторов проекта могут стать подземные сооружения (погреб, подвалы), характеризующие минимумом теплопритоков в теплое время года и высокой тепловой инерционностью.

В проемах боковых стен установлены модульные АХА, теплорассеивающие элементы которых вынесены за пределы охлаждаемого объема холодильной камеры, а источники холода — испарители установлены в отдельных теплоизоляционных блоках и связаны с объемом холодильной камеры.

Для защиты от солнечного излучения теплорассеивающие элементы АХА закрываются навесными солнцезащитными панелями.

Наиболее экономически эффективен в такой конструкции вариант с центральным горелочным устройством, с последующей раздачей горячих продуктов сгорания по специальным теплоизолированным магистралям. В качестве теплоносителя могут быть использованы: дизельное топливо, керосин, природный газ, сжиженный газ, биогаз и т.п. Внутри холодильной камеры располагаются холодоаккумуляторы, в качестве которых могут быть использованы, например, водосолевые растворы хлористого кальция и натрия. Своеобразный «запас» холода необходим при загрузке холодильной камеры отепленными продуктами, когда холодопроизводительности АХА будет недостаточно для достижения заданной температуры хранения в установленный период.

Методика проектирования предполагает организацию тепловой связи между зоной подвода тепла АХА и потоком нагретых продуктов сгорания при помощи специальных промежуточных теплопередающих устройств (испарительных термосифонов, контурных тепловых труб и т.п.). Требования к промежуточным теплопередающим устройствам связаны с обеспечением подачи тепловой нагрузки на необходимом для работы АХА уровне температур.

Для АХА с воздушным охлаждением теплорассеивающих элементов в режиме естественной конвекции и при температуре окружающего воздуха 32 °С температура в зоне подвода тепла должна быть не ниже 170 °С. Температура потока продуктов сгорания современных двигателей транспортных средств составляет 290...350 °С [9].

Таким образом, дополнительное промежуточное теплопередающее устройство должно обеспечить передачу минимального количества (порядка 60...70 Вт) тепла при температурном напоре 120...180 °С. Верхним пределом тепловой нагрузки можно принять 150 Вт — это случай, когда дефлегматор не справляется с очисткой пара аммиака от паров воды и холодопроизводительность АХА снижается [10].

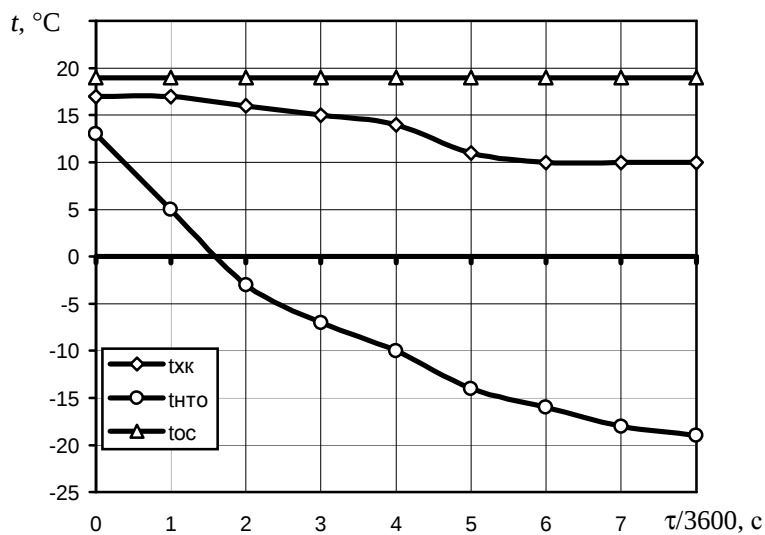
В качестве базового теплоносителя теплопередающего устройства рассматривается вода, обладающая оптимальными теплофизическими характеристиками в указанном диапазоне температур.

Работа двигателей внутреннего сгорания транспортных средств характеризуется переменностью во времени, а это приводит к изменению параметров потока продуктов сгорания и, соответственно, к изменению значений тепловой нагрузки в зоне подвода тепла АХА. Для стабилизации подвода тепла в методике проектирования рассматривается возможность применения аккумулятора тепла, например, с фазовым переходом (плавлением [11]).

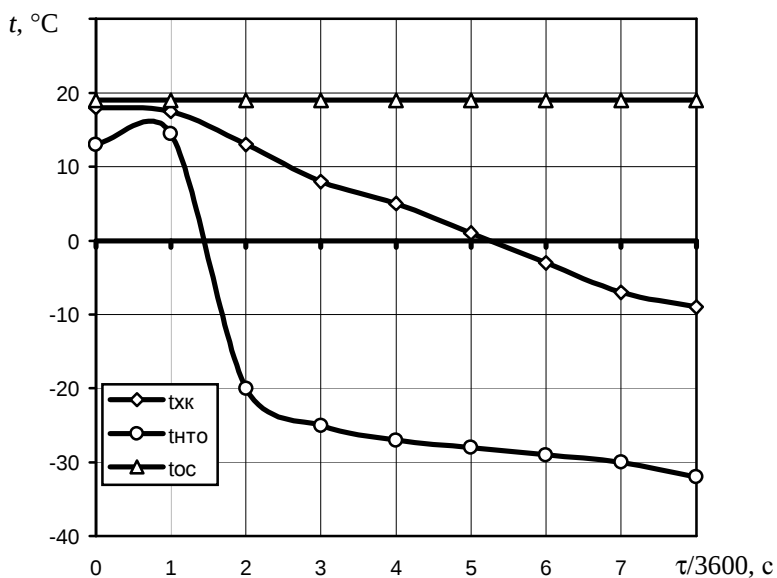
Для повышения эффективности работы АХА в представленной методике рассматривается возможность вынужденного обдува теплорассеивающих элементов (абсорбера, конденсатора, дефлегматора) как за счет использования вентиляторов с электроприводом (при движении транспортного средства), так и с приводом от потока горячих газов (на стоянке). Особую актуальность такое мероприятие приобретает в странах с тропическим климатом.

Одним из ключевых моментов методики является выбор параметров теплоизоляции, так как уровень температур в холодильной камере определяются соотношением величин теплопритоков из окружающей среды и холодопроизводительности АХА.

Результаты испытаний однокамерного холодильника с НТО (**) типа "Киев-410" АШ-160 на природном газе представлены в виде графических зависимостей на рис. 2.



а)



б)

Объемный расход природного газа ($V \cdot 10^6, m^3/c$): а – 3,09; б – 8,78.

t_{xk}, t_{hto}, t_{oc} – температура воздуха в холодильной камере, низкотемпературном отделении холодильника и окружающей среды, соответственно, $^\circ C$.
Испытания проведены в диапазоне температуры окружающего воздуха 18...20 $^\circ C$.

Рис. 2 – Динамика изменения температур в характерных точках абсорбционного холодильника "Киев-410" АШ-160 с горелочным устройством на природном газе при выходе на стационарный режим из "отепленного" состояния

При разработке рассматриваются два типа холодильных камер: специализированные холодильные камеры с фиксированным уровнем температур (морозильные, холодильные, для хранения фруктов и овощей) и универсальные камеры, работающие в широком диапазоне температур — от минус 18 до плюс 12 $^\circ C$.

В качестве перспективы рассматриваются вопросы использования для работы АХА не только энергии потока нагретых газов двигателя транспортного средства, но и возможность использования энергии солнечного излучения при помощи оригинальных конструкций гибких световодов [12], что особенно актуально на стоянках и позволяет дополнительно экономить топливо.

Чтобы уловить достаточное количество солнечной энергии, концентратор должен быть большим — на один квадратный метр земной поверхности падает не более 0,4 кВт. Традиционные конструкции концентратора и приемника должны быть постоянно обращены к Солнцу, следовательно, непрерывно поворачиваться вокруг двух перпендикулярных осей со строго определенной угловой скоростью. Это может только мощный и дорогостоящий прецизионный механизм. Лучше, считают некоторые конструкторы, немного потерять на снижении КПД, но концентратор и приемник облучения сделать неподвижными. Таких конструкций предложено немало, некоторые реализованы. Общий недостаток — низкий КПД, что мешает их широкому распространению.

Все части такого устройства неподвижны, но гибкий световод направляет сконцентрированный луч в любом необходимом направлении. Солнечный луч любого направления падает на неподвижный, как уже сказано, параболический отражатель. Его ось лучше направить раз и навсегда на юг под углом, равным широте места установки. Отраженный луч падает на вторичный параболический отражатель. Оптические оси и фокусы обоих отражателей совпадают, вследствие чего переотраженный луч параллелен оптической оси. Все переотраженные лучи падают на поверхности конических отражателей, заключенных в гибкую гофрированную трубу. Последовательно отражаясь от этих поверхностей, луч выходит в цилиндрический световод — трубку с зеркальной внутренней поверхностью. Изгибая трубу можно направить свет в любую сторону.

Простота конструкции, высокая надежность и долговечность основных ее элементов компенсируют не слишком высокий КПД устройства.

Вывод

Предложенная методика позволяет на основе обобщения и анализа результатов исследований и разработок в различных областях теплофизики и холодильной техники сформулировать исходные данные и провести проектирование реальных моделей холодильников транспортных средств на базе АХА производства Васильковского завода холодильников.

Литература

1. Енергетичні і екологічні показники компресійної та абсорбційної побутової холодильної техніки / М.Д. Захаров, О.С. Тітлов, О.Б. Василів та інші // Наукові праці Одес. держ. акад. харч. технологій. — Одеса, 1997. — № 17. — С. 257-264.
2. Очеретяный Ю.А., Титлов А.С., Захаров Н.Д. Результаты испытания абсорбционного холодильника в транспортных условиях // Холодильная техника и технология. — 2004. — №4. — С.19-24.
3. Патент 0323820 EP, МКИ F25B 49/00, F25B 15/10. Arrangement for preventing freezing of the working medium in absorption refrigerating apparatus / M.T. Walfridson, S.H. Farndahl. — №88850422.2; Заявл. 14.12.88; Оpubл. 12.07.89, Bulletin 89/28.
4. Пискунов В.В. "Российский Международный Автосалон — 2003" (Холод на автомобильном транспорте) // Холодильная техника. — 2003. — №10. — С. 40-42.
5. Декларативный патент № 50941A України, МКИ F25 B15/10; Морозильник // О.С. Тітлов, М.Д. Захаров, О.Б. Василів та інші. — № 2001096075; Заявл. 04.09.2001; Оpubл. 16.09.2002, Бюл. № 11.
6. Тітлов О.С. Розробка абсорбційних побутових і торгових апаратів// Холод. — 2004. №3. — С.34-37.
7. Декларативный патент № 56791A України, МКИ F25 B1/00, F25 B15/10; Транспортная холодильная установка // О.С. Тітлов, О.Б. Василів, М.І. Бабков, Г.С. Паламарчук. — № 2002097485; Заявл. 17.09.2002; Оpubл. 15.05.2003, Бюл. № 5.
8. Декларативный патент на винахід № 59825A України, МКИ F25 B13/00; Холодильная камера // О.С. Тітлов, О.Б. Василів, М.Д. Захаров, Р.М. Проць. — № 20021210411; Заявл. 23.12.2002; Оpubл. 15.09.2003, Бюл. № 9.
9. Коханский А.И., Редунов Г.М., Титлов А.С. Перспективы применения на судах теплоиспользующих машин малой производительности // Сборник науч.тр. 3-ей Междунар. науч.-техн. конф. «Современные проблемы холодильной техники и технологии» (приложение к журналу «Холодильная техника и технология»). — 2003. — №4. — С. 82-87.
10. Васылив О.Б., Титлов А.С. Поиск энергосберегающих режимов работы серийных абсорбционных холодильных аппаратов // Холодильная техника и технология. — 1999. — Вып. 60. — С. 28-37.
11. Титлов А.С., Завертанный В.В., Васылив О.Б., Ленский Л.Р. Экспериментальные исследования температурно-энергетических характеристик низкотемпературных камер на основе АХА // Тепловые режимы и охлаждение радиоэлектронной аппаратуры: Науч.-техн. сб. — 1998. — Вып. 1. — С. 60-67.
12. Шкроб Ю.В. Как "согнуть" солнечный луч // Изобретатель и рационализатор. — 2003. — №6. — С. 11.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Тимошик А.М., канд. техн. наук, член-кор. академії технологічних наук
Національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, м. Львів

В роботі узагальнені основні теоретичні положення, які необхідно використовувати при розробці інформаційних систем контролю і управління складними об'єктами на основі нечіткої логіки.

The paper contains generalization of the basic theoretical items of information necessary for construction of control systems by objects on the basis of fuzzy logic.

Ключові слова: інтелектуальні експертні системи, системи контролю, керування якістю ТП.

Одним з пріоритетних напрямків нинішньої економічної політики України є реалізація комплексу проблем покликаних забезпечити об'єктивний контроль якості харчової продукції на всіх етапах її виготовлення. Обумовлено це, в значній мірі, фізичним і моральним зношенням обладнання, а також відсутністю сучасних інформаційних систем управління технологічними процесами, які вказують на понаднормативне використання матеріалів, електроенергії та ін. Оперативна інформація про відхилення від нормативних величин є основою для прийняття обґрунтованих рішень. Автоматизовані системи переробки, виготовлення і контролю якості включають ланки, об'єднані в складний за технологією і будовою взаємозв'язків виробничий процес, який функціонує за модульним принципом. Основні модулі системи – це промислові роботи, транспортні засоби, нагрівачі, охолоджувачі, контрольно-вимірювальні пристрої, тощо. В таких системах в кожній конкретній ситуації виникає множина швидкозмінних умов і зовнішніх впливів. Сукупність параметрів, які впливають на якість технологічних процесів (ТП) поділяють на групи залежно від характеру і ролі їхньої участі у цих процесах: вхідні, керуючі, збурювальні і вихідні. При їх дослідженні необхідно оперувати багатомірними, нелінійними і неповними даними, які міняються.

Існуючі підходи до вирішення задач керування якістю ТП наступні:

1. Якщо експерт знає правила, за якими відбувається технологічний процес, то може узагальнити його у вигляді схеми ЯКЦО-ТО-ІНАКШЕ. Такий підхід “на правилах” реалізовано, наприклад, в [1].

2. Якщо правил ТП експерт не знає, але передбачає їх присутність, то необхідно розробити систему, яка спочатку навчається на деякій множині прикладів, представлених у виді “набір вхідних значень - критерії оцінки – правильні висновки”, після чого адекватно будує висновки на нових вхідних даних. Такий підхід “навчання з учителем” реалізовується в застосуванні нейромережі і показує високі результати точності оцінок і прогнозів [2].

3. Якщо експерт не знає ні правил за якими функціонує ТП, ні того, чи відомі вони взагалі і чи можуть бути взагалі отримані, експерт змодельовує процеси в системі, застосовуючи відомі правила і залежності “по аналогії”. Такий підхід “на моделях реалізовується в сучасній “теорії хаосу” [3] і дозволяє оцінювати події, які якісно міняються за малі проміжки часу.

4. Якщо правил, прикладів і моделей досить багато, виникають принципи дії об'єкту – “правила взаємодії правил (прикладів, моделей і т.п.)”. Тобто експерт може оцінити і керувати ТП не тільки на мікрорівні (правила), але і на макрорівні (принципи). Ці принципи також можна узагальнити і зводити до певних (відомих) систем. Цей підхід реалізовано за допомогою застосування fuzzy – математики в різних інструментальних пакетах сучасних експертних систем Matlab (Fuzzy Logic Toolbox).

- Вирішення конкретної задачі передбачає комбінації перерахованих підходів.
- Fuzzy – системи мають наступні переваги над іншими [3]:
- можливість оперувати вхідними даними, які задані нечітко, наприклад, змінні в часі значення;
- можливість здійснення якісних оцінок вхідних і вихідних даних;
- апріорі задавати точність кінцевих (вихідних) результатів і швидко моделювати складні динамічні процеси на ПК.

Проаналізувавши вищесказане можна зробити висновок, що інтелектуальні експертні системи орієнтовані на поширення досвіду висококваліфікованих спеціалістів у дослідженні процесів, у яких якість прийняття рішень залежить від рівня експертизи.

Нечітко-логічний контролер ТП розробляється за лінгвістичними правилами, що тісно зв'язано з технологією, яка базується на знаннях. Побудова систем інтелектуального керування по цій технології передбачає виконання наступних процедур:

1. Визначення входів і виходів системи управління.
2. Завдання для кожної з вихідних і входних змінних функцій належності (з апріорних знань і досвіду експерта), наприклад, методом парних порівнянь Сааті [4].
3. Розробка бази нечітких правил ЯКЩО-ТО підбираючи ваги нечітких правил і функцій належності таким чином, щоб вони мінімізували різницю між бажаною і модельною (теоретичною) поведінкою систем.

4. Вибір і реалізація алгоритму (Мамдані, Сугено) нечіткого логічного висновку;

5. Аналіз процесу керування створеної моделі.

Приведені вище процедури застосовуються автором статті для моделювання складних технологічних процесів контролю і оптимізації роботи енергетичних установок [5].

Загальна структура мікроконтролера, який використовує нечітку логіку, показано на рис. 1

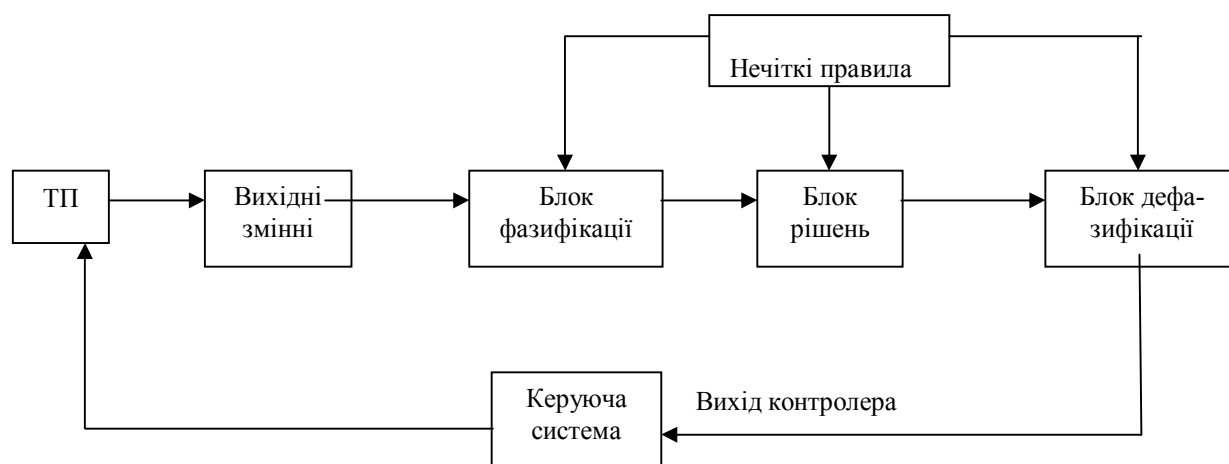


Рис. 1 – Мікро контролер нечіткої логіки

Блок фазифікації перетворює чіткі величини, заміряні на виході з ТП в нечіткі величини, які описуються лінгвістичними змінними в базі знань. Блок рішень використовує нечіткі правила ЯКЩО-ТО закладені в базі знань, для перетворення нечітких входних даних в необхідні керуючі дії.

Блок дефазифікації перетворює нечіткі дані з виходу блока рішень в чітку величину, яка використовується для управління ТП.

Застосування Fuzzy Logic дає змогу суттєво зменшити математичні проблеми аналітичного синтезу і аналізу властивостей систем контролю, оскільки якість процесів керування не залежить від аналітично розрахункових оптимальних законів керування нелінійними динамічними об'єктами.

В якості реальних мікроконтролерів, які піддержують нечітку логіку використовуються 68 HC11, 68HC12 фірми Motorola, MSC – 96 фірми Intel і др. При керуванні із передбаченням нейромодель ТП використовується для того, щоб передбачити його майбутню поведінку, а алгоритм оптимізації застосовується для розрахунку керування, яке мінімізує різницю між бажаними і дійсними змінами вихідних параметрів моделі. Як показав досвід, найефективнішим регулятором в керуванні нелінійними електромеханічними системами при випадкових зовнішніх впливах є нейрорегулятор із передбаченням NN Predictive Controller, реалізований в пакеті прикладних програм (ППП) Neural Network Toolbox системи Matlab.

Коротко розглянемо основні схеми, покладені в основу управління, контролю і оптимізації якості технологічних процесів [6]. В ППП Neural Network Toolbox входить два контролери: контролер на основі авторегресії з ковзким середнім NARMA-L2 Controller і контролер на основі еталонної моделі – Model Reference Controller.

NARMA-L2 – це певна реконструкція мереженої моделі керованого ТП, отриманої на етапі автономної ідентифікації (рис. 2).



Рис. 2 – Схема ідентифікації еталонної моделі технологічного процесу

На рис. 3 представлена структурна схема процесу керування ТП із передбаченням. Регулятор складається із нейромережевої моделі ТП та блоку оптимізації. Блок оптимізації визначає значення u' (пробний керувальний сигнал), що мінімізує критерій якості керування, а сигнал керує процесом.

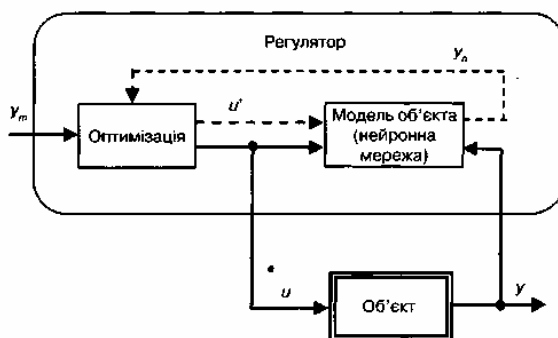


Рис. 3 – Структурна схема системи ТП з регулятором передбачення

Практична цінність від застосування Fuzzy Logic для задач контролю якості функціонування складних технологічних установок, полягає у створенні на його основі програмної оболонки інтегрованої експертної системи з нечіткими зв'язками між вхідними і вихідними параметрами, реалізованої на комп'ютері для інтелектуальної підтримки прийняття рішень широкого класу типів і потужностей установок.

Висновки

1. Розглянені інтелектуальні системи контролю якості роботи складних технологічних процесів значно розширюють можливості оперативного аналізу технічного стану установок при їх роботі на основі контрольних замірів вхідних і вихідних параметрів.

2. Представлені принципи контролю і керування реалізовані на практиці в складі АСУТП що підвищило інформативність і керованість складними енергетичними процесами.

Література

1. Тимошик А.М., Тимошик Р.П. Оцінка теплового стану статора потужних турбогенераторів методом нейронечіткої ідентифікації // Електроінформ. – 2008. – №1. – С. 18 – 20.
2. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами Matlab.- Х.: Радио и связь, 2007. – с. 288
3. Сявакко М.С. Інтелектуалізована інформаційна система “Нечіткий експерт”. – 2007. – 320 с. ISBN 978-966-613-551-6.
4. Саати Т. Математические модели конфликтных ситуаций. – М.: Сов. радио, 1977. – 304с.
5. Тимошик А.М., Тимошик Р.П. Моделювання і контроль динаміки теплового стану турбогенераторів методом нечіткої логіки “Технічні вісті” 2008/3 (2-7).
6. Кузнецов Б.І., Василець Т.Є., Варфоломеев А.А. Побудова нейромережевої системи керування нелінійною електромеханічною системою з використанням нейроконтролера із передбаченням// Електроінформ. – 2008. - №1. – С. 6 – 10.

ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА МИКРОВОЛНОВОГО НАНОПАСТЕРИЗАТОРА

Бурдо О.Г., д-р техн. наук, профессор

Рыбина О.Б., асп.

Одесская национальная академия пищевых технологий, г.Одесса

С помощью критериального уравнения получены зависимости между основными параметрами, описывающими процесс микроволновой пастеризации. Эти зависимости представлены графически. Приведена методика расчета микроволнового пастеризатора, работающего в непрерывном режиме.

The relationships between the main parameters describing microwave pasteurization process are obtained from the criterial equation. These relationships are presented in graphical form. The computer – calculations of microwave pasteurizator for continuous-flow processes are carried out.

Ключевые слова: микроволновая пастеризация, летальность микроорганизмов, электромагнитное поле, пастеризатор.

Пастеризация жидких пищевых продуктов является актуальной проблемой. Энергетический КПД современных пастеризаторов не превышает 0,004 % [1]. Также при пастеризации продукт нагревается до высоких температур, теряя большое количество витаминов и минеральных веществ. Его органолептические свойства резко снижаются. Вместе с тем известно, что пастеризация продукта в микроволновом электромагнитном поле происходит при меньших температурах и меньших временах обработки, чем при стандартных методах.

Можно рассматривать пищевой продукт, как диэлектрик (сам пищевой продукт – это среда, а находящиеся в нем микроорганизмы – малые включения). Ниже рассматривается, как нагревается этот диэлектрик в микроволновом электромагнитном поле.

Если пренебрегать теплообменом между включениями и средой а также тепловыми потерями через внешнюю поверхность диэлектрика, то перегрев микроорганизмов относительно окружающей их среды будет равен:

$$\Theta = A \cdot t \quad (1)$$

$$\text{где } A = 2pfe_0E_2^2 \left(\frac{e_1'' \cdot g^2}{c_1 r_1} - \frac{e_2''}{c_2 r_2} \right) \quad (2)$$

t – время нагрева;

f – частота колебаний электромагнитного поля,

e_0 – электрическая постоянная,

E_2 – напряженность электромагнитного поля в среде,

e_1'' и e_2'' – соответственно мнимые составляющие комплексной диэлектрической проницаемости для микроорганизмов и окружающей их среды,

g – коэффициент, зависящий от формы включений,

c_1 , r_1 , c_2 и r_2 – соответственно удельные теплоемкости и плотности микроорганизмов и среды.

Из этих формул следует, что в рассматриваемом приближении перегрев в постоянном электромагнитном поле прямопропорционален времени облучения t . Т.е. с ростом t перегрев Θ должен неограниченно возрастать.

Если учитывать теплообмен между включениями и средой, то при теплообмене по закону Ньютона – Рихмана перегрев определяется по формуле

$$\Theta(t) = \int_0^t A(\tilde{t}) \cdot \exp[-B(t - \tilde{t})] d\tilde{t} \quad (3)$$

$$\text{где } B = a \cdot F \left(\frac{1}{c_1 c_1 r_1} + \frac{1}{c_2 c_2 r_2} \right) \quad (4)$$

a – коефіцієнт теплопроводности,

F – площадь поверхности,

c_1, c_2 – отношение объема фазы i к полному объему диэлектрика.

Перегрев после включения поля вначале монотонно возрастает, а затем принимает постоянное значение.

Если рассматривать теплообмен по законам теплопроводности, то перегрев будет равен

$$\Theta_{cm} = A_0 \frac{R^2}{2a} \quad (5)$$

Т.е. в этом случае также наступает стационарный режим.

Проводилось изучение летального эффекта, возникающего при микроволновом облучении микроорганизмов в модельных средах. В качестве модельной среды использовалась творожная сыворотка с микроорганизмами *Saccharomycetes cerevisiae* [2]. Опыты по влиянию электромагнитного поля на микроорганизмы проводились в дискретном и непрерывном режимах. Исследовалось влияние физических параметров обрабатываемой среды на летальную температуру (наименьшую температуру, при которой микроорганизмы инактивируются) продукта. Эта температура оказалась ниже, чем при стандартных методах пастеризации. Было установлено, что в непрерывном режиме летальная температура уменьшается с увеличением концентрации сухих веществ, с уменьшением диаметра трубопровода, по которому протекал продукт, и с увеличением скорости течения продукта. Объяснялось это тем, что глубина проникновения электромагнитного поля для данного продукта – постоянная величина. Действие поля по мере проникновения в диэлектрик ослабевает. Поэтому, чем тоньше слой обрабатываемого продукта, тем более равномерно действие поля. Увеличение скорости приводит к турбулизации потока, что также приводит к более равномерной обработке слоев электромагнитным полем.

Обобщая экспериментальные данные, были составлены критериальное уравнение, описывающие процесс пастеризации в электромагнитном поле. Для непрерывного режима оно таково:

$$B = 3350 \cdot Bu^{2,9} \cdot u^{-0,74} \cdot Fo^{0,25} \cdot Re^{0,15} \quad (6)$$

где $B = \frac{N_{yb}}{N_o}$ – параметр, определяющий качество пастеризации;

$Bu = \frac{c \cdot \Delta T}{u \cdot r}$ – число парообразования;

u – влагосодержание продукта;

$Fo = \frac{at}{d^2}$ – число Фурье;

$Re = \frac{d \cdot V}{n}$ – число Рейнольдса;

ΔT – разность температур,

d – диаметр трубопровода,

V – скорость протекания продукта по трубопроводу,

t – время обработки,

c – удельная теплоемкость продукта (для сыворотки $c = 4082 \frac{Дж}{кг \cdot K}$),

r – удельная теплота парообразования ($r = 2264 \cdot 10^3 \frac{Дж}{кг}$),

a – коэффициент теплопроводности ($a = 0,128 \cdot 10^{-6} \frac{М^2}{с}$).

n – коэффициент динамической вязкости ($n = 1,611 \cdot 10^{-6} \frac{М^2}{с}$).

По этому уравнению была составлена блок-схема, позволяющая рассчитывать параметры микроволнового пастеризатора для непрерывной обработки продукта (Рис. 1).

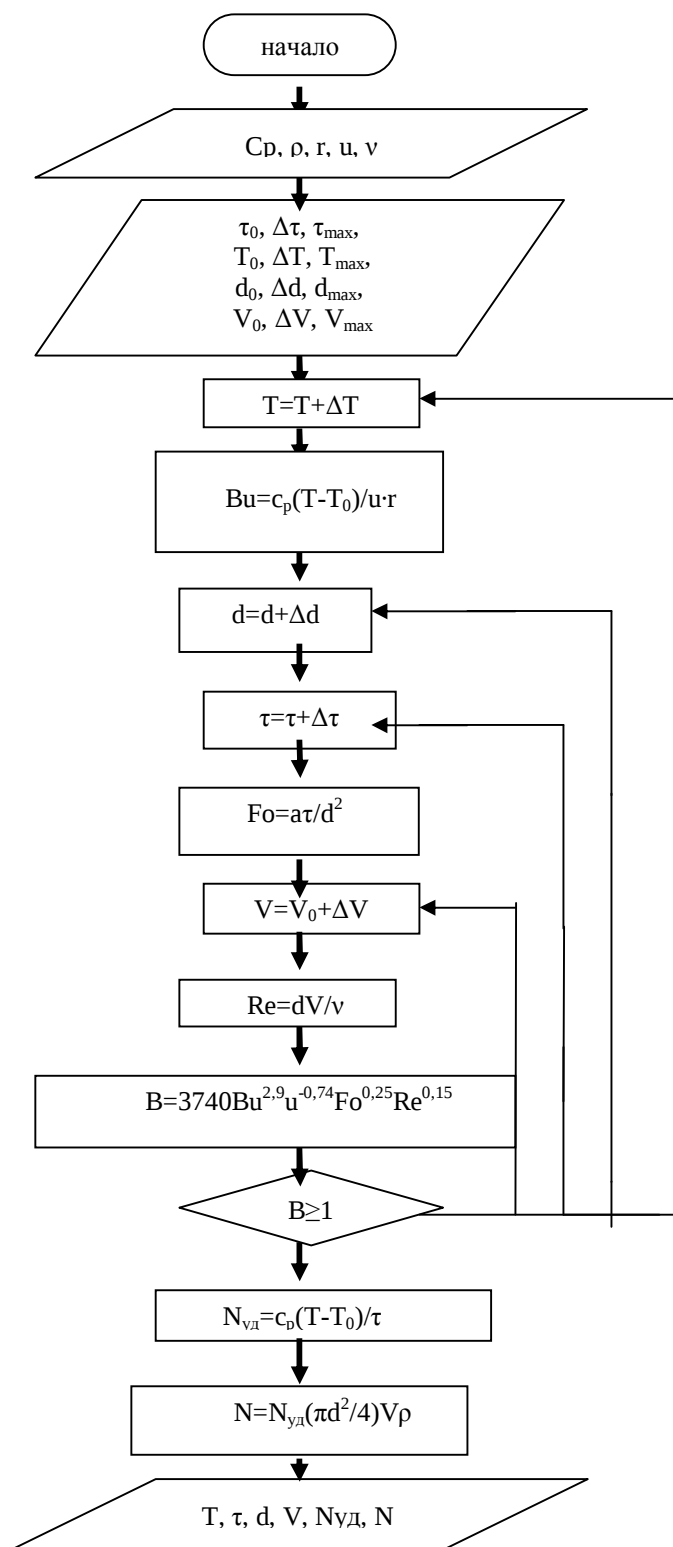


Рис. 1 – Блок-схема расчета микроволнового пастеризатора для непрерывного режима обработки продукта

По приведенной блок-схеме была составлена программа, с помощью которой была установлена связь между скоростью и другими параметрами.

Графические зависимости представлены на рис. 2 и рис. 3.

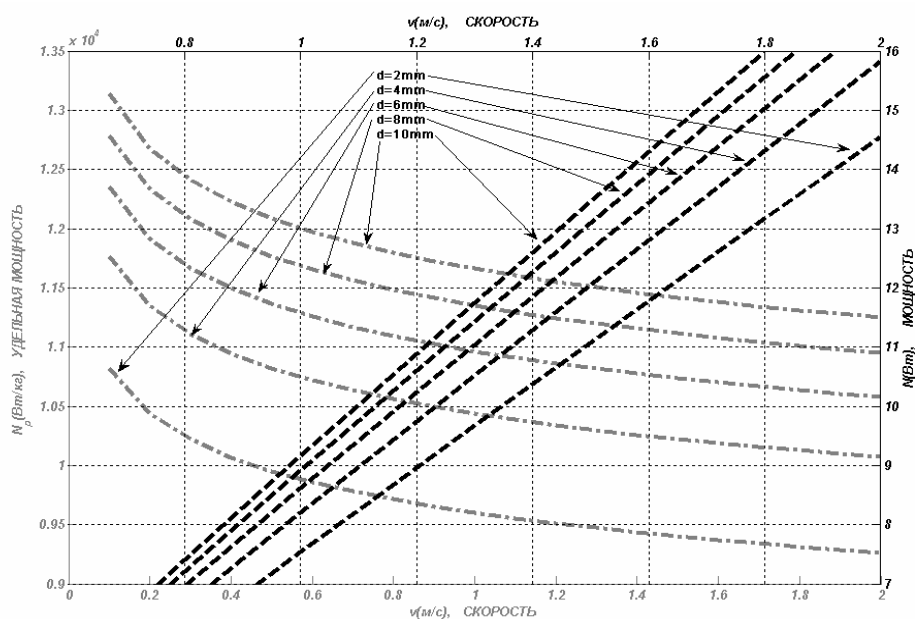


Рис. 2 – Зависимость удельной и полезной мощности от скорости протекания продукта

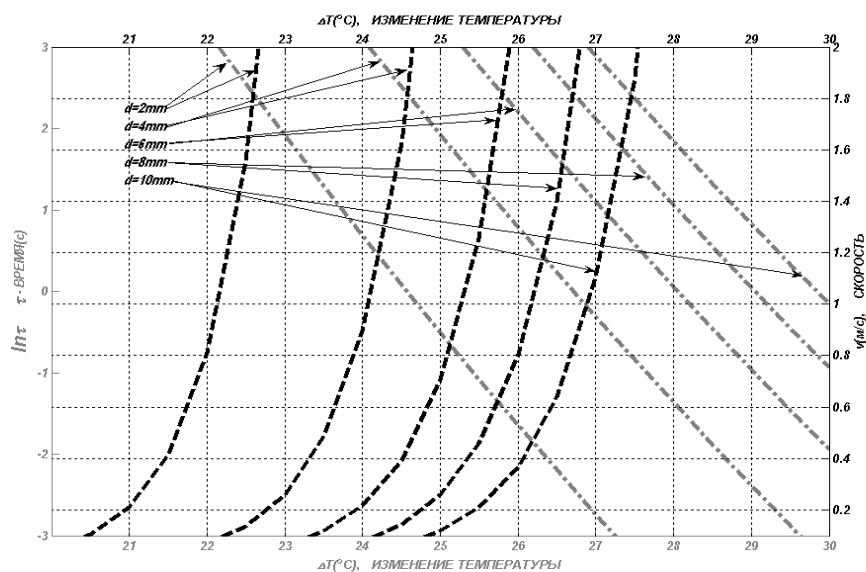


Рис. 3 – Зависимость времени обработки и скорости протекания продукта от изменения температуры

Из рис. 2 следует, что удельная мощность (мощность, приходящаяся на единицу массы продукта) уменьшается с увеличением скорости. В то же время мощность с увеличением скорости увеличивается. Последнее связано с тем, что с увеличением скорости растет массовый расход.

Из рис. 3 следует, что с увеличением максимальной температуры нагрева время обработки уменьшается, а скорость возрастает.

Выводы

Представленная выше методика расчета позволяет, задаваясь физическими характеристиками обрабатываемого продукта, рассчитывать его параметры пастеризации в достаточно большом диапазоне значений. Представленные графические зависимости позволяют производить количественный анализ процессов пастеризации в электромагнитном поле.

Литература

1. Бурдо О.Г. Наномасштабные эффекты в пищевых технологиях. – Инженерно-физический журнал, Минск, т. 78, № 2.
2. Бурдо О.Г, Рыбина О.Б. Математическое моделирование процессов низкотемпературной пастеризации. – Наукові праці. ОНАХТ, вип.30, т.1, Одесса 2007, с. 54 – 57.

УДК 628.3.034.2.002.84

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЛОЧНОГО ВЫМОРАЖИВАТЕЛЯ

Евдокимова О.А. канд. техн. наук, Коваленко Е.А. д-р техн. наук
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье представлены результаты оптимизации режимных характеристик блочного вымораживателя с вертикальными трубчатыми кристаллизаторами, предназначенного для опреснения и очистки природных и промышленных вод. Обоснованы рациональные режимные параметры процесса блочного вымораживания воды из солевых растворов в условиях механического перемешивания раствора.

The results of optimization of regime descriptions of block freezer for desalting and treating natural and industrial waters are presented in article. The received results of researches analyzed. The rational regime descriptions of block freezer are proved, namely for block freezer at a forced convection in solution.

Ключевые слова: блочный вымораживатель, оптимизация, режимные параметры, опреснение, природные и промышленные воды.

Важным этапом в разработке вымораживающих установок является оптимизация их режимных параметров (температурного режима работы установки, длительности процесса вымораживания) [1–4]. Основой для решения такой задачи является методика расчета процессов тепло- и массообмена в вымораживающей установке и ее технико-экономических характеристик. Типичная структура расчета процессов тепло- и массообмена в блочном вымораживателе состоит из следующих этапов: расчета теплофизических свойств раствора (радиуса или толщины блока льда, его массы, массовой доли растворенных веществ в концентрированном растворе и расплаве блока льда, температуры раствора); уточнения конструктивных размеров установки и определения ее холодопроизводительности [2–10]. Для расчета параметров твердой фазы используются критериальные уравнения, отображающие особенности процесса массоотдачи в соках экстрактах, виноматериалах, питьевой воде и промышленных стоках [4–10]. Так, расчет процесса массообмена при блочном вымораживании воды из природных и промышленных вод на поверхности вертикальных трубчатых кристаллизаторов можно осуществить по уравнениям вида [9, 10]:

— для условий естественной конвекции в растворе:

$$Sh_B = 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot (Gr \cdot Sc)^{0,86}; \quad (1)$$

— для условий механического перемешивания раствора:

$$Sh_B = 9,67 \cdot Re_M^{0,31} \cdot Sc^{0,64} \cdot K^{0,87} \quad (2)$$

где Sh_B – число Шервуда;

Gr – число Грасгофа диффузионное;

Sc – число Шмидта;

Re_M – число Рейнольдса модифицированное;

K – конструктивный параметр.

Уравнение (1) справедливо при изменении значений чисел диффузионного подобия в следующих диапазонах: $260 < Sh_B < 3220$; $15 \cdot 10^5 < (Gr \cdot Sc) < 27 \cdot 10^6$. Уравнение (2) справедливо при изменении значе-

ний чисел диффузионного подобию в следующих диапазонах: $1010 < Sh_B < 11000$; $400 < Re_m < 3700$; $1114 < Sc < 1338$; $0,142 < K < 0,875$.

Результаты расчета коэффициента массоотдачи по уравнениям (1, 2), а также расчета диаметра блока льда, представлены табл.1. Расчетные значения приведены в сравнении с экспериментальными данными. Исходными данными для расчета являлись:

- раствор – водный раствор NaCl;
- начальная температура раствора ($t_{p-ра.н.}$) – 21 °С;
- начальная массовая доля растворенных веществ в растворе ($\omega_{p-ра}$) – 0,1 %;
- начальная масса раствора ($m_{p-ра}$) – 0,249 кг;
- продолжительность процесса (τ) – 7200 с;
- температурный режим работы блочного вымораживателя ($t_{кл.}$) – минус 5 °С
- диаметр ($d_{кр}$) и высота ($h_{кр}$) кристаллизатора – 0,018 и 0,2 м соответственно.

При механическом перемешивании частота вращения мешалки соответствовала $n = 240$ об/мин, при этом режим перемешивания соответствовал $Re_m = 1300$.

Таблица 1 – Результаты сравнения расчетных и экспериментальных значений

Параметр	Естественная конвекция в растворе				Механическое перемешивание раствора			
	$\bar{\beta}_B \cdot 10^{-5}$, м/с		$d_{\text{льда}}$, м		$\bar{\beta}_B \cdot 10^{-5}$, м/с		$d_{\text{льда}}$, м	
Продолжительность процесса τ , с	расчет	опыт	расчет	опыт	расчет	опыт	расчет	опыт
900	24,85	28,34	0,0234	0,026	37,86	48,75	0,023	0,024
1800	14,9	18,7	0,026	0,03	30,16	28,74	0,029	0,029
2700	10,91	11,66	0,029	0,034	26,99	24,28	0,033	0,032
3600	7,96	8,83	0,032	0,038	23,92	21,55	0,036	0,036
4500	5,99	7,6	0,037	0,042	21,61	18,87	0,038	0,038
5400	4,9	5,25	0,04	0,044	18,66	16,98	0,04	0,041
6300	4,12	4,16	0,042	0,046	15,31	14,64	0,043	0,044
7200	3,58	3,49	0,0437	0,047	14,25	13,68	0,044	0,045

Результаты сопоставления экспериментальных и расчетных значений кинетических параметров процесса показали, что расхождение между ними находится в приемлемых для технических расчетов пределах. Так, относительная ошибка при расчете коэффициента массоотдачи воды от раствора к фронту кристаллизации при блочном вымораживании в условиях естественной конвекции в растворе не превышает 23 %, а при механическом перемешивании раствора – не превышает 20 %. При расчете диаметра блока льда, растущего в условиях естественной конвекции в растворе и при его механическом перемешивании, относительная ошибка находится в пределах 15 %.

Располагая методикой расчета аппарата, которая адекватно отображает процессы, происходящие в нем, можно переходить к оптимизации его режимных и конструктивных параметров. Целью данного исследования является определение рациональных режимных параметров процессов блочного вымораживания воды из природных вод и промышленных стоков на поверхности вертикальных кристаллизаторов в условиях механического перемешивания раствора.

На первом этапе оптимизации определялся рациональный температурный режим процесса. Результаты оптимизации на этом этапе представлены на рис. 1. В качестве критерия оптимизации была принята себестоимость 1 м³ вымороженной воды (С, грн/м³). Расчет производился для следующих условий: начальный объем раствора (равен 1 м³) и начальная массовая доля растворенных веществ в растворе (равна 0,1 %) не изменялись, а температурный режим работы установки варьировался в диапазоне от минус 2,5 до минус 10 °С. Анализ представленной на рис. 1 зависимости показал, что при температурном режиме работы установки минус 5 °С критерий оптимизации имеет минимум.

На втором этапе для заданных условий и при уже определенном рациональном температурном режиме, определялся рациональный режим перемешивания. При этом, режим перемешивания варьировался в диапазоне модифицированного числа Рейнольдса (Re_m) от 543 до 3570. результаты этих исследований представлены на рис. 2. Анализ представленной на рис. 2 зависимости, показал, что при $Re_m = 2830$ критерий оптимизации имеет минимум (рис. 2).

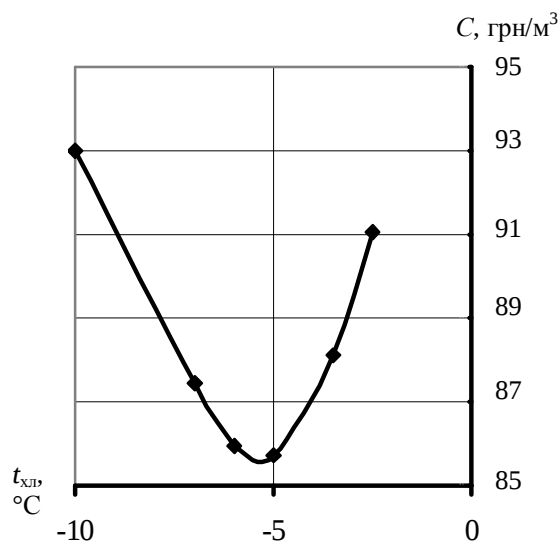


Рис. 1 – Зависимость себестоимости 1 м³ вымороженной воды от температурного режима работы установки

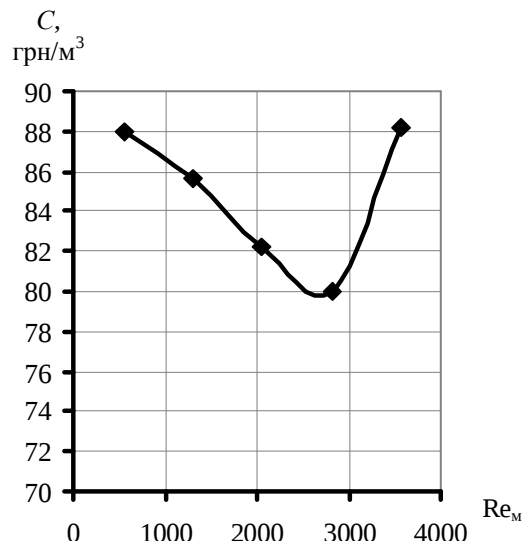


Рис. 2 – Результаты расчета себестоимости 1 м³ вымороженной воды в зависимости от Re_m

Выводы

В результате оптимизации режимных характеристик блочного вымораживателя с вертикальными трубчатыми кристаллизаторами установлено, что процесс вымораживания воды из промышленных и природных вод в установках указанной конструкции целесообразно осуществлять при температурном режиме работы установки, соответствующем $t_{\text{хл}} = -5 ^\circ\text{C}$ и при режиме механического перемешивания, для которого $Re_m = 2830$.

Литература

1. Плотников В.Т. Разделительные вымораживающие установки / Плотников В.Т., Филаткин В.П. – М.: Агропромиздат, 1987. – 352 с.
2. Бурдо О.Г. Совершенствование процессов и аппаратов пищевой и холодильной технологий на основе автономных теплопередающих устройств: Автореф. дис... докт. техн. наук. – Одеса, 1988. – 35 с.
3. Аль-згул-Бассам. Тепломассоперенос при концентрировании молочной сыворотки методом блочного вымораживания: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Одеса, 1994. – 16 с.
4. Коваленко Е.А. Разработка технологии концентрирования вишневого и абрикосового соков методом блочного вымораживания: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Одеса, 1997. – 16 с.
5. Бурдо О.Г. Обобщение результатов экспериментальных данных по процессам блочного вымораживания столовых сухих вин / О.Г. Бурдо, О.В. Радионова, Л.А. Осипова // 3б. наук. пр. ОНАХТ. – 2006. – Вип. 28. – Т.2. – С.58 – 66.
6. Милинчук С.И. Моделирование тепломассопереноса и снижение энергопотребления при блочном вымораживании: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Одеса, 2001. – 17 с.
7. Радионова О.В. Розробка технології консервування слабоалкогольних напоїв на виноградно-овочевій основі: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Одеса, 2006. – 19 с.
8. Евдокимова О.А. Коваленко Е.А. Экспериментальные исследования кинетики процессов опреснения морской воды и обезвоживания сточных вод методом блочного вымораживания // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій – Одеса: 2006. – Вип.28. – Т.2.
9. Коваленко Е.А. Доочистка, обессоливание и обезвоживание солевых растворов пищевых производств методом блочного вымораживания / Е.А. Коваленко, О.А. Евдокимова, С.А. Малашевич // Те-зи доп. II Міжн. наук. – практ. конф. «Харчові технології – 2006». – Одеса. – 2006. – С. 75.
10. Евдокимова О.А. Обобщение экспериментальных исследований процессов блочного вымораживания воды из солевых растворов в условиях механического перемешивания раствора / О.А. Евдокимова, Е.А. Коваленко // 3б. наук. пр. ОНАХТ – 2007. – Вип. 30. – Т. 1. – С.157 – 163.

УДК 664.8.037:634.7.002.35

НОВОЕ В ТЕХНОЛОГИИ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ЯГОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗООБРАЗНОГО АЗОТА В СКОРОМОРОЗИЛЬНОМ ТУННЕЛЬНОМ АППАРАТЕ

Гамуля Г.Д.

Физико-технический институт низких температур, г. Харьков

Павлюк Р.Ю., д-р техн. наук, профессор, Крячко Т.В., ассистент, Стоев С.С., аспирант

Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков

Петухов И.И., канд. техн. наук, доцент, Лисица А.Ю., м.н.с.

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского „ХАИ“, г. Харьков

Разработано технологию замороженных ягод и паст из них с применением в качестве хладагента жидкого азота. Представлены результаты экспериментального исследования влияния режимов замораживания в скороморозильном туннельном аппарате (СТА) на качество ягод. Показано, что чем выше скорость замораживания и до более низких конечных температур (-35° С) продукта тем лучше сохраняется качество ягод. При этом показано, что такие скорости позволяют не только сохранить биологически активные вещества (БАВ) такие как аскорбиновая кислота, антоциановые красящие вещества, фенольные соединения, дубильные вещества, но, и происходит увеличение выхода перечисленных веществ. Добавка перечисленных полезных веществ составляет от 20 до 75 %.

Technology of the frozen berries is developed with application as coldagent of liquid nitrogen. The results of experimental research of influencing of the modes of freezing are represented in a quick-refrigerator tunneling vehicle(QTV) on quality of berries. It is shown that than higher speed of freezing and to more low eventual temperatures (-35° C) of product quality of berries is saved so much the better. It is thus shown that such speeds allow not only to save biologically the active supplements (BAS) such as ascorbic acid, anthocyanic dye-stuffs, phenolic connections, tannic supplements, but, and there is the increase of output of the transferred supplements. Addition of the transferred useful supplements makes from 20 to 75 %.

Ключевые слова: быстрое замораживание, жидкий и газообразный азот, технология, ягоды, спектры.

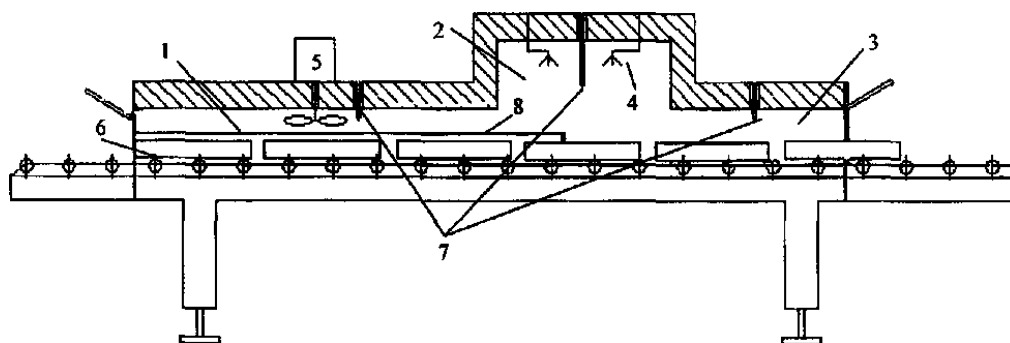
Цель работы – разработка технологии замороженных ягод (клюквы, красной смородины, вишни, малины, черной смородины) и паст из них с применением в качестве хладагента жидкого азота и выявление закономерностей и механизмов влияния различных скоростей замораживания и до разных конечных температур ягод на сохранность биологически активных веществ (БАВ) в новом скороморозильном аппарате.

В настоящее время одним из наиболее прогрессивных способов переработки и консервирования растительного сырья в международной практике является замораживание. Низкие температуры обеспечивают наиболее полную сохранность витаминов и других биологически активных веществ. Из существующих хладагентов, пригодных для замораживания, этому в большей степени соответствует жидкий азот, положительными качествами которого является низкая температура кипения, химическая и биологическая инертность и др. Известно, что решающим фактором при замораживании пищевых продуктов является скорость замораживания и низкие конечные температуры замораживания, которые невозможно достичь при применении традиционных хладагентов – фреона и аммиачного холода. Этим требования в наибольшей степени удовлетворяет жидкий и газообразный азот. В настоящее время при замораживании пищевых продуктов отдается предпочтение использованию жидкого и газообразного азота. Литературных данных о влиянии низких температур на качество сырья, биологически активные вещества, микроорганизмы очень мало, часто они носят противоречивый характер. В Украине использование жидкого азота при замораживании находится на стадии экспериментальных разработок. Поэтому актуальным является разработка научных основ азотных технологий получения замороженных ягод и высоковитаминных растительных БАД из них с использованием жидкого азота и их использование при создании продуктов оздоровительного питания.

В ХГУПТ совместно со специалистами Физико-технического института низких температур НАНУ (ФТИНТ НАНУ) и Харьковского авиационного института (ХАИ) разработана технология замораживания ягод с применением жидкого азота. Ягоды замораживали на полупроизводственном морозильном аппарате (СТА), изготовленном и разработанным во ФТИНТ НАНУ и ХАИ (со скоростью 10,20,100 °С в минуту) до конечной температуры минус 20,25,30,35 °С. Схема скороморозильного туннельного аппарата представлена на рисунке 1. Он включает секции предварительного охлаждения 1, замораживания 2 и выравнивания температуры 3, блок форсунок 4 для подачи ЖА, вентилятор 5 для интенсификации теп-

лообмена в секции 1, лотки с замораживаемым продуктом 6, датчики температуры 7 в секциях СТА и подвижные термомпары 8 для измерения температуры в центре продукта.

Лотки последовательно перемещаются из зоны предварительного охлаждения в зону замораживания, где осуществляется распыл ЖА, а затем в зону выравнивания температуры. В экспериментах замораживались плоды чёрной смородины, вишни и малины. Укладка плодов осуществлялась в один слой по 1кг в лотке. Измерялась температура в секциях СТА и в замораживаемых продуктах. Исследовались два режима замораживания, различающиеся уровнями температур в СТА. Нижнему уровню отвечала температура в секции охлаждения минус 40 °С, верхнему уровню – температура минус 20 °С.



1 – секция предварительного охлаждения; 2 – секция замораживания; 3 – секция выравнивания температуры; 4 – блок форсунок для подачи ЖА; 5 – вентилятор; 6 – лотки с замораживаемым продуктом; 7 – неподвижные термомпары; 8 – подвижные термомпары в лотке с продуктом

Рис. 1 – Скороморозильный туннельный аппарат с применением газообразного азота

Исследование влияния режимов замораживания на биологически активные вещества замороженных продуктов выполнялось в лаборатории технологии и биохимии фитоэкстрактов при кафедре технологии консервирования ХГАТОП. Контроль качества проведен по сертифицированным методикам и критериям, принятым в международной практике. В таблице 1 сопоставлено качество свежих и замороженных ягод.

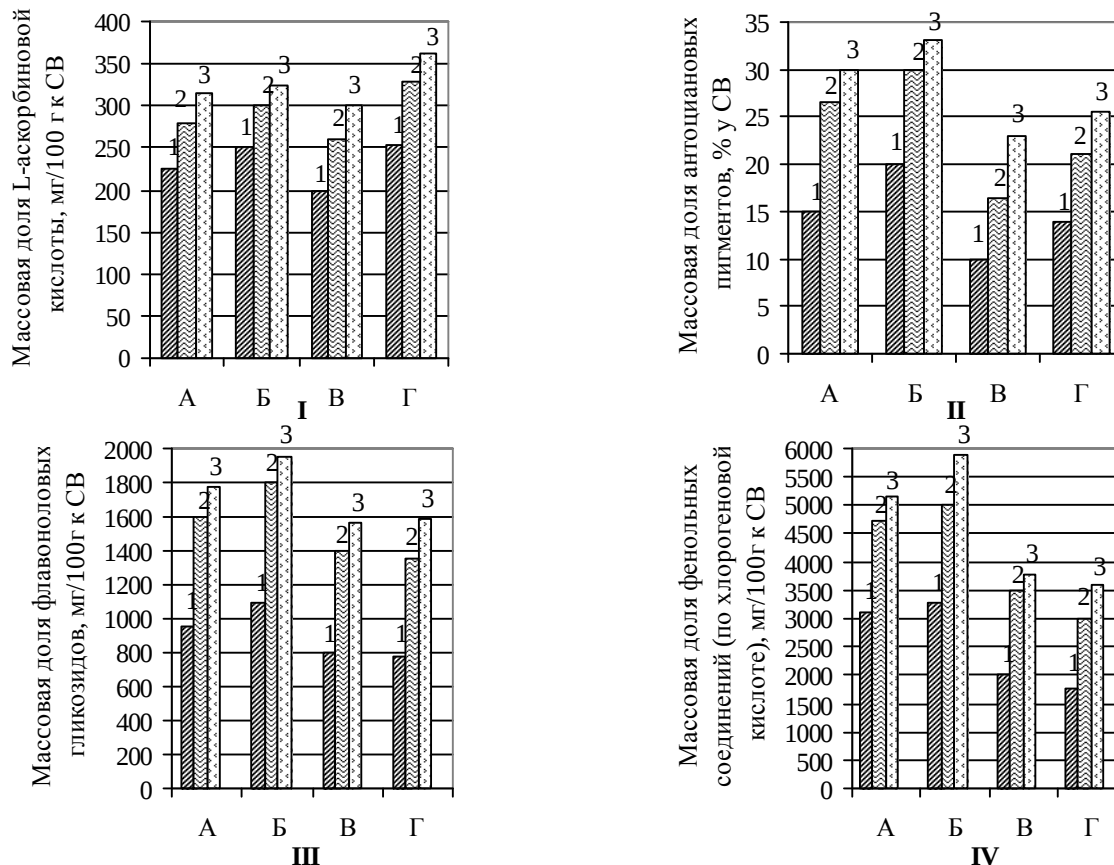
Таблица 1 – Показатели качества свежих и замороженных продуктов

Наименование сырья	Температурный уровень	Наименование показателя		
		Массовая доля влаги, %	Массовая доля витамина С, мг в 100 г	Массовая доля красящих веществ, г в 1 кг
Свежие ягоды				
Вишня	-	90,2	69,8	11,8
Малина		88,0	20,3	5,9
Черная смо-		81,7	41,8	27,6
Замороженные ягоды				
Вишня	Нижний	89,8	74,7	15,3
	Верхний	89,9	75,0	15,6
Малина	Нижний	87,7	24,4	6,0
	Верхний	86,8	29,7	7,1
Черная смородина	Нижний	81,3	49,1	32,2
	Верхний	82,0	59,3	38,8

Результаты исследований показали, что при замораживании продуктов витамин С и красящие вещества не только полностью сохранялись, но и более полно извлекались из тканей и клеток. В этом аспекте лучшим был режим с верхним уровнем температур как более щадящий. Органолептическая оценка замороженных продуктов показала, что они имеют хороший товарный вид, а цвет и вкус соответствуют качеству исходного сырья.

Показано, что чем выше скорость замораживания и до более низких конечных температур (-35 °С) продукта тем лучше сохраняется качество ягод. При этом показано, что такие скорости позволяют не только сохранить биологически активные вещества (БАВ) такие как аскорбиновая кислота, антоциановые красящие вещества, фенольные соединения, дубильные вещества, но, и происходит увеличение выхода перечисленных веществ. Добавка перечисленных полезных веществ составляет от 20 до 75 % (рис. 2).

Так, добавка аскорбиновой кислоты составляет от 20 до 25 %, красящих веществ 45-75 %, фенольных соединений 47.. 65 %, дубильных веществ от 35.. 55 %. Это связано, по-видимому, с тем, что при быстром замораживании внутри растительных клеток образуются мелкие кристаллы льда, которые разрушают межмолекулярные водородные связи между низкомолекулярными БАВ и биополимерами и количество БАВ в свободном состоянии увеличивается, которое и было зафиксировано химическими и спектроскопическими методами исследований. Кроме того, по-видимому, идет микродеформация биомембран клеток и деструкция биополимеров цитоплазмы, что способствует лучшему извлечению БАВ из ягод. При этом следует отметить, что при размораживании ягод практически не наблюдаются потери клеточного сока. Полученные результаты стали основой при разработке новой технологии получения пастообразных замороженных БАД из ягод – клюквы, красной смородины, черноплодной рябины.

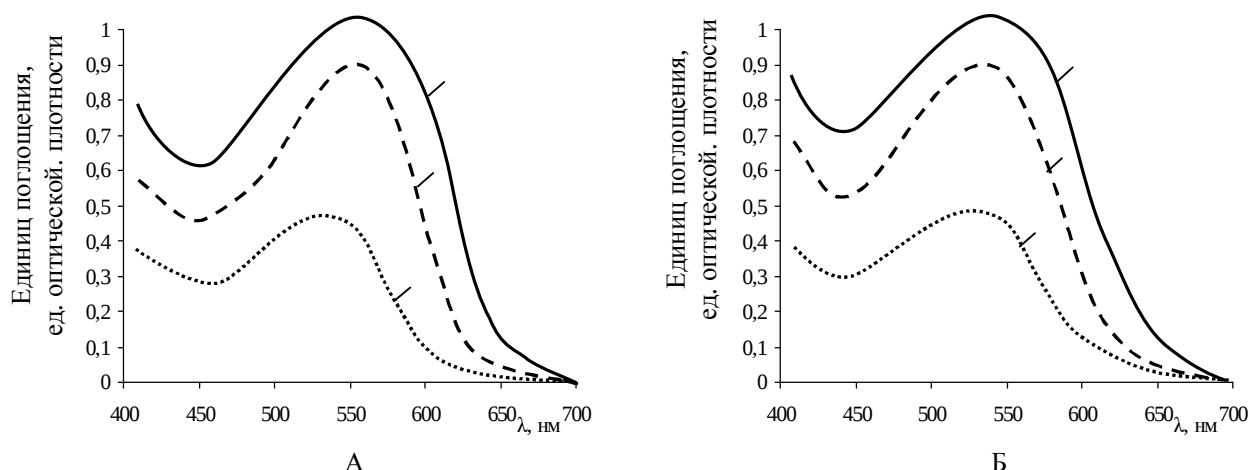


минус 35° С с использованием жидкого и газообразного азота на витамины (I), красящие вещества (II), фенольные соединения (III, IV) ягод и пастообразных витаминных добавок из черноплодной рябины (A), черной бузины (B), клюквы (V), красной смородины (Г), где 1– свежие ягоды – исходное сырье, 2 – замороженные ягоды, 3 – пастообразная замороженная витаминная добавка из ягод

Рис. 2 – Влияние высоких скоростей замораживания (20 °С/мин) до конечной температуры продукта

Показано, что при замораживании ягод до температуры -20° С происходили потери БАВ на 20...40%. Это связано с тем, что при -20° С значительная часть окислительных ферментов не инактивируется, что приводит к значительному разрушению БАВ. Полученные данные позволят по-новому представить механизм замораживания пищевых продуктов, которые необходимо учитывать при замораживании.

Повышенное извлечение антоцианов из клюквы и красной смородины при мелкодисперсном измельчении и быстром замораживании при получении гомогенных замороженных пастообразных БАД было подтверждено на молекулярном уровне при изучении спектров поглощения (рис. 3)



1 – свежие ягоды; 2 – замороженные ягоды; 3 – замороженные гомогенные пастообразные БАД из ягод

Рис. 3 – Влияние мелкодисперсного измельчения и быстрого замораживания с использованием жидкого азота (со скоростью 20° С/мин, до конечной температуры -35° С) на спектры поглощения антоцианов ($\lambda=540...550$ нм) при получении замороженных ягод и гомогенных замороженных пастообразных БАД из клюквы (А) и красной смородины (Б)

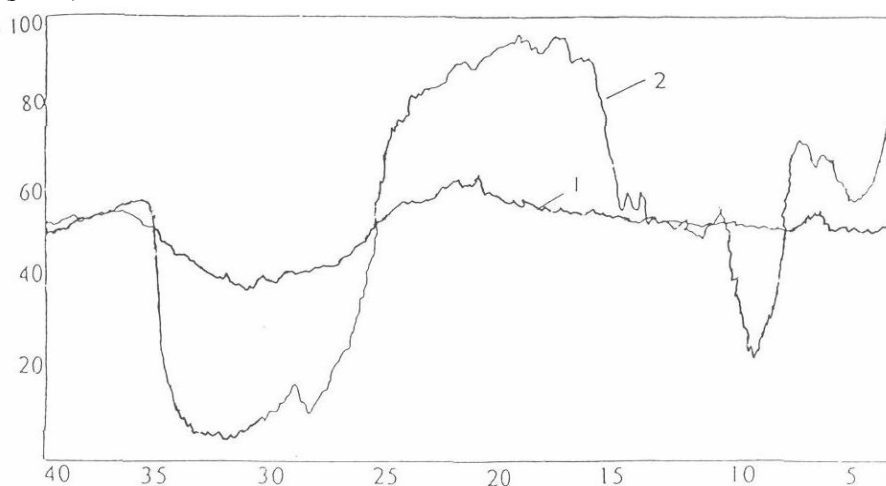
Исследования были проведены на базе Харьковского института криобиологии и криомедицины НАН Украины в отделе биофизики на спектрофотометре "Pye Unicam Sp 8000" (Англия). При этом контролировали спектры антоцианово-фенольного комплекса в 70 % этаноловых экстрактах с различным разведением. Были взяты одинаковые навески для всех образцов на абсолютно сухое вещество.

Показано, что спектральные кривые имеют максимум при длинах волн $\lambda=540...550$ нм, что соответствует фенольным соединениям – антоциановым красящим веществам. Показано, что форма спектров антоцианов свежего, замороженного сырья, а также гомогенных замороженных пастообразных БАД одинаковая, а интенсивность значительно выше в экстрактах из гомогенных замороженных пастообразных БАД из ягод.

Повышенный выход в экстракт антоцианово-фенольного комплекса с помощью спектрального анализа при мелкодисперсном измельчении подтверждает более полное извлечение и увеличение антоциановых красящих веществ в конечном продукте – гомогенных замороженных пастообразных БАД из клюквы и красной смородины с размером частиц 5...20 мкм, в сравнении со свежими и замороженными ягодами.

Полученные результаты послужили основой при разработке новой азотной технологии замороженных ягод и гомогенных замороженных пастообразных БАД из них, с размером частиц 5...20 мкм.

Повышенное извлечение биологически активных веществ было подтверждено при изучении ИК-спектров (рис. 4).



1 – исходная черноплодная рябина, 2 – гомогенные замороженные БАД из черноплодной рябины

Рис. 4 – Влияние процессов замораживания и мелкодисперсного измельчения на ИК-спектр черноплодной рябины

Показано, что ИК-спектры гомогенных замороженных паст из черноплодной рябины и черной смородины при мелкодисперсном измельчении имеют в сравнении со спектрами ягод черноплодной рябины и черной смородины более деструктурированный вид. Показано, что при мелкодисперсном измельчении замороженных ягод происходит значительное уменьшение количества водородных связей, а также уменьшение количества ОН групп (в области частот при $\nu = 3610...3645 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 3450...3600 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 3200...3550 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 3590...3650 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 3200...3400 \text{ см}^{-1}$), что свидетельствует об высвобождении низкомолекулярных БАВ и красящих веществ из связанного с биополимерами состояния. Полученные методом ИК-спектроскопии данные, свидетельствуют об увеличении массовой доли фенольных соединений, антоциановых красящих веществ, ненасыщенных веществ после замораживания и механического воздействия, и подтвердили данные, полученные химическими методами исследований.

Выводы

Таким образом, показано, что при замораживании ягод в новом скороморозильном аппарате с применением газообразного азота с использованием высоких скоростей замораживания до более низких температур (-35°C), чем традиционные (-18°C), позволяют не только сохранить биологически активные вещества, такие как антоциановые красящие вещества, L-аскорбиновая кислота, фенольные соединения и др., но и приводят к большей степени их извлечения – экстракции из ягод (в сравнении с традиционными методами экстракции). Добавка перечисленных полезных веществ составляет от 20 до 75 %. Разработаны технологии замороженных ягод и паст с использованием газообразного азота, выявлено закономерности и механизм влияния быстрого замораживания на сохранность и извлечение биологически активных веществ ягод и выявлено механизм этого процесса. Разработано проект документации (ТУ) на «Замороженные пастообразные витаминные функциональные БАД из черной смородины и черноплодной рябины, клюквы, красной смородины» (ТУ У 15.3-01566330). Новые БАД имеют иммуномодулирующее действие, которое подтверждено медико-биологическими и клиническими исследованиями в Институте медицинской радиологии АМН Украины. Проведены промышленные испытания в НПП «Криас-1», НПФ «Фипар», ЗАО «Фитория», АПК «Солоха».

Литература

1. Павлюк Р.Ю., Черевко А.И., Гулый И.С. и др. Новые технологии витаминных углеводсодержащих фитодобавок и их использование в продуктах профилактического действия. Харьк. гос. академия технологий и организации питания, Укр.гос ун-т пищевых технологий. Харьков – Киев 1997.-285 с.
2. Павлюк Р.Ю., Гамуля Г.Д., Петухов А. И., Коробкина И.С., Лосева С.М. Технология замораживания ягод с применением жидкого и газообразного азота // Тези доповідей 4-ї Міжнар. наук.-техн. конф. „Сучасні проблеми холодильної техніки і технології”. – Одеса: ОДАХ. – 2005. – С. 24 – 25.
3. Алмаши Э., Эрдели Л., Шарой Г. Быстрое замораживание пищевых продуктов /Перевод с венгерского – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981, – 408 с.
4. Постолюк Я., Грудя З. Замораживание пищевых продуктов. Пер. с польского. – М.: Пищевая пром-сть, 1978. 607 с.
5. Грубы Я. Производство замороженных продуктов. – М. Агропромиздат, 1990.-336 с.

УДК 681.586

АНАЛИЗ НЕЧЕТКОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОМ ОБЪЕКТОМ

Михайленко В. С., канд. техн. наук, доцент; Даниченко Н. В., канд. техн. наук, ст. преподаватель
Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Статья посвящена сравнительному анализу функционирования адаптивного ПИД – регулятора действующего по методу (Зиглера-Никольса) и нечеткого контроллера при управлении тепловым объектом (системой воздушного отопления). Применение нечеткого алгоритма демонстрирует лучшие показатели качества переходного процесса по сравнению с ПИД законом регулирования.

The article deals with application of adaptive fuzzy systems control for computer monitoring of air heating. The effects of investigation is elaboration of fuzzy algorithms which have effective regulation in indefinite conditions

Ключевые слова: ПИД – регулятор; адаптации; нечеткий алгоритм; система вентиляции

В современных условиях развития технологических процессов, с усложнением уровня и этапов автоматизации производственных процессов и развитием компьютерно-интегрированного управления возникает ряд трудностей. Эти трудности связаны с тем, что в качестве объектов управления выступают такие процессы, для которых наработанные приемы создания систем управления, оказываются не всегда приемлемы. Подобные объекты квалифицируются как сложные, плохо определенные, или нечеткие [1].

Рассчитанные по известным методикам [2] по математической модели объекта настройки типовых регуляторов, как правило, в значительной мере отличаются от оптимальных, что объясняется изменением динамических характеристик, и нагрузки объекта с течением времени, например, в системе автоматического регулирования процесса кондиционирования коэффициент передачи за счет нелинейности характеристик объекта изменяется в 2-3 раза [3], а в передаточной функции участка регулирования температуры перегретого пара за парогенератором постоянные времени и коэффициент передачи изменяются в 2-3 раза в зависимости от нагрузки и т.п. [4]. Поэтому при работе теплового объекта часто является необходимым производить перенастройку регулятора, что требует высокого профессионального уровня специалистов-наладчиков и остановки технологического процесса. Здесь возникает научная задача, связанная с использованием самонастраивающихся или адаптивных АСУ ТП.

На сегодняшний день в АСУ промышленности Украины наиболее часто применяются типовые ПИ и ПИД – регуляторы и данный фактор является определяющим при разработке адаптивных АСР производящих расчет и коррекцию оптимальных настроек. Вместе с тем, в зарубежных производственных процессах широкое распространение получают нечеткие системы управления, действующие на основе аппарата нечеткой логики. Часто, фаззи – контроллеры демонстрируют хорошие показатели качества переходных процессов регулирования при влиянии на объект неопределенных возмущающих факторов [5-Поспелов]. Поэтому, целью данной статьи, является проведение сравнительного анализа действия традиционной адаптивной и нечеткой систем управления процессом воздушного отопления жилого здания.

На основе анализа научных публикаций, известно, что типовая адаптивная АСР, функционирует при управлении калориферной установкой системы вентиляции Киевской больницы «Феофания». В результате исследования объекта регулирования было установлено, что коэффициент передачи $K_{об}$ и постоянная времени $T_{об}$ в зависимости от нагрузки может изменяться на $\pm 50\%$. Передаточная функция объекта регулирования, с учетом устройств управления и измерительного преобразователя, имеет вид [4]:

$$W(s) = \frac{0.42 \cdot e^{10s}}{60s^3 + 40s^2 + 2s + 1} \quad (1)$$

Для предложенного объекта разработаем адаптивную АСР с ПИД – регулятором, действующую по методу Зиглера – Николса (Zigler – Nichols method) [2].

Для оценки динамических свойств системы рассматривается реакция на единичное ступенчатое воздействие. Переходный процесс должен отвечать заданным показателям качества, к которым относятся время переходного процесса, перерегулирование и колебательность.

Методика Зиглера - Николса предполагает следующие шаги:

1. Коэффициенты K_d и K_i устанавливаются равными нулю, а коэффициент K_p увеличивается до тех пор, пока система не потеряет устойчивость.

2. Предельное значение K_p обозначается как K_u , а период автоколебаний как P_u .

3. Значения коэффициентов ПИД - регулятора рассчитываются по следующим формулам:

$$K_p = 0,6K_u; K_i = 1,2(k_u/p_u); K_d = 3K_uP_u / 4$$

Для моделирования ПИД – регулятора и решения задачи оптимизации используется программа NCD (Nonlinear Control Design) BlockSet пакета Matlab (рис. 1)

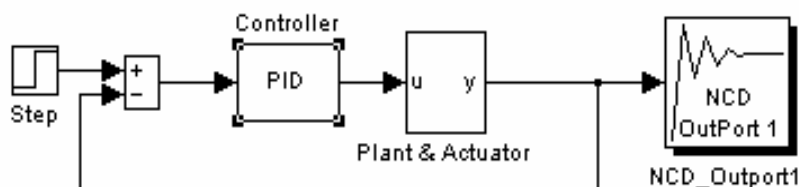


Рис. 1 – Автоматическая система регулирования с ПИД-регулятором

В состав объекта регулирования (рис. 2) входят нелинейность с уровнями ограничения (Limit), блок динамического ограничения скорости (Rate), а также инерционное звено 3-го порядка транспортного с блоком запаздывания. Где коэффициент a_2 может принимать значения в диапазоне [40 - 50] с номинальным значением 43, а коэффициент a_1 – в диапазоне [0,5 - 3] с номинальным значением $a_1 = 1,5$.

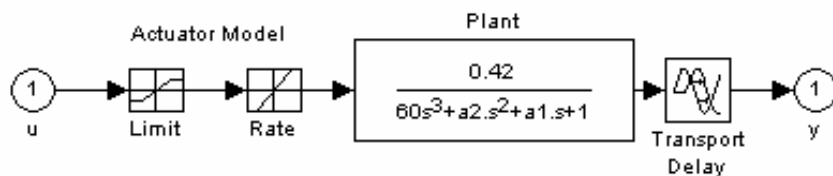


Рис. 2 – Объект регулирования

Ограничения, налагаемые на переходный процесс, имеют следующие значения:

- максимальное перерегулирования – не более 20 %;
- время нарастания – не более 20 с;
- время регулирования – не более 150 с.

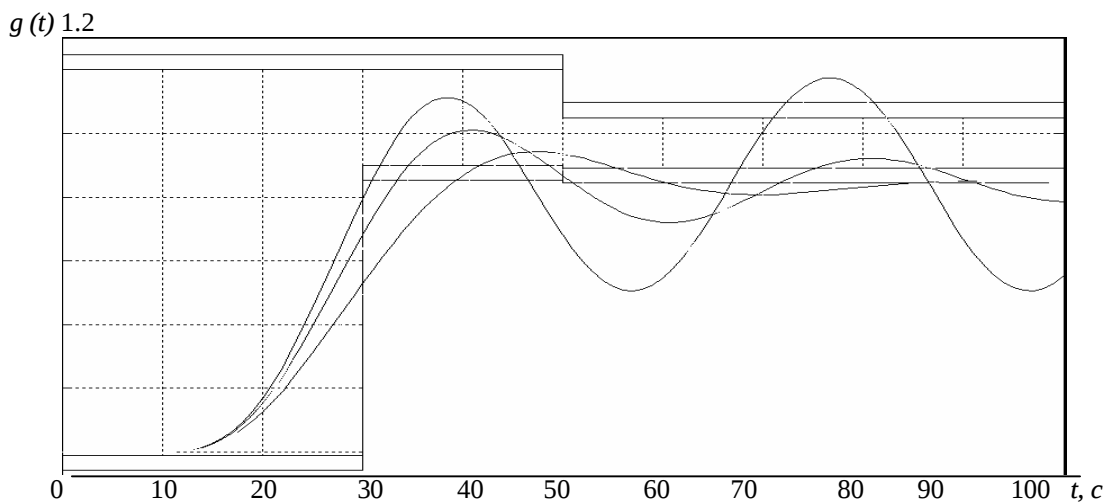
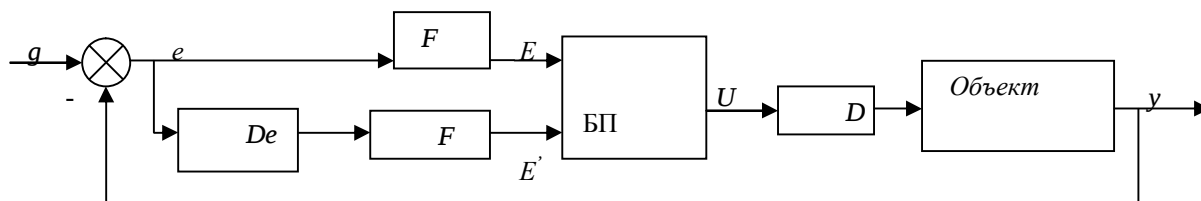


Рис. 3 – Процесс оптимизации при неопределенных параметрах, a_1 и a_2 .

В командном режиме вычислений программа находит следующие оптимальные настройки для PID - controller: $K_p = 0,0134$; $K_i = 0,0941$; $K_d = 3,4268$.

Для проведения сравнительного анализа производится **разработка нечеткой модели** для fuzzy – регулятора.

На начальном этапе проводится составление правил нечеткого регулятора, входными параметрами которых являются ошибка E_i (отклонение температуры воздуха) и скорость изменения E_{ij} , и определение функций принадлежности входов и выхода регулятора (рис. 4):



g – задание, e – ошибка, De – дифференциатор, F – блок фазификации, БП – база правил, P – правило, U – управление, D – блок дефазификации

Рис. 4 – Нечеткая АСР

Определены нечеткие множества ошибки $e(t)$, скорости изменения $e^*(t)$ и управляющего воздействия $u(t)$, вышеуказанные нечеткие множества описаны с помощью лингвистического языка, в котором лингвистические переменные (ЛП) или терм-множества следующие: (NB – негативно большое, NS – негативно среднее, NM – негативно малое, Z – нулевое, PS – положительно среднее, PM – положительно малое, PB – положительно большое) (рис. 5 - 7):

$$\begin{aligned}
 E_e (e = \overline{1, n_3}); \\
 E_{cq} (e = \overline{1, n_4}); \\
 U_r^u (r = \overline{1, n_5}); \\
 E_1 = NB \triangleq (e_m(t), m(e_m(t))); \\
 E_2 = NS \triangleq (e_m(t), m(e_m(t))); \\
 E_3 = NM \triangleq (e_m(t), m(e_m(t))); \\
 E_4 = Z \triangleq (e_m(t), m(e_m(t))); \\
 E_5 = PM \triangleq (e_m(t), m(e_m(t))) \text{ и } m.\partial. \\
 E_i \in E; i = \overline{1, 7}; e(t) \in E,
 \end{aligned} \tag{2}$$

где E – универсальное множество ошибки (температуры воздуха); $e_m(t)$ – текущее значение в определенный момент времени; $m_i(f(t))$ – функция принадлежности к нечеткому множеству $e(t)$, которая определяется как функция от $e_m(t)$.

Аналогичным образом на принятом языке определяются нечеткие множества для скорости изменения (производной) ошибки.

$$E_{cq} \triangleq (e'_m, m_e(e'_m(t))), q = 1, 2, \dots, n_7, n_7=7; \tag{3}$$

Управляющего воздействия (выхода) регулятора

$$U_r^e \triangleq (u_m^e, m_k(u_m(t))), r = 1, 2, \dots, n_7, n_7 = 7, \tag{4}$$

где: $e(t) = g(t) - y(t)$, $e^*(t) = \frac{d}{dt} e(t)$.

Графики функции принадлежности $m_e(e)$, $m_{cq}(e^*)$, $m_r(u)$, $m_i(f)$, $m_j(f)$ и $m_l(u^f)$ нечетких множеств, соответственно ошибки E_e ; $E_e \subset E$; $e = \overline{1, n_3}$; $n_7 = 7$, скорости ее изменения $E_{cq} (e = \overline{1, n_4})$, управляющего воздействия $u_r (r = \overline{1, n_5})$, $u_r \subset U$, которые определены исходя из опыта и качественных рассуждений о процессе управления объектом, представлены на рис.5 – 7.

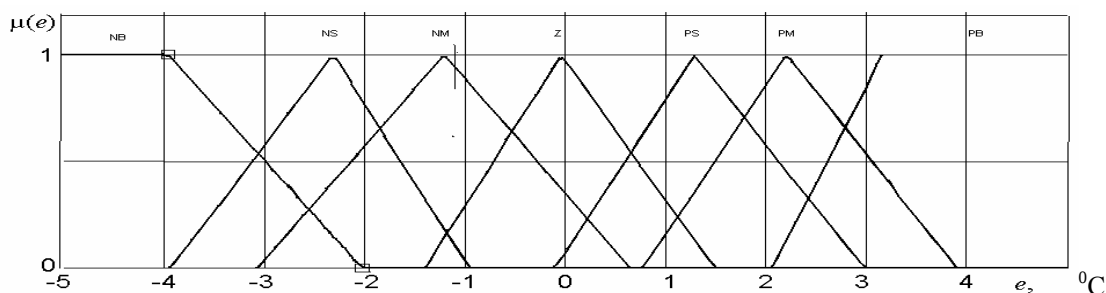


Рис. 5 – Функции принадлежности ЛП «ошибка»

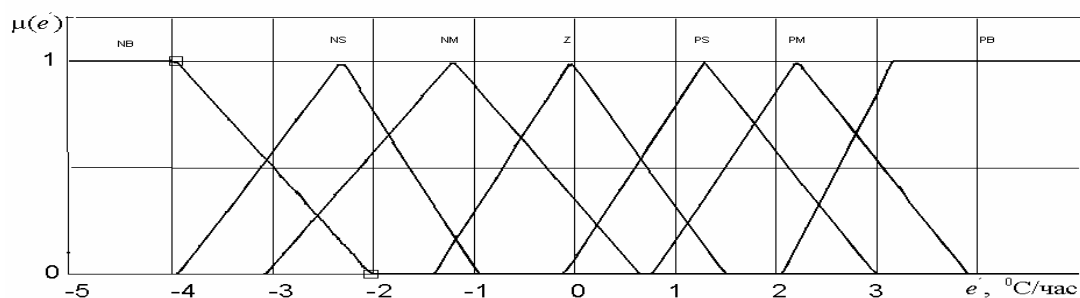


Рис. 6 – Функции принадлежности ЛП « производная ошибки»

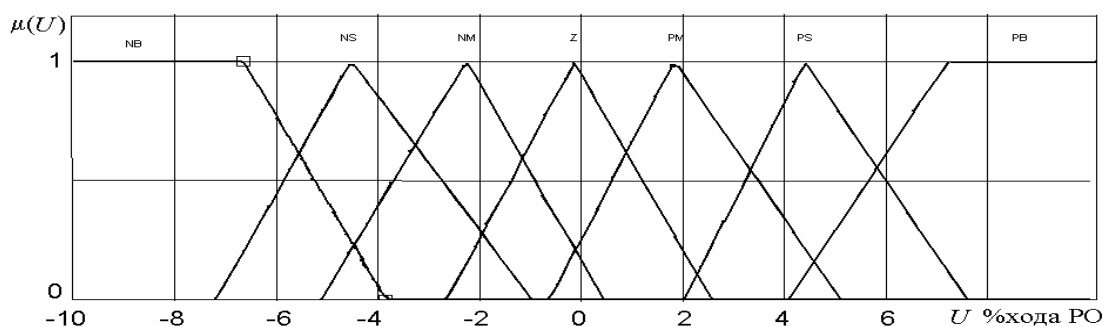


Рис. 7 – Функции принадлежности ЛП « управляющее воздействие»

На основе накопленной априорной информации, опыта управления технологическим процессом, методике Алиева [5], а также алгоритма Мамдани [6] были составлены продукционные правила для базы правил БП, на основе которых действует нечеткий регулятор.

Для апробации предложенной нечеткой системы регулирования и проведения анализа эффективности ее работы, по сравнению с адаптивным ПИД – регулятором, были проведены виртуальные эксперименты в среде Matlab (Simulink) (рис.8).

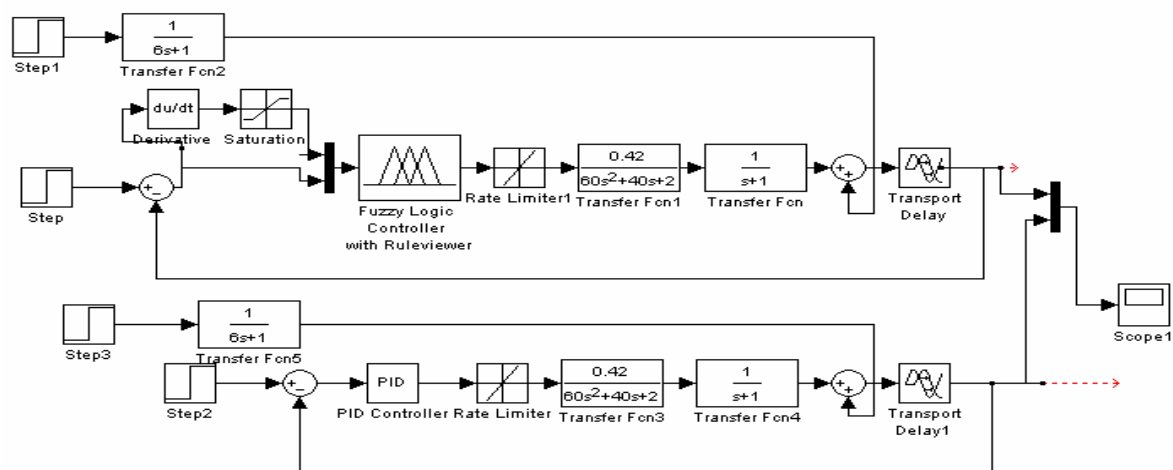
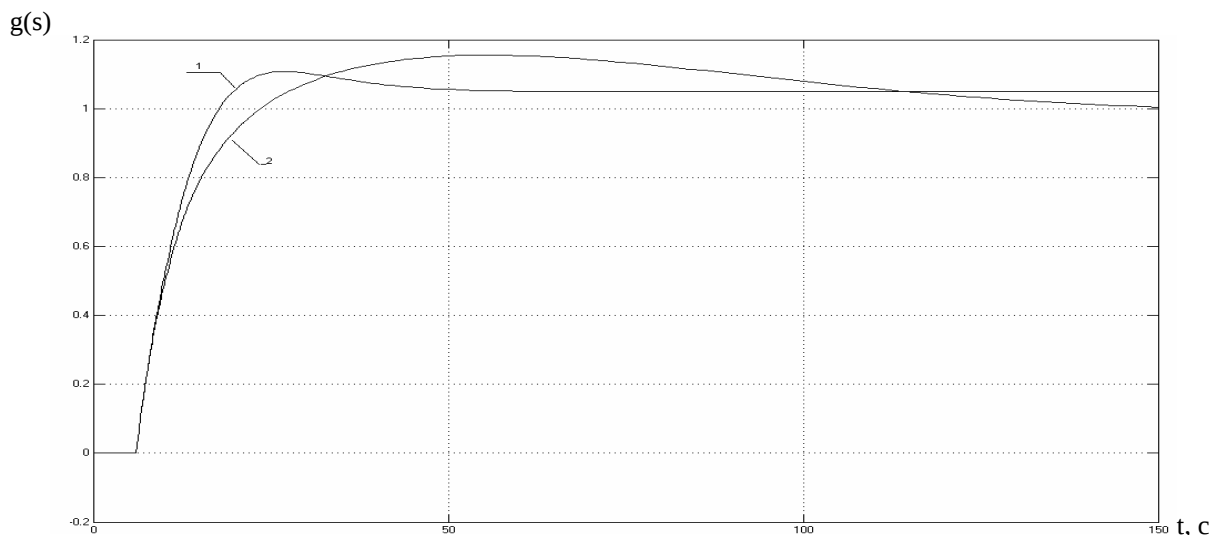


Рис. 8 – Структурные схемы fuzzy и PID – регуляторов с объектом регулирования

Графики переходных процессов на выходе из АСР показаны на рис. 9



1 – процесс нечеткой АСР; 2 – процесс адаптивной АСР с ПИД-регулятором
Рис. 9 – Переходные процессы нечеткой и традиционной АСР

Выводы

Как демонстрируют переходные характеристики, у нечеткой АСР время регулирования T_p составляет 50 с, а у оптимального ПИД регулятора 150 с, что свидетельствует о преимуществе fuzzy – контроллера. Также, исходя из проведенных экспериментов, можно сделать вывод, что нечеткий регулятор является более универсальным для управления тепловыми объектами, в условиях часто изменяющихся значений параметров объекта. И в отличие от адаптивного ПИД – регулятора действующего по методу Зиглера-Николаса, нечеткий регулятор, демонстрируя лучшие показатели качества, не нуждается в перенастройке своего алгоритма управления. Таким образом, использование нечетких систем регулирования является эффективным и может быть применимо к большому классу объектов.

Литература

1. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. и др. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. – М: Радио и связь. 2002 – 304 с.
2. Ротач В.Я., Ключев А.С. Автоматизация настройки систем управления. М.: Энергоиздат, 1984 – 272 с.
3. Нефелов С.В., Давыдов Ю.С. Техника автоматического регулирования в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. – М: Стройиздат. 2003 – 327 с.
4. Ковриго Ю.М., Мовчан А.П. и др. Адаптивное управление теплоэнергетическими процессами.// Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – ХНТУ. – 2007 – № 2(20) – с. 147 – 156
5. Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедова Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. – М: Энергоиздат. 1991. – 234 с.
6. Леоненков А.Ю. Нечеткое моделирование в среде Matlab и fuzzyTech. – С. – Птб.: БХВ, 2003. – 720 с.

УДК 773.243

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЯК ЗАСІБ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

**Іваненко А.В., д-р техн. наук, професор, Соловей А.О, канд. іст. наук, доцент,
 Сологуб О.А., завідувача лабораторією, Чебан Т.В., аспірант
 Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

При створенні нових технологій враховують історичний досвід розвитку галузі та наукові досягнення. Критеріями оцінки нових технологій вважають їх корисність для людей, соціальну та економічну доцільність. На основі історичного досвіду відкрито похідну позасистемну одиницю – інтенсивність,

яку застосовують для оцінки технологій. Потрібно не інтенсифікувати, а оптимізувати технології, що показано на прикладі невдалого застосування ультразвуку.

At creation of new technologies take into account historical experience of development of industry and scientific achievements. Consider their utility the criteria of estimation of new technologies for people, social and economic expedience. On the basis of historical experience openly derivative unit – intensity, which is applied for the estimation of technologies. It is needed not to intensify, but optimize technologies, as possible to see on unsuccessful sample application an ultrasound.

Ключові слова: технології, історія, здоров'я, доцільність, інтенсивність.

Однією з нагальних проблем сьогодення є оптимізація витрат енергії на здійснення технологічних перетворень. Традиційні засоби економії енергетичних ресурсів добре відомі і тільки необхідно їх виконувати. Що до витрат енергії на виконання технологічних процесів, то тут необхідно визначити оптимальний технологічний процес і на цій основі визначати оптимальні витрати енергії. Найскладніше визначити технологічний процес. Тут діє багато факторів, які вивчають у різних науках. Це часто приводить до прикрих помилок. Досить показовим прикладом було широке застосування у харчовій промисловості ультразвуку. Застосування ультразвуку дозволяє значно інтенсифікувати багато технологічних процесів у виноробстві, молочній та консервній промисловостях. Це стосується обробки виноматеріалів, мийки пляшок та банок, обробки молока. Під дією ультразвукових коливань швидкість технологічних процесів значно зростає. На цій підставі було розроблене нове обладнання та впроваджене у виробництво. Невдовзі з'ясували, що така інтенсифікація крім збитків нічого не приносить. Якість вина не покращилась, кількість вина також не зросла, мийні машини стали менш надійними, погіршилися умови обслуговування, а у молочній промисловості встановили погіршення якості молока. Так закінчилась спроба фізиків змінити технологічні процеси.

Оптимізацію технологічних процесів здійснюють за провідними критеріями, основними з яких є корисність продукту для людини, зменшення енерговитрат, соціальна та екологічна доцільність.

Першою умовою оптимізації технологічних процесів є їх аналіз у історичному плані від найдавніших часів до найсучасніших. Порівняння процесів в історичному плані дозволяє виявити узагальнюючі закономірності, які допомагають уникнути помилок та прогнозувати напрямки удосконалення технологій. Приклад запровадження ультразвуку показав, що необхідно враховувати різні критерії оцінки технологічних процесів. Одеська національна академія харчових технологій вигідно відрізняється від інших учбових закладів тим, що в ній є фахівці різних напрямків, яких об'єднує загальна мета створення перспективних технологій та підготовки фахівців для їх реалізації.

Першим критерієм оцінки технологічного процесу вважають корисність продукту для людини. Однозначної відповіді тут нема, проте можна стверджувати, що продукти харчування мають бути наближені до природних в історичному плані розвитку людини. Виходячи з цього положення, можна припустити, що надмірна інтенсивність технологічних процесів шкідлива і, як правило, збільшує витрати енергії. Наступними критеріями вважають соціальну та економічну доцільність. Наведений приклад невдалого та збиткового застосування ультразвуку було здійснено за часів адміністрування у науці. Тоді без всебічного обґрунтування було видано наказ про застосування нової технології одразу на усіх заводах великої галузі, у наш час такі явища неможливі, проте існують інші загрози. Конкурентна боротьба окремих фірм на світовому ринку, де багато неперспективного застарілого обладнання, вимагає від фахівців, яких ми готуємо, всебічних знань та умінь. Економічна доцільність вибору нової технології та обладнання залежить від умінь враховувати багато факторів різних напрямків знань.

Велику допомогу при таких дослідженнях дає запропонований нами метод оцінки технологій та обладнання за інтенсивністю енергетичної дії.

Суть метода інтенсивності енергетичної дії полягає у аналізі числових значень інтенсивності перетворень при використанні різних форм енергії у Вт/кг. Як правило, зростання чисел інтенсивності приводить до більш глибоких перетворень. Застосування певних чисел інтенсивності енергетичної дії дозволяє оптимізувати технологічні процеси. Це стосується усіх видів енергії. У наведеному історичному прикладі ультразвук застосовували через наявність на той час ультразвукових генераторів. Проте не були проведені дослідження у більш широкому плані, що також сприяло невдачі.

Аналіз технологічного процесу за числами інтенсивності дозволяє знайти ділянки найбільшої інтенсивності і виправити їх у технологічному процесі. Так за допомогою аналізу чисел інтенсивності було виявлено велику інтенсивність процесів подрібнення винограду у відцентрових дробарках, яка суттєво знижує якість столових вин. Цю ділянку потокової лінії було замінено новим щоким пресом, числа інтенсивності в якому у десятки разів менші. Усі ці процеси відбувалися на протязі багатьох десятиліть і безумовно є предметом історії створення нових технологій [1]. Визначають числа інтенсивності перетворень за формулою:

$$I = \frac{E}{T \cdot m} = a^2 \cdot \omega^3; [L^2 T^{-3}]$$

де I – інтенсивність, Вт/кг;

E – енергія, Дж;

T – тривалість, с;

m – маса, кг;

a – амплітуда коливань, м

ω – частота коливань, Гц

З першої частини рівняння видно, що при певній кількості енергії зменшення тривалості дії, а також зменшення маси, на яку діє енергія, приводить до зростання інтенсивності перетворень. Права частина рівняння [2] дає уяву про дію механічних коливань на харчові середовища. Тут залежність квадратична від амплітуди, і, навіть, кубічна від частоти коливань. Аналіз технологічних процесів за числами інтенсивності дає інтегральну оцінку перетворень, що важливо при комплексній оцінці технологічних процесів. Запропонований метод дозволяє оцінювати довготривалі процеси, наприклад, витримку вин, які відбуваються на протязі десятиліть. Технологічні процеси повинні відбуватися при оптимальних числах інтенсивності, які відповідають базовим критеріям оцінки. Головною метою усіх досліджень має бути оптимізація і ні в якому разі не інтенсифікація. Про це свідчить історичний досвід і вимоги сьогодення.

Висновки

Підсумовуючи викладене, слід зазначити що:

- при створенні нових технологій слід враховувати історичний досвід розвитку галузі, наслідки роботи провідних наукових шкіл та прогнози на майбутнє;
- основними критеріями оцінки технологій вважають корисність перетворень для здоров'я людини, соціальну та економічну доцільність;
- основним узагальнюючим засобом аналізу технологій є створене в Одеській національній академії харчових технологій поняття про нову позасистемну похідну одиницю – інтенсивність перетворень;
- основною рисою сучасних технологій має бути їх оптимізація, а не інтенсифікація, що доведено на прикладі недоцільного застосування ультразвуку;
- оптимальні технології відповідають умовам енергозбереження.

Література

1. Іваненко А.В., Тенюх К.М. Виноград – вино та інші перетворення. – Одеса: Астропринт, 2007. – 808 с.
2. Урьев Н.Б., Талейсник М.А. Пищевые дисперсные системы. (Физико-химические основы интенсификации технологических процессов). – М: Агропромиздат, 1985. – 296 с.

УДК 637.134. (532.58)

ДО ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ШВИДКОСТІ ПОТОКУ У ПЛОСКОМУ КІЛЬЦЕВОМУ ЗАЗОРІ

Нужин Є.В., канд. техн. наук, доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті розглянуто питання щодо експериментального знаходження швидкості руху потоку рідини у плоскому кільцевому зазорі. Показано, що швидкість потоку залежить від геометричних параметрів щілини і числа Рейнольдсу. Експериментально знайдено коефіцієнт швидкості, необхідний для розрахунків швидкості потоку молока у зазорі між гомогенізуючим клапаном і сідлом.

Experimental method of determination of parameters, necessary for determination of rate of movement of stream of liquid in a flat circular gap is described in the real article. It is investigational, as a rate of movement

of liquid depends on the geometrical parameters of crack and number of Reynolds. The coefficient of speed, necessary for the calculation of speed of milk in a gap between a homogenizing valve and saddle, is certain.

Ключові слова: щілина, потік, рідина, швидкість, сідло, клапан, гомогенізація.

Виробництво кисломолочних продуктів, сметани, питного молока, плавлених сирів, сухих молочних продуктів, приготування сумішей для морозива, ЗЦМ і подібне, потребує гомогенізацію продуктів з метою одержання однорідних двофазних середовищ [1].

Для реалізації процесу широко використовують клапанні гомогенізатори, у яких з великою швидкістю продукт продавлюється через вузьку щілину, утворену між клапаном і сідлом.

Незважаючи на те, що гомогенізатори випускають більше ста років, процес дотепер не вивчений і як результат – відсутня методика розрахунку основного вузла – гомогенізуючого клапана, зокрема, через невизначеність у розрахунку швидкості потоку в щілині [2,3]. Тому проектування гомогенізаторів ведуть, користуючись, так званою, конструкторською спадкоємністю, коли в розроблювальну модель закладають вже відомі рішення, що стримує розвиток цього обладнання.

Дана робота присвячена визначенню параметрів, необхідних для розрахунку швидкості потоку в плоскій радіальній щілині.

Плоска радіальна щілина, яка утворюється між гомогенізуючим клапаном і сідлом (рис.1), за гідродинамікою являє собою канал, у якому швидкість на вході в щілину [4].

$$v = j \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{r_2}}, \quad (1)$$

де j – коефіцієнт швидкості;

$\Delta P = P_1 - P_2$ – різниця тисків у рідині перед щілиною й за нею;

r_2 – густина середовища.

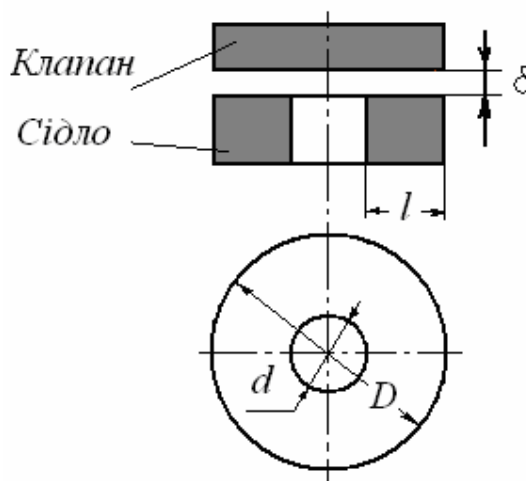


Рис.1 – Схема щілини, що утворюється між гомогенізуючим клапаном і сідлом

Враховуючи, що тиск на виході із щілинного каналу дуже малий, в порівнянні з тиском перед щілиною, можна прийняти його $P_2 \approx 0$, тоді коефіцієнт швидкості

$$j = \frac{v^2 \cdot r_2}{2 \cdot P_1}.$$

Для знаходження числових значень коефіцієнта швидкості нами були виконані експерименти на установці (рис. 2) з реальними моделями клапанів.

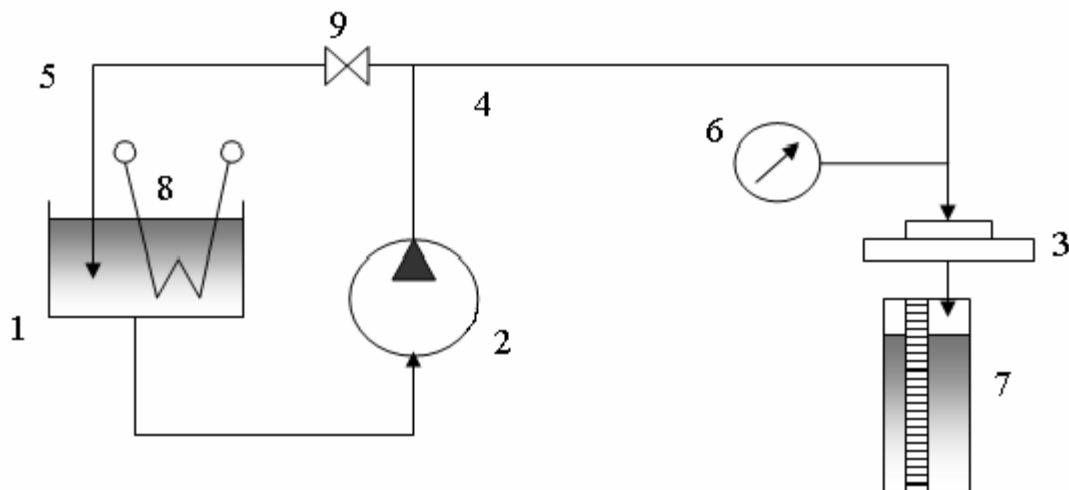
Були використані дві моделі сідел – із постійним вхідним діаметром 4,2 мм і 8,2 мм, і шість моделей клапанів з діаметрами: 5,5 мм; 8,0 мм; 10,0 мм; 13,9 мм; 25,0 мм; 38,0 мм; 38,5 мм.

Для регулювання витрати рідини, що проходить через щілинний канал, використаний голчастий регулюючий вентиль 9 на обвідній лінії 5.

Експерименти проводили з різними робочими рідинами, такими, як молоко, вода й водно-масляна емульсія, при різних температурах від 20 до 63 °С.

Методика полягала в наступному.

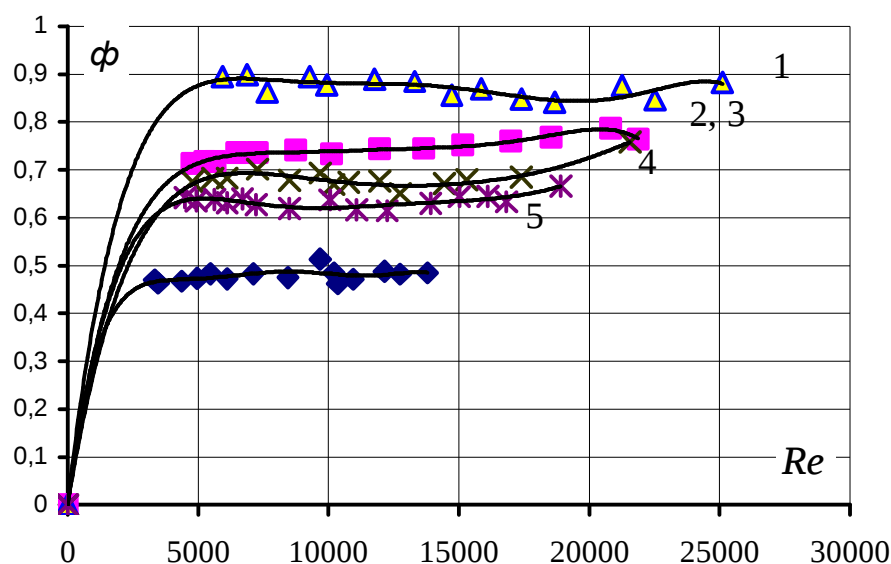
Вибирали пару – сідло й клапан, їх притирали, між ними встановлювали три - чотири прокладки товщини 80 мкм або 200 мкм, і, таким чином, формували щілину висотою 80 мкм або 200 мкм. Потім пару – сідло й клапан – встановлювали в блоці 3, заповнювали бачок 1 робочою рідиною, включали нагрівач 8 і доводили температуру робочої рідини до – заданої. Включали насос 2, потім за допомогою голчастого вентиля на обвідній лінії домагалися певної витрати й тиску рідини перед щілиною. Під час досвідів фіксували температуру, тиск, об'єм рідини, що проходить через щілину й час наповнення рідиною даного об'єму.



1 – бачок; 2 – насос плунжерний; 3 – блок змінних клапанів; 4 – система трубопроводів; 5 – обвідна лінія; 6 – манометр; 7 – мірний циліндр; 8 – нагрівач; 9 – вентиль голчастий

Рис. 2 – Схема експериментальної установки для визначення коефіцієнта швидкості

Результати досвідів наведені у вигляді графіків залежності коефіцієнта швидкості від числа Рейнольдсу (рис. 3).



1 – $D = 13,9$ мм; 2 – $D = 10$ мм; 3 – $D = 25$ мм; 4 – $D = 38$ мм; 5 – $D = 8$ мм

Рис. 3 – Коефіцієнт швидкості j при протіканні рідини у плоскому кільцевому каналі залежно від числа Рейнольдсу (висота щілини $\delta = 80$ мкм; діаметра входу в щілину $d = 4,2$ мм) і різних вихідних діаметрів щілин D

$$Re = \frac{2 \cdot v \cdot d}{n},$$

де δ – висота зазору між клапаном і сідлом;
 v – в'язкість рідини, що рухається у зазорі.

Із графіка свідчить що автомодельна зона існує при числах Рейнольдса $Re > 3000$, коли коефіцієнт швидкості перестає залежить від числа Re , але залежить від довжини щілинного каналу l і вхідного діаметра сідла d .

Таким чином, користуючись залежністю (1) можна визначати швидкість потоку в плоскій кільцевій щілині по тиску перед щілиною. Необхідні дані для знаходження коефіцієнта швидкості для автомодельної області варто вибрати користуючись наведеною таблицею (табл. 1). У тому разі, коли число Рейнольдса $Re < 3000$, треба користуватися графіками (рис. 3).

Вважаючи, що максимальне значення $j = 0,85$ відповідає умові $l/d = 1$, можна рекомендувати при проектуванні гомогенізуючих клапанів призначати щілину довжиною рівною діаметру вхідного каналу сідла.

Отримані залежності коефіцієнта швидкості дозволяють визначати швидкість у вхідному перерізі у щілину по тиску перед нею.

Таким чином, проведені експерименти, дають змогу розраховувати швидкості потоку молока у щілині, яка з'являється між гомогенізуючим клапаном та сідлом. Для цього достатньо знати тиск перед щілиною, густину рідини і коефіцієнт швидкості, останній наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнту ϕ швидкості течії рідини у плоскому кільцевому зазорі у залежності від відношення l/d довжини щілинного каналу до діаметра входу в автомодельній області, при $Re > 3000$

l/d	0,50	0,75	1,00	1,15	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
ϕ	0,52	0,70	0,85	0,88	0,85	0,80	0,74	0,71	0,67	0,65

Подальші роботи мусять бути спрямовані на розробку методики технологічних розрахунків клапанних гомогенізаторів, що дасть змогу проектувати сучасне обладнання для гомогенізації на підставі знань самого процесу.

Література

1. Технология молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, З.Х. Диланян, Л.В. Чекулаева, Г.Г. Шилер. – М.: Агропромиздат, 1991. – 463 с.
2. Нужин Є.В. Про структуру потоку у клапанних гомогенізаторах // Наукові праці ОДАХТ – Вип. 22. – 2001. – С. 208 – 212.
3. Нужин Є.В. Про ковзання дисперсних часток потоці // Наукові праці ОНАХТ – Вип. 27. – 2004. – С. 185 – 188.
4. Брюханов О.Н., Коробко В.Н., Мелик-Аракелян А.Т. Основи гидравлики, теплотехники и аэродинамики: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 254 с.

СТВОРЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ НОВИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОЗДОРОВЧИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

**Черевко О.І., д-р техн. наук, професор, Павлюк Р.Ю., д-р техн. наук, професор,
Погарська В.В., канд. техн. наук, доцент, Соколова Л.М., канд. техн. наук, доцент,
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків
Сисєжкін Ю.Ф., д-р техн. наук, професор, Малецька К.Д., д-р техн. наук,
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
Сімахіна Г.О., д-р техн. наук, професор,
Національний університет харчових технологій, м. Київ
Максименко Г.І.,
Науково-виробнича фірма «ФІПАР», м. Харків
Гальчинецька Ю.Л., канд. техн. наук,
Науково-виробниче підприємство «Кріас-1», м. Харків
Симонова-Пушкар Л.І., д-р мед. наук, професор
Інститут медичної радіології АМН України ім. С.П. Григор'єва, м. Харків**

Представлена коротка інформація про роботу науковців ХДУХТ, ІТТ НАН України, НУХТ, НВФ «Фі-пар», НВП «Кріас-1», ІМР АМН України в галузі консервної, овочесушильної, холодильної промисловості та функціональних продуктів, якій присуджена Державна премія України в галузі науки і техніки.

Short information is represented about work of scientists in area of canning one, of dry vegetables, of cooling industry and functional products, to which State purse of Ukraine is given in area of science and technique.

Ключові слова: механоактивація, заморожування, кріогенне подрібнення, газоподібний азот, БАР, ФОП, ФОД.

Роботі творчого колективу організацій, очолюваних Харківським державним університетом харчування та торгівлі в галузі консервної, овочесушильної, холодильної промисловості та функціональних оздоровчих продуктів для підвищення імунітету для масового харчування в 2006 році присуджена та в 2007 р. вручена вища державна нагорода Державна премія України в галузі науки і техніки (Указ президента України № 393 V від 29.11.06 р.).

Робота є підсумком більш ніж 20-річної (починаючи з 1983 по 2006 рр.) наукової діяльності вчених Харківського державного університету харчування та торгівлі разом з Інститутом технічної теплофізики НАНУ, Національним університетом харчових технологій, науково - виробничою фірмою «ФІПАР», виробничою фірмою „Кріас-1” та Інститутом медичної радіології АМН України ім. С.П. Григор'єва.

В даній роботі перше в світовій практиці виконані широкомасштабні комплексні розробки по створенню та впровадженню у промисловість нових високих технологій переробки, консервування та заморожування різної рослинної сировини, а також високоефективного обладнання (подрібнювального, сушильного, холодильного з використанням рідкого та газоподібного азоту) для сучасного виробництва широкого асортименту харчових продуктів з принципово новими споживчими властивостями. Це функціональні оздоровчі продукти в формі порошків, паст, екстрактів, концентратів із різних плодів, овочів, лікарської та пряно-ароматичної сировини, продуктів бджільництва з рекордним вмістом в них натуральних вітамінів, біофлавоноїдів, каротиноїдів – природних антиоксидантів та ін., що сприяють значному підвищенню імунітету при їх використанні. Нові технології є безвідхідними і відрізняються від традиційних використанням дрібнодисперсного подрібнення (механодеструкції та механоактивації) рослинної сировини (кріогенного з використанням газоподібного азоту та альтернативних кріогенному (без застосування холоду) методів подрібнення, які дозволяють отримати порошки з розміром часток в 10...20 разів менше ніж при традиційному подрібненні, термообробки, яка призводить до поліпшення продукту, різних методів сушіння, швидкого заморожування та ін., комплексне використання яких при одержанні порошків та паст призводить не тільки до повного зберігання усіх вітамінів та інших біологічно активних речовин (БАР) вихідної сировини, але й до їх більш повного вилучення із рослинної сировини (в 1,3...2 рази вище), тобто призводить до нового явища – ефекту “збагачення” продукту та значно кращій засвоюваності живими організмами (в 2...3 рази краще). Нові розроблені високі технології та обладнання впроваджені в промисловість на різних підприєм-

ствах України, Росії, Латвії, Індії, Словаччини, Болгарії, Грузії, В'єтнаму. Ця робота узагальнює більше ніж 20-річну науково-технічну діяльність вчених, практиків, медичних працівників.

Актуальність роботи пов'язана з тим, що погіршення екологічної ситуації у всьому світі зумовило значне збільшення популярності продуктів профілактичної дії, особливо для підвищення імунітету організму людини та зміцнення здоров'я – функціональні оздоровчі продукти (ФОП). Особливе місце серед них займають та знаходять все більш широке застосування для збагачення харчових продуктів та використання самостійно добавки, особливо із рослинної сировини (в формі порошків, паст, концентратів, бальзамів, сиропів, екстрактів, олій та ін.), які містять значну кількість БАР імуномодуючої, антиоксидантної дії та ін. Вітаміни, фенольні сполуки, ароматичні речовини сьогодні визначені могутніми регуляторами гомеостазу, які забезпечують зберігання здоров'я, зміцнення імунітету та профілактику багатьох хвороб. Їх джерелом є різна рослинна сировина (фрукти, ягоди, овочі та ін.).

У населення України спостерігається зниження імунітету, що призводить до різних захворювань. Це пов'язано із значним дефіцитом (в 2 рази нижче рекомендованих норм) в раціоні харчування вітамінів (С, β -каротину, Е та ін.) та других нутрієнтів (йоду, заліза, селену та ін.) Споживання фруктів та ягід – джерела вітамінів та інших БАР вдвічі нижче рекомендованої норми, консервованої продукції задовольняється лише на 20 %, порошків і паст усього на 1 %. Дане положення ускладнюється впливом на населення комплексу наслідків аварії на ЧАЕС, а також економічною кризою в країні. В корекції цих процесів значна роль відводиться харчуванню, зокрема, застосуванню ФОП-консервованих продуктів із рослинної сировини, особливо порошків і паст, які відрізняються високим вмістом БАР (вітамінів, фенольних, ароматичних сполук, барвних речовин та ін.), що дозволяє відносно легко та швидко поповнити дефіцит натуральних нутрицевтиків та парафармацевтиків, які зміцнюють неспецифічну резистентність організму до дії різних ушкоджуючих факторів. В Україні відчувається як дефіцит вітамінних порошків і паст із рослинної сировини, так і продуктів імуномодуючої дії на їх основі, які необхідні для імунопрофілактики населення цілий рік. По статистичним даним, потреба в порошках в Україні складає понад 1,5 млн. тон на рік. За даними ЮНЕСКО, в міжнародному прогнозі "Харчування, 21 століття" розробка і використання в продуктах харчування та в раціонах рослинних вітамінних порошків та паст признано привабливим напрямком. В Україні такі дослідження тільки починаються. В зв'язку з цим розробка технологій та обладнання для виготовлення ФОП – вітчизняних добавок із рослинної сировини (в формі порошків та паст) високої якості з високим вмістом вітамінів та інших БАР і їх використання для збагачення продуктів з метою корекції імунітету та зміцнення здоров'я є актуальною проблемою.

Усвідомлення виняткового значення натуральних вітамінів та антиоксидантних БАР із різної рослинної сировини (РС) в підвищенні імунітету призвело до розвитку нового напрямку – розробки нових способів, технологій та обладнання для консервування натуральних мультівітамінних та антиоксидантних функціональних оздоровчих харчових продуктів (в формі порошків та паст) та їх використання в продуктах для підвищення імунітету, фундаторами якого в Україні, а також в колишньому СРСР були Харківський державний університет харчування та торгівлі, Інститут технічної теплофізики НАНУ та Національний університет харчових технологій. Відомо, що суттєвим недоліком традиційних методів консервування є руйнування та окислення вітамінів, фенольних сполук, ароматичних, барвних та інших БАР (від 20 до 80 %). Практично відсутнє ефективне устаткування та високі технології в консервній і овочесушильній промисловості, які б дозволяли одержувати високоякісні продукти (соки, пасти, порошки і т.п.), що відрізняються значним вмістом вітамінів та ін. БАР, що нам так необхідні і могли б використовуватися населенням України в раціонах харчування для імунопрофілактики. До числа найбільш прогресивних методів консервування, які застосовуються в міжнародній практиці відносяться заморожування, сублімаційне сушіння та криогенне подрібнення, які забезпечують найбільш повне зберігання вітамінів та інших БАР. Актуальним є також пошук альтернативних криогенному методів подрібнення сировини, які супроводжуються процесами деструкції та механоактивації сировини та отримання кінцевого продукту з новими властивостями. Механоактивація – це процеси пов'язані з механічним дрібнодисперсним подрібненням, які призводять до активації продукту, посилення окремих властивостей в результаті чого продукт отримує принципово нові якісні характеристики. Активацію різних матеріалів та харчових продуктів за допомогою механічного подрібнення прийнято називати механоактивацією. Однак в харчовій промисловості ці процеси мало вивчені, не розкриті їх механізми. В Україні застосування рідкого азоту при заморожуванні, криогенному подрібненні та сушінні знаходиться на стадії експериментальних розробок (практично відсутнє ефективне тепломасообмінне обладнання (ТМОО) для криогенного подрібнення та для теплового сушіння). При традиційному сушінні та подрібненні на якість продуктів суттєво впливає неконтрольована тепла дія на продукт, яка приводить до значних втрат БАР та утворення шкідливих речовин. В зв'язку з цим регулювання тепломасопереносу в масі подрібнювального продукту чи продукту, який висушується, виключає і гальмує локальні нагрівання продукту, які приводять до втрат

БАР та утворення побічних речовин, та сприяє отриманню продуктів з принципово новими властивостями. Це можливо досягти при використанні нейтральних газових середовищ та з пониженими температурами (зокрема використання рідкого та газоподібного азоту). Регулювання тепломасообмінних процесів в регулюємих газових середовищах дозволяють отримати продукти з новими споживчими властивостями. В зв'язку з цим створення наукових основ та технологій нового покоління порошків та паст та нового тепломасообмінного обладнання, використання яких дозволило б повністю зберегти вітаміни та інші БАР вихідної сировини, та створення нових продуктів імуномодуючої дії на їх основі є актуальним та важливим. Все це визначило необхідність проведення багаторічних фундаментальних досліджень, присвячених цій проблемі. Саме на це спрямована представлена робота, заснована вченими ХДУХТ, ІТТФ НАНУ та НУХТ. Робота виконувалась в шести напрямках:

1. Наукові основи створення та впровадження безвідхідної кріогенної технології та кріоподрібнювального обладнання для отримання перших вітчизняних дрібнодисперсних рослинних порошків – функціональних оздоровчих добавок з рекордним вмістом вітамінів та антиоксидантів, які мають імуномодуючі та радіозахисні властивості.

2. Розробка концепції та виявлення механізмів взаємодії каротину з гідрофільними групами біополімерів при термообробці та дрібнодисперсному подрібненні каротинвміщуючих овочів, розробка технології і обладнання для отримання та зберігання функціональних оздоровчих добавок – каротиноїдних дрібнодисперсних порошків та паст з рекордним вмістом водорозчинної форми каротину і продуктів імуномодуючої дії на їх основі.

3. Створення та впровадження альтернативного кріогенному подрібненню тепломасообмінного обладнання (без застосування холоду) та розробка технології нового покоління функціональних дрібнодисперсних рослинних вітамінних порошків-фарбників, які не тільки зберігають всі вітаміни, барвні речовини, а й призводить до ефекту „збагачення” продукту.

4. Створення та впровадження кріогенного обладнання для подрібнення мікроскопічних одноклітинних харчових об'єктів – квіткового пилку, розробка безвідхідної технології перших вітчизняних функціональних оздоровчих добавок із нього - порошків з новими споживчими властивостями та лікувально – профілактичного призначення.

5. Розробка технології отримання та впровадження у виробництво функціональних фито добавок із натуральних прянощів та прямих овочів, які мають антиоксидантні та антибактеріальні властивості, створення кріогенного подрібнювального обладнання для їх виготовлення та їх використання в продуктах харчування для надання їм лікувально-профілактичної дії та збільшення терміну зберігання.

6. Створення та впровадження у виробництво нового покоління ефективного сушильного обладнання та технологічних ліній виробництва харчових порошків з високими якісними показниками та наукові основи теплофізичної дії при переробці рослинної сировини і створення принципово нових енергозберігаючих безвідхідних технологій одержання порошків з високими споживчими властивостями при використанні високотемпературного теплоносія.

Розробки ґрунтуються на фундаментальних дослідженнях, які виконувались на високому рівні (молекулярному та клітинному) із застосуванням класичних та сучасних фізико-хімічних, біохімічних, мікробіологічних, методів харчової хімії та технології, теплофізичних, кріотехнологій, математичної статистики, медико-біологічних методів досліджень.

Дослідження по цій проблемі проводились та фінансувались в рамках цільових комплексних науково-технічних програм ДКНТ СРСР, ДКНТ України, СЕВ, Центросоюзу СРСР, Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, Міністерства освіти і науки України, президії НАН України та за договорами з підприємствами України, Росії, Латвії, В'єтнаму, Словаччини.

Робота виконувалась в тісній співдружності з спеціалістами Фізико-технічного інституту низьких температур НАН України, Центрального КТБ Центросоюзу СРСР, НВО “Комплекс”(м. Москва), Інституту харчування АМН СРСР, Інституту проблем кріобіології та кріомедицини НАН України, Всесоюзного онкоцентру АМН СРСР, Харківського НДІ неврології та психіатрії, НВО «Укрконсервкомплекс» (м. Одеса), Інституту мінеральних вод і напоїв (м. Москва), Грузинського інституту харчової промисловості (м. Тбілісі), Українського інституту радіології (м. Київ), Державного наукового центру лікарських засобів (м. Харків)», НВФ “РАМОН”, НВФ “Фіторія”, Міжколгоспного підприємства “Пілтене” (Латвія), Харківського плодоовочевого комбінату, винрадгоспу “Машук” (м. П'ятигорськ), Белгородського вітамінного та молочного комбінатів, Одеського консервного заводу, Бершадського заводу продтоварів (м. Вінниця), АТЗТ “Харківський жировий комбінат”, Київського заводу солодових екстрактів (м. Київ), чайнопереробних підприємств Грузії, підпорядкованих НВО «Чай-Грузія», Львівської кавової фабрики (ЛТД «Галка», м. Львів), Грузинського інституту виноградарства та виноробства (м. Тбілісі), ДП «Ім-

пульс», ХК «Укрсільгосппродукт» (м. Переяслав-Хмельницький), КСП «Джерело», ТОВ «Агропереробка» (м. Рівне), ВАТ «Міський молочний завод №3» (м. Київ) та ін.

Наукова значимість роботи, полягає в тому, що вперше запропоновано, науково обґрунтовано і реалізовано використання при переробці різної рослинної сировини (плодів, овочів, нетрадиційної та традиційної лікарської та пряно-ароматичної сировини) та квіткового пилку в функціональні оздоровчі продукти нового покоління – дрібнодисперсні порошки та пасти швидкого заморожування та криогенного подрібнення (з застосуванням рідкого азоту), створено обладнання криогенного подрібнення, розроблено технологію та знайдено альтернативні криогенному методи подрібнення, що призводять до значної деструкції та збільшення активної поверхні продукту, механоактивації та більш повного вилучення низькомолекулярних БАР із клітин рослинної сировини, а також переходу їх із зв'язаного з біополімерами стану в вільний, деструкції біополімерів та зменшення їх молекулярної маси, що приводить до ефекту “збагачення” харчових продуктів низькомолекулярними БАР та харчовими речовинами (в 1,3...2 рази вище в порівнянні з вихідною сировиною), кращій засвоюваності організмом (в 2-3 рази краще), тобто отримати високовітамінні та антиоксидантні харчові продукти з принципово новими споживчими властивостями, які можна використовувати, як самостійно, так і для виробництва на їх основі продуктів імунomodуючої дії (порошкоподібних концентратів для напоїв, фітосиропів, безалкогольних напоїв, фітодраже, майонезів, приправ, хлібо-булочних виробів та ін.). Додаток корисних речовин при дрібнодисперсному подрібненні складає від 20 до 90 % по відношенню до вихідної сировини. Це можливо було отримати тільки за допомогою створеного обладнання. Розроблені теплофізичні основи теплових методів зневоднення (концентрування та сушіння) дозволили розробити нові технології одержання порошків з рослинної сировини із збереженням цінних компонентів та створити унікальне обладнання за показниками на рівні та вище закордонних аналогів.

1-й напрямок. В межах досліджень, які виконані в цій науковій школі, що була визнана в СРСР в зазначеній галузі, вперше отримано масив даних з біохімічних, мікробіологічних, з використанням електронної мікроскопії досліджень, які стали науковою основою розробки нового способу консервування та створення безвідхідної технології одержання перших вітчизняних функціональних оздоровчих добавок (ФОД) – нового покоління дрібнодисперсних, з високим вмістом вітамінів та інших БАР порошків із фруктів, ягід, овочів з використанням нового створеного обладнання для криогенного подрібнення. Особливості нової технології – застосування рідкого азоту як джерела низьких температур та інертного середовища на стадії заморожування сировини перед сублімаційним сушінням (СС) та при подрібненні її після сушіння – криогенному подрібненні (КП). Від традиційних технологій вона відрізняється тим, що повністю виключає теплову обробку продукту. Технології, які є в світовій практиці, не дозволяють одержати за допомогою механічного “теплого” подрібнення дрібнодисперсні порошки із сублімованих фруктів, які б довго зберігались, тому що порошки містять цукри в аморфному стані, які мають високу водопоглинаючу здатність і тому швидко комкуються та перетворюються в конфетну масу. Робота є продовженням напрямку створеного академіком, колишнім директором ФТІНТ НАНУ, нині покійним Б.І. Веркіним, по використанню рідкого азоту в ряді технологічних процесів.

Вперше запропоновано та науково обґрунтовано новий спосіб консервування різної рослинної сировини та розроблена криогенна технологія та криогенне обладнання отримання ФОД – високовітамінних дрібнодисперсних порошків з принципово новими споживчими властивостями. Нова технологія дозволяє не тільки зберегти всі вітаміни та інші БАР, але й одержати харчовий продукт з принципово новими споживчими властивостями-біологічно “збагаченим” (в 1,3-2 рази в порівнянні з вихідною сировиною), на основі регулювання біохімічних, мікробіологічних та тепломасообмінних процесів з застосуванням рідкого азоту при заморожуванні та КП.

Вперше отримані та систематизовані дані змін та перетворень вітамінів (аскорбінової кислоти, β-каротину), фенольних сполук (оксикоричних кислот, флавонолових глікозидів, катехінів), ароматичних та білкових речовин, моноцукрів, цукрози, органічних кислот при криогенному подрібненні різної рослинної сировини та отриманні дрібнодисперсних порошків із (фруктів, ягід, овочів, нетрадиційної лікарської та пряно-ароматичної сировини) з застосуванням рідкого азоту з використанням нового криогенного обладнання. Вперше розкрито механізм “збагачення” дрібнодисперсних порошків із різної рослинної сировини (з розміром частинок 5-20 мкм) при КП, який полягає в тому, що при його використанні проходить суттєва деструкція рослинної сировини (тканин, клітин), та збільшення активної поверхні продукту. Інертне середовище та низькі температури сприяють зберіганню всіх БАР. Збільшення вилучення БАР виникає також за рахунок деградації зв'язків поміж біополімерами та низькомолекулярними БАР, відбувається їх відщеплення, що виявляється при визначенні останніх загальноновизнаними хімічними методами досліджень. Деградація зв'язків проходить в найбільш лабільних ланцюгах біополімерів, на яких в першу чергу виникає критична напруга при подрібненні рослинної сировини.

Вперше в міжнародній практиці встановлені основні закономірності на субклітинному рівні заморожування різної рослинної сировини з застосуванням рідкого азоту, які приводять до зниження кількості мікроорганізмів – низькотемпературна стерилізація. Дослідження ультраструктури клітин мікроорганізмів за допомогою методу кріомікроскопії дозволило виявити та встановити механізм цього процесу. Вперше сформульовані наукові принципи використання рідкого та газоподібного азоту в технології консервування при заморожуванні та кріогенному подрібненні різної рослинної сировини з врахуванням особливостей хімічного та морфологічного складу та експериментально випробувана безвідходна технологія дрібнодисперсних порошків. Вперше в міжнародній практиці розроблена безвідходна технологія ФОД – вітамінних дрібнодисперсних порошків із фруктів та овочів нового покоління (з розміром частинок 5...20 мкм) з застосуванням рідкого азоту при кріогенному подрібненні та сублімаційного сушіння, які не кокуються та мають принципово нові споживчі властивості. Додаток корисних речовин складає від 20 до 90 % по відношенню до вихідної сировини та вони краще засвоюються організмом (вдвічі краще ніж при традиційному подрібненні). Показано, що плодово-ягідні та овочеві порошки, одержані по кріогенній технології відрізняються рекордним вмістом вітамінів та інших БАР. За хімічним складом та за вмістом БАР вони кращі за вітчизняні та світові аналоги. На основі вітамінних порошків розроблені нові оздоровчі продукти – порошкоподібні напої імуномодулюючої дії. Медико-біологічними дослідженнями, проведеними в Інституті медичної радіології АМН України, Інституті харчування АМН СРСР, була підтверджена їх імуномодулююча дія.

Спільно з спеціалістами ФТІНТ НАН України, Центрального КТБ Центросоюзу СРСР, розроблено та виготовлено апаратурне оформлення процесу та технологічна лінія в металі (50 позицій теплофізичного обладнання, в тому числі кріогенні подрібнювачі та СС) по виробництву мультівітамінних дрібнодисперсних порошків із фруктів по кріогенній технології та порошкоподібних напоїв на їх основі імуномодулюючої дії, яка пройшла апробацію у виробничих умовах та впроваджена у виробництво на одному із підприємств Центросоюзу СРСР (Московська обл.) та в НВФ “Кріокон” (м. Харків), НВФ “ФІПАР” (м. Харків). Отримані результати досліджень були використані при створенні аналогічних цехів в Нижньому Новгороді (Росія, НВО “Буревісник”) та Єкатеринбургському заводі безалкогольних напоїв (Росія, м. Кіров). Ці роботи є піонерськими і не мають аналогів в світі. Це новий крок в технології та техніці. Їх пріоритет підтверджено авторськими свідоцтвами. Отримані результати узагальнено в монографії “Нові технології вітамінних вуглеводвмісних фітодобавок та їх використання в продуктах профілактичної дії” та в 10 оглядах в міжнародних видавництвах. За період з 1991 по 2003 р. в НВФ «ФІПАР» було виготовлено понад 1,0 тис. тон кріопорошків.

Вперше науково обґрунтована та реалізована можливість використання кріогенного та альтернативного йому дезінтеграторного (без застосування низьких температур) видів подрібнення та кріогенного обладнання при отриманні порошків із фруктів, овочів та нетрадиційної лікарської та пряно-ароматичної рослинної сировини (НЛПАРС) в формі дрібнодисперсних порошків та екстрактів, які теж приводять до ефекту “збагачення” кінцевого продукту низькомолекулярними БАР (фенольними сполуками, ефірними оліями, каротином, аскорбіновою кислотою та ін.) на 20...95 % за рахунок процесів механоактивації, які призводять до додаткового вилучення низькомолекулярних речовин із зв’язаного стану у вільний.

Спільно з спеціалістами НВФ “ФІПАР”, ФТІНТ НАН України, НВП „Кріас-1” розроблені та виготовлені кріомлини потужністю 50 кг/ год. для отримання ФОД - дрібнодисперсних порошків із НЛПАРС, які впроваджені у виробництво в НВФ “ФІПАР” (м. Харків). Отримані результати були використані при створенні аналогічної виробничої дільниці в НВП “Кріас-1” (м. Харків). На основі порошків із НЛПАРС (квітів та коренів ехіноцеї, квітів календули, коренів айра та цикорію, м’яти, материнки, кропиви т ін.) розроблені кондитерські вироби (цукерки, вафлі, драже) імуномодулюючої та радіозахисної дії, які були впроваджені в НВФ “МИР”, Київський кондитерській фабриці, Харківський бісквітній фабриці та маргарину на Харківському масложировому комбінаті.

Вивчено хімічний склад та вміст БАР більш ніж 45 видів НЛПАРС в формі порошків та екстрактів. Встановлена пряма залежність антиоксидантної активності (АОА) екстрактів із НЛПАРС від вмісту в них катехінів, α -токоферолу, оксикоричних кислот, β -каротину, ненасичених речовин – кон’югованих сполук похідних ізопрену більш ніж з двома подвійними зв’язками (дієновими, триєновими, оксидієновими та тетраєновими кон’югатами). Показано, що нові екстракти із НЛПАРС мають в 3-5 разів більш високу АОА в порівнянні з класичним антиоксидантом α -токоферолом (в еквівалентній дозі). Виявлено, що екстракти із НЛПАРС гальмують окислення синтетичного β -каротину в порошкоподібних напоях з їх використанням. Розроблена безвідходна технологія екстрактів та затверджені на них ТУ (біля 30 різних НЛПАРС) та запропоновано шроти використовувати як смакові добавки та на їх основах виготовлювати приправи. Технологія переробки шротів впроваджена в винрадгоспі “Машук” (м. П’ятигорськ). На основі екстрактів із НЛПАРС роблені нові продукти імуномодулюючої дії (фітосиропа для напоїв, порошкопо-

дібні концентрати для напоїв, фітодраже, фітоконцентрати, фіточаї), які впроваджені у виробництво на ряді підприємств України, Росії, Латвії: на Гайсинському заводі продтоварів (Вінницької обл.), ЗАТ Плодоовочевий комбінат (м. Харків), Одеському консервному заводу, ПО “Здоров’я” (м. Харків), Бершадському заводі продтоварів, Білгородському вітамінному комбінаті (Росія), Білгородському молочному комбінаті (Росія), Міжколгоспному підприємстві “Пілтене” (Латвія). З використанням екстрактів та порошків із НЛПАРС виготовлено житній хліб “Пікантний”, який впроваджено в серійне виробництво на підприємствах м. Харкова (хлібзаводи № 8 та № 3) та ряд киргизьких національних мучних виробів, які впроваджені на підприємствах республіки Киргизстан. Розроблено також із екстрактів БАД “Фітор” та “Фітор зі стевією”. Медико-біологічні дослідження в Всеросійському онкоцентрі РАМН показали, що БАД “Фітор” є активним імунomodулятором та біорегенератором. БАД “Фітор” типу “мумію” впроваджена у серійне виробництво в НВФ “Фіторія” (м. Харків) та НВФ “РАМОН” (м. Харків).

2-й напрямок. Актуальною проблемою у всьому світі є розробка каротиноїдних ФОД із каротинвміщуючих овочів (КВО), які зміцнюють імунну систему та мають протипухлинну дію. Вперше розроблена концепція та виявлено механізм взаємодії каротину з гідрофільними групами біополімерів (білком, пектином, целюлозою) та фенольними сполуками каротинвміщуючих овочів (моркви, гарбуза, томатів, перцю солодкого) при термообробці (бланшуванні) та “тонкому” подрібненні (без застосування холоду), яка дала можливість обґрунтувати та розробити технології отримання та зберігання функціональних оздоровчих продуктів – каротиноїдних дрібнодисперсних порошків та паст з високим вмістом водорозчинної форми каротину та продуктів імунomodулюючої дії на їх основі. Вперше запропонована, науково обґрунтована та реалізована можливість використання гомогенізації як засобу підвищення якості кінцевого продукту за рахунок процесів механоактивації, які призводять до підвищеного вилучення низькомолекулярних БАД із зв’язаного стану в вільний. Показано, що при бланшуванні каротинвміщуючих овочів (моркви, гарбуза, перцю солодкого, томатів), гомогенізації та термообробці пюре має місце збільшення концентрації β -каротину, що знаходиться у вільному стані, тобто спостерігається ефект “збагачення” і отримання продукту з принципово новими споживчими властивостями. Запропоновано механізм цього процесу.

Вперше встановлено, що при бланшуванні КВО при отриманні із них порошків утворюється водорозчинна форма β -каротину і в готовому продукті жиророзчинна та водорозчинна форма β -каротину знаходяться у співвідношенні 1:1. Це пов’язано з тим, що при термообробці КВО частина молекул β -каротину (який містить багато подвійних ненасичених зв’язків) може підлягати комплексоутворенню та структурній перебудові молекули з гідрофільними групами біополімерів (білку, целюлози, пектину), а також низькомолекулярних фенольних сполук за допомогою водневих зв’язків по місту подвійних ненасичених зв’язків, в результаті чого утворюються водорозчинні комплекси каротин – білок – целюлоза – пектин, які добре диспергуються та розчиняються в воді. Встановлено, що при дрібнодисперсному подрібненні КВО (без застосування холоду) проходить більш значне збільшення водорозчинної форми каротину (в 1,5...1,7 рази вище), ніж жиророзчинної форми, що пов’язано з деградацією, руйнуванням та відщепленням гідрофільних груп біополімерів та фенольних сполук зв’язаних з каротином. Відщеплення проходить в найбільш лабільних ланцюгах біополімерів з’єднаних з каротином на яких виникає критична напруга. Показано, що якість гомогенізованого пюре, отриманого без застосування холоду, наближається до якості пюре, отриманого при криогенному подрібненні (тобто знайдено альтернативний спосіб криогенного подрібнення). Вивчено вплив бланшування, механічного подрібнення (грубого та “тонкого”), вакуумного та сублімаційного сушіння гомогенізованого пюре на ступінь ізомеризації β -каротину моркви та лікопіну томатів на вміст транс- та цис-ізомерів при отриманні із КВО порошків та паст. Показано, що при дії різних факторів на свіжу моркву та томати (бланшування, подрібнення, вакуумного та сублімаційного сушіння) спостерігається слабка ізомеризація транс-форми каротину в цис-форму.

Труднощі при переробці та консервуванні КВО в порошки та пасти полягають в тому, що каротиноїди є ненасиченими речовинами, які в пошкодженій або зруйнованій клітині знаходяться в незахищеному стані і здатні швидко окислюватись та утворювати перекиси та гідроперекиси, які призводять до знебарвлення продукту. Проблемою стабілізації каротиноїдів в порошкоподібних продуктах займаються останні 20 років вчені Японії, Італії, США, Молдови та ін. До тепер не знайдені поки що надійні методи попередження окислення каротиноїдів. В роботі розглянута можливість використання екстрактів із НЛПАРС (із натуральних прянощів: базиліку, мускатного горіха, перцю красного, перцю духмяного, перцю чорного, лаврового листя, гвоздики, коріандру, кмину; із лікарської сировини: подорожника, меліси, календули, гісопу та ін.) з високим вмістом антиоксидантів–ненасичених речовин–фенольних сполук, дубильних та ароматичних речовин для запобігання окислення β -каротину. Вивчено їх хімічний склад та спектральні характеристики. На основі спектрів флуоресценції розроблено атлас екстрактів із НЛПАРС для експрес-метода оцінки їх якості. Показано, що вміст каротиноїдів при зберіганні порошків із КВО з введен-

ням антиоксидантів – в 2 рази краще в порівнянні з вихідним. Виявлено механізм попередження окислення каротиноїдів при зберіганні порошків із КВО, отриманих з використанням екстрактів із НЛПАРС.

Вперше розроблені технології (6 технологій) отримання ФОД - нового покоління дрібнодисперсних каротиноїдних порошків та технології гомогенних паст, що від традиційних відрізняються використанням процесів механоактивації та нового подрібнювального обладнання (без застосування холоду) які призводять до ефекту “збагачення” кінцевого продукту низькомолекулярними біологічно активними та харчовими речовинами та використання антиоксидантів – екстрактів із НЛПАРС для стабілізації β-каротину та надання продукту імуномодуючої та адаптогенної дії. Показано, що каротиноїдні дрібнодисперсні порошки відрізняються рекордним вмістом водорозчинного β-каротину та інших БАР і знаходяться у порівнянні з традиційними порошками в більш легкозасвоюваній організмом формі (вдвічі кращою). За хімічним складом вони кращі за вітчизняні та світові аналоги та відрізняються більшим терміном зберігання.

На базі Інституту медичної радіології АМН України ім. С.П. Григор'єва встановлено позитивний вплив систематичного прийому відновлених соків із порошків та паст із КВО на деякі біохімічні та імунологічні показники гомеостазу здорових людей, що дозволяє говорити про доцільність їх використання для профілактики пухлинних хвороб, імунопрофілактики населення, як адаптогенного засобу. Крім того, Державний департамент продовольства Міністерства аграрної політики України порошкाम і пастам із КВО присвоїв знак “Продукт з радіопротекторними властивостями”. Отримані результати узагальнені в 2-х монографіях та в 2-х оглядах в міжнародних видавництвах та закріплені держпатентом.

На основі нових каротиноїдних порошків і паст розроблені нові продукти імуномодуючої дії (сиркові десерти, порошкоподібні соки-морси, морсові напої, порошкоподібні суміші для дитячого харчування, хлібо-булочні вироби), які були впроваджені у виробництво в НВФ “ФІПАР”, Харківському плодощовому комбінаті, НВФ “РАМОН”, НВП „Кріас-1” (м. Харків), ДП „Імпульс” (м. Переяслав-Хмельницький) з використанням нового подрібнювального обладнання.

3-й напрямок. Вперше науково обґрунтована, розроблена та реалізована технологія перших вітчизняних функціональних оздоровчих добавок – дрібнодисперсних порошків – фарбників із рослинної сировини (чорноплідної горобини (ЧГ), чорної смородини (ЧС) та столового буряка (СБ)) на спеціалізованому розробленому авторами обладнанні (без застосування холоду) з використанням процесів механоактивації – альтернативних кріогенному методів подрібнення, які призводять до ефекту “збагачення” (в 1,2...1,7 разів) кінцевого продукту низькомолекулярними БАР та їх використання в продуктах імуномодуючої дії. Вперше в міжнародній практиці розкрито механізм цього процесу. Комплексними дослідженнями (на клітинному та молекулярному рівні) встановлені закономірності змін барвних речовин (антоціанів), фенольних сполук, аскорбінової кислоти при дрібнодисперсному подрібненні (без застосування холоду) в порівнянні з кріогенним (до розміру частинок 5-30 мкм) висушеної за допомогою вакуумного сушіння (ВС) рослинної сировини (ЧГ, ЧС та СБ). Показано, що нові порошки - фарбники із СБ, ЧГ та ЧС відрізняються рекордним вмістом БАР: антоціанів, фенольних сполук, пектину, мінеральних речовин. За хімічним складом вони кращі за вітчизняні та світові аналоги. На основі дрібнодисперсних порошків-фарбників із СБ, ЧГ, ЧС та екстрактів із імпортованих прянощів розроблені нові вітамінізовані кондитерські вироби, функціональні оздоровчі продукти швидкого приготування (соки, морси, киселі), порошкоподібні суміші для молочних коктейлів та сиркові десерти, які відрізняються високим вмістом БАР та мають потенціальну імуномодуючу дію.

Нова технологія та нове обладнання для отримання дрібнодисперсних порошків-фарбників із СБ, ЧГ та ЧС впроваджена в серійне виробництво в НВФ “ФІПАР”, де вперше в Україні було організовано таке виробництво в 1991 р.

4-й напрямок. Вперше запропоновані, науково обґрунтовані та впроваджені у виробництво нові способи, технологія та нове обладнання для отримання перших вітчизняних функціональних оздоровчих продуктів-порошків із продуктів бджільництва з високим вмістом БАР (квітковий пилку, прополісу). Особливе місце серед рослинної сировини займає квітковий пилку (бджолина обніжка), яка є натуральним полівітаміном та унікальним продуктом лікувально-профілактичної дії. Однак вона не знайшла належного застосування в профілактичному харчуванні, в харчовій промисловості в зв'язку з тим, що при її переробці виникають труднощі. Це пов'язано з тим, що квітковий пилку – це рослинна статеві чоловічі клітина з дуже міцною зовнішньою оболонкою (екзиною), яка не руйнується при кип'ятінні з кислотами, лугами та при механічному подрібненні. Сучасні технології, що є в міжнародній практиці, не дають можливості зруйнувати зовнішню оболонку та отримати із квітового пилку порошок, який би не комкувався. Тому загальноприйнятими продуктами із пилку є настої, витяжки, екстракти. При цьому цінні БАР пилку використовуються наполовину. Вижимки з неї (або шрот), йдуть у відходи, що нерентабельне.

Вперше в міжнародній практиці нам вдалось зруйнувати екзину квіткового пилку (КвП) за допомогою криогенного подрібнення з використанням рідкого азоту в спеціалізованих млинах та отримати ФОД – дрібнодисперсні мультивітамінні порошки, розробити криогенну безвідхідну технологію їх отримання, яка призводить до ефекту “збагачення” кінцевого продукту (в 1,2...2 рази) та за допомогою електронної мікроскопії виявити механізм цього процесу. В роботі також запропонований альтернативний, менш дорогий спосіб та технологія подрібнення квіткового пилку з використанням шарового млина (без застосування рідкого азоту), який дозволяє зруйнувати та ушкодити пилкові зерна і отримати дрібнодисперсні «збагачені» порошки. Ефект “збагачення” підтверджено за допомогою спектроскопічних, хімічних та електронно мікроскопічних методів досліджень.

Показано, що дрібнодисперсні порошки із КвП (з розміром частинок 5-20 мкм) одержані по криогенній технології подрібнення та подрібнення в шаровому млині (без застосування холоду) є натуральними мультивітамінними продуктами з рекордним вмістом таких БАР, як: фенольні сполуки (природні антиоксиданти), мінеральні речовини, незамінні амінокислоти та ін. За хіміскладом порошки із КвП (за рахунок ефекту “збагачення”) перевищують вітчизняні та світові аналоги. Вони засвоюються живими організмами в 2...3 краще в порівнянні з вихідним пилком. На основі дрібнодисперсних порошків із квіткового пилку розроблені нові фітодраже, порошкоподібні напої імуномодулюючої дії, пастоподібні концентрати, сиркові десертні вироби. Медико - біологічні дослідження імуномодулюючої дії були проведені в Інституті медичної радіології АМН України ім. С.П. Григор'єва.

Спільно з спеціалістами НВП „Кріас-1” розроблено та виготовлено криогенний млин потужністю 50 кг/год для криогенного подрібнення квіткового пилку, який пройшов випробування та впровадження у виробництво в Міжколгоспному виробництві “Пілтене” (Латвія). Отримані результати досліджень були використані при створенні аналогічних виробничих ділянок НВП “Кріас-1” (м. Харків), НВФ “ФІПАР”. Ці роботи є піонерськими і не мають аналогів в світі. Їх пріоритет підтверджено авторським свідоцтвом. Отримані результати узагальнені в монографії та в 3-х оглядах в міжнародних видавництвах.

5-й та 6-й напрямки. Вперше в країнах СНД на основі наукових досліджень кінетичних закономірностей та теплофізичних особливостей зневоднення багатокомпонентної рослинної сировини, які проводились як самостійно в Україні, так і в рамках програм країн СЕВ, розроблена низка інноваційних технологій та спеціального обладнання для одержання порошкових продуктів із нефракціонованої ягідної, фруктово-овочевої, різної злакової сировини з отриманням нових харчових продуктів функціонального (профілактично-оздоровчого; імуномодулюючого, радіопротекторного) призначення для різних верств населення України.

Вперше в світі на основі фундаментальних досліджень науково обґрунтовано широке використання нового методу інтенсифікації процесів тепломасообміну при двоступеневому зневодненні в диспергованому стані високовологих термолабільних екстрактів рослинної сировини, що дозволило розробити та впровадити нові енергозберігаючі теплотехнології одержання instant-чаїв, instant-фіточаїв, instant-натуральної кави та різноманітного асортименту кавових напоїв композиційного змісту із збагаченням їх екстрактами шипшини, ехінацеї, тощо і значно підвищити ефективність роботи обладнання при одночасному суттєвому покращенні якісних показників одержання цінних харчових продуктів, що обумовило суттєвий зріст експортних поставок цієї продукції в країни СНД та Прибалтики.

Вперше в світі розроблені унікальні технології одержання дрібнодисперсних порошків на основі таких нетрадиційних харчових продуктів як квітковий пилок, солодові (на основі зернових) екстракти, бактеріальні препарати, мінерально-біологічні комплекси із джерел мінеральних вод, що обумовило розробку оригінальних технологій виробництва нових конкурентоспроможних продуктів оздоровчого призначення.

На основі одержаних нових наукових даних та результатів великого комплексу експериментальних досліджень, розроблених технологій було створено декілька поколінь нового обладнання для зневоднення різних початкових видів рослинної сировини: кусочних, пюре та рідкотекучої системи.

Конвективні, конвективно-кондуктивні та розпилюючі сушарки мають цілий ряд конструктивних переваг перед існуючими як в Україні так і виготовляємими в країнах ближнього та дальнього зарубіжжя: різні системи забезпечення нагрітим теплоносієм, різні системи попередньої обробки початкової сировини, з використанням теплових насосів та ін. Технологічні лінії, створені в ІТТФ НАНУ, укомплектовані модифікованим обладнанням по диспергації висушених плодів та ланцюга по упаковці порошковидної продукції. Створено три покоління нових технологічних ліній сушеної продукції та порошків різної потужності і можуть задовольнити підприємства з різними об'ємами виробництва. Впровадження розроблених інновацій дозволяє значно зменшити теплові витрати при виробництві таких продуктів, майже на 20-25%. Нові технології та обладнання були впроваджені більш ніж на 60-ти підприємствах України та закордоном: ДП «Імпульс», ХК «Укрсільгосппродукт» (м. Переяслав-Хмельницький), КСП «Джерело», ТОВ «Агропереробка» (м. Рівне), ВАТ «Міський молочний завод №3» (м. Київ) та ін.

Створено два спільних В'єтнамо-Українських підприємства у В'єтнамі по виготовленню порошків із тропічних культур зі розробленими технологіями на розробленому тепломасообмінному обладнанні, які оцінені понад 1000000 у.о. США. Подана ліцензія та укладено контракт на обладнання для виробництва порошків в Словаччині. Порошки і сушена продукція з успіхом використовується харчовими підприємствами м. Києва та підприємствами України при виготовленні хлібобулочних, кондитерських і молочних виробів. Ці роботи є піонерськими, їх пріоритет підтверджено авторськими свідоцтвами, патентами, дипломами. Отримані результати відображені в 2 монографіях та в 180 публікаціях.

Медико-біологічні дослідження на тваринах і клінічні випробування показали, що розроблені порошки, паста і продукти з їх використанням мають імуномодулюючу дію. Практично всі розроблені технології порошків, паст і продуктів з їх використанням (їх близько 65) впроваджені у виробництво на ряді підприємств України та за кордоном. У багатьох технологіях закладені "ноу-хау". Значна кількість наукових розробок, що є в даній роботі не мають аналогів у світі. Розроблені авторами прогресивні технології і створене устаткування (кріогенне, подрібнююче і сушильне) дали можливість одержати нове покоління функціональних оздоровчих харчових продуктів із принципово новими споживчими властивостями, що неможливо було одержати іншими методами. Це новий напрямок у харчовій технології.

Створені нові технології та нове покоління тепломасообмінного обладнання, які захищені 80 авторськими свідоцтвами та патентами, і впроваджені на різних підприємствах України (близько 60): LTD «Галка» (Львівська кавова фабрика), НПО «Біостимулятор» (м. Одеса), ТОВ «Агропродукт» (м. Рівне), ВАТ «Міський молочний завод №3» (м. Київ), ХК «Укрсільгосппродукт», ДП «Імпульс» (м. Переяслав-Хмельницький), ТОВ «Київський завод солодових екстрактів», ТД «Агропродукт», ТОВ «Екстрим», ТОВ «Тернопільська фармацевтична фабрика», НВФ «Фіпар» (м. Харків), НВП «Кріас» (м. Харків), ЧП «Синтез» (м. Одеса), ТОВ «Фармком» (м. Кременчук), НВФ «Фіторія» (м. Харків) та ін.; за кордоном (понад 40): на підприємствах Індії, Словаччини, Болгарії, Грузії, Латвії, Росії, Республіки Казахстан та інші, створено два спільних В'єтнамо-Українських підприємства. Економічний ефект від прямого виробництва нових харчових продуктів за новими високими технологіями та впровадження нового ефективного тепломасообмінного обладнання за період 1990-2006 рр. становив понад 820 млн. грн., а з урахуванням широкого використання нових цінних харчових продуктів в різних галузях харчової промисловості (молочній, харчопереробній, кондитерській, хіміко-фармацевтичній, косметичній) усупільнений економічний ефект оцінюється 5,68 млрд. грн.

Високий рівень наукових досліджень, і їх пріоритетність підтверджені 576 публікаціями, в тому числі 8 монографіями, 2 навчальними посібниками, 80 авторськими свідоцтвами та патентами на винаходи. Розроблено та затверджено понад 90 нормативних документів на виробництво нових функціональних оздоровчих харчових продуктів. Підготовлені і захищені 6 докторських і 22 кандидатських дисертацій.

Створені високі технології й ефективне устаткування дозволяють одержувати нове покоління конкурентоздатних функціональних оздоровчих продуктів у формі мультивітамінних і антиоксидантних порошків та паст із принципово новими споживчими властивостями і продукти з їх використанням, роблять внесок в оздоровлення української нації, стимулюють розвиток прогресивного напрямку в харчовій промисловості та сприяють, таким чином, відродженню вітчизняної економіки і забезпечують здорове харчування відповідно до міжнародних норм, що відповідають ФАО/ВОЗ.

Висновки

Таким чином, розроблені та впроваджені у виробництво нові прогресивні способи та технології консервування та переробки (кріогенна технологія подрібнення, технології, засновані на процесах механоактивації та механодеструкції, різних видах сушіння та ін.) різної рослинної сировини (плодоовочевої та лікарської) та продуктів бджільництва (ПБ) та створення ефективного обладнання (кріоподрібноувально-го і сушильного) для отримання перших вітчизняних функціональних оздоровчих продуктів в формі дрібнодисперсних порошків та гомогенних паст (мультивітамінних та антиоксидантних), які дозволяють не тільки зберегти всі вітаміни та інші біологічно активні речовини (БАР) вихідної сировини, але й призводять до їх більш повного вилучення із сировини, до ефекту "збагачення" кінцевого продукту (в 1,3-2 рази) та кращій засвоюваності організмом (в 2-3 рази краще порівняно з вихідною сировиною) та їх застосування при виготовленні продуктів харчування для підвищення імунітету. Відомо, що при переробці плодів та овочів з використанням традиційних технологій втрати вітамінів та інших біологічно активних речовин складають від 20 до 80 %. Розроблені авторами прогресивні технології та створене обладнання (кріогенне подрібнювальне та сушильне) дали можливість отримати натуральні вітамінні функціональні оздоровчі харчові продукти з принципово новими споживчими властивостями – імуномодулюючими та радіозахисними, які неможливо було отримати іншими методами. За думкою видатних вчених України

та країн СНД це новий напрямок в харчовій технології не тільки в Україні, а й в міжнародній практиці. Це нове слово в науці, новий крок у створенні технологій та обладнання для виготовлення нового покоління харчових продуктів з принципово новими якісними характеристиками - натуральними функціональними оздоровчими продуктами майбутнього. Робота є піонерською не тільки в Україні, країнах СНД, а й в міжнародній практиці. Вона є прикладом поєднання глибоких фундаментальних досліджень (розкриті механізми процесів на молекулярному та клітинному рівнях) в харчовій технології з прикладними, які доведені до логічного завершення – впровадження обладнання, технологій нового покоління функціональних оздоровчих харчових продуктів в промисловість на ряді підприємств України, Росії, Латвії, В'єтнаму, Словаччини. Робота є прикладом поєднання наукових інтересів вчених різних генерацій – метрів від науки з науковими школами, їх учнів – сучасних науковців, спеціалістів-медиків та фахівців провідних харчових виробництв.

Література

1. Новые технологи витаминных углеводсодержащих фитодобавок и их использование в продуктах профилактического действия / Павлюк Р.Ю., Черевко А.И., Гулый И.С. и др. - Харьков – К.: ХГА-ТОП-УГУПТ, 1997. – 285 с.
2. Новые прогрессивные технологии биологически активных добавок из цветочной пыльцы и растительного сырья / Павлюк Р.Ю., Черевко А.И., Симахина Г.А. и др. – Харьков-К.: ХГАТОП-УГУПТ, 2000. –133 с.
3. Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномодулирующего и радиозащитного действия / Павлюк Р.Ю., Черевко А.И., Погарская В.В. и др.- Харьков – К.: ХГУПТ-УГУПТ, 2002. – 202 с.
4. Новые фитодобавки и их использование в продуктах питания / Павлюк Р.Ю., Черевко А.И., Украинец А.И. и др. - Харьков-К.: ХГУПТ-УГУПТ, 2003.-287 с.
5. Новые биологически активны апидобавки: Монография / Р.Ю. Павлюк, А.И. Черевко, В.В. Яницкий и др. - Харьков-К.: ХГУПТ – Госдепартамент продовольствия Минагрополитики Укарины, 2003.-134 с.
6. Новые технологии антоциановых добавок: Монография /Павлюк Р.Ю., Яницкий В.В., Крячко Т.В. и др. - Харьков-К.: ХГУПТ – Департамент пищ. пром-сти минист. агр. полит. Украины, 2008. – 261 с.
7. Новые технологии функциональных оздоровительных продуктов: Монография /Погарская В.В., Черевко А.И., Павлюк Р.Ю. и др. – Харьков: ХГУПТ, 2007. – 262 с.

УДК 664.32:519.87

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ АЕРУВАННЯ ЖИРОВОЇ МАСИ У ПЛАСТИФІКАТОРІ ВВ-ПМЛ

Лавріненко Н.М., д-р фіз.-мат. наук, професор, Бескровний О.І., ст. викладач
Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського,
м. Донецьк

У статті розглянуті питання, пов'язані з математичним моделюванням процесів аерування жирової маси у змішувачі пластифікатора ВВ-ПМЛ. Одержані розрахункові результати дозволяють визначити необхідні параметри переробки кондитерської маси і зменшити витрати на її подальше перемішування і збивання.

Mathematical modelling of air-conditioning of the fat products in the mixer of the plasticizer VV-PML is considered in this article. The obtained results allows to determine the parameters of the edible fat plant rework process at air-conditioning stage of the cofectionery productions and to diminish with consumption of energy.

Ключові слова: математична модель, пластифікатор ВВ-ПМЛ, змішувач, аерування жирової маси.

Харчова промисловість України у зв'язку з постійним подорожчанням цін на продукти харчування в світі може з однієї із провідних галузей народногосподарського комплексу у найближчому майбутньому перетворитись у головну. Одночасно з цим треба констатувати, що виробничо-технічна база харчової промисловості потребує корінної реконструкції. У найближчий час повинні бути впроваджені заходи з технічного переоснащення підприємств харчових галузей на основі обладнання їх поточковими лініями і машинами, які забезпечують комплексну переробку сировини.

При функціонуванні таких ліній здійснюється послідовне виконання технологічних операцій, які направлені на перетворення споживчих властивостей вихідної сировини у споживчі властивості готової продукції. У процесі перетворення цих споживчих властивостей провідну роль відіграють показники технологічних властивостей сировини і напівфабрикатів, які визначають умови проведення кожної конкретної технологічної операції. Такими показниками насамперед є структурно-механічні і теплофізичні характеристики харчової сировини.

Утворення та зміна структур харчових мас обумовлені технологічними процесами, що приводять до формування висококонцентрованих дисперсних систем, які мають складні реологічні властивості. Ці реологічні властивості, текстура і теплофізичні характеристики визначають закономірності взаємозв'язку і взаємозалежності між сукупністю дій (механічних, гідромеханічних, термічних, біохімічних та ін.) робочих органів машин і апаратів, які складають потокову лінію, і реакціями на ці дії сировини, напівфабрикатів і готових виробів. Саме ці закономірності визначають параметри технологічних процесів і конструкцію робочих органів машин і апаратів.

Метою статті є вивчення процесу підготовки жирів для використання у кондитерському виробництві, який здійснюється у пластифікаторі ВВ-ПМЛ [1-2], та математичне моделювання процесу аерування жирової маси. Пластифікатор ВВ-ПМЛ, який може використовуватися у складі технологічної лінії, має змішувач циліндричного типу з двома розташованими горизонтально шнековими мішалками.

Жир потрапляє на виробництво у твердоподібному стані, причому його температура знаходиться у межах від 5 °С до 20 °С. Пластифікація жирів здійснюється наступним чином.

Жирову масу подрібнюють у маслорізці, а потім пластифікують механічним шляхом з одночасним темперуванням для зміни твердоподібного стану жиру у пластично-в'язкий. Продукт необхідної якості отримують інтенсивним перемішуванням, розділенням і перетиранням його в шнекових мішалках, що забезпечує рівномірне розподілення повітря у жирі. В результаті відбувається збивання і часткове аерування жирової маси.

Розглянемо, яким чином відбувається процес аерування, а саме розбивання великої повітряної бульбашки, затягнутої у жирову масу шнековою мішалкою, на бульбашки меншого радіуса.

Удар потоку жирової маси деформує бульбашку. Так як найбільший тиск жирової маси припадає на центральну частину бульбашки, то ця частина має найбільше прискорення. У результаті через деякий проміжок часу бульбашка перетворюється у ковпак, який розривається, перетворюючись у кільце. Далі під дією потоку жиру кільце розривається, що призводить до утворення бульбашок меншого радіуса, як показано на рисунку 1.

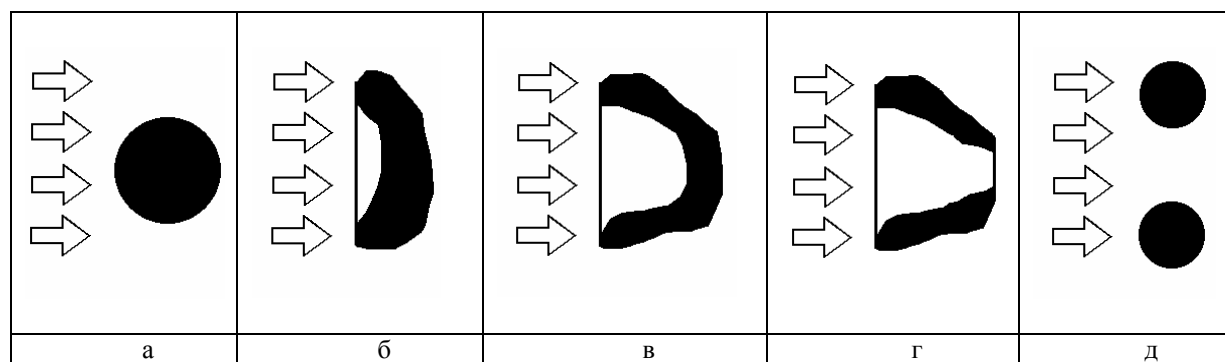


Рис. 1 – Зміна форми повітряної бульбашки у жировому потоці

Визначимо умови, при яких починається деформація бульбашки. Якщо швидкість потоку жиру дорівнює нулю, то на бульбашку не діють зовнішні сили (сила тяжіння достатньо мала і нею можна знехтувати). Тому вона має форму кулі, повітря в ній стиснене силами поверхневої напруги, так що тиск усередині розподілений однорідно. Тиск під сферичною поверхнею радіуса R визначається формулою Лапласа

$$P = \frac{2a}{R} \quad (1)$$

де a – коефіцієнт поверхневого натягу повітря на границі з жировою масою;

R – радіус бульбашки.

Коли у бульбашку ударяє жировий потік, вона починає рухатись з прискоренням, що приводить до неоднорідного розподілу тиску повітря у бульбашці.

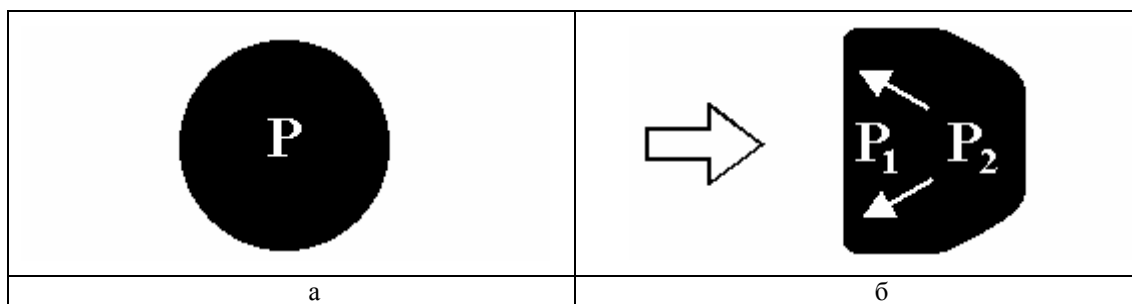


Рис. 2 – Зміна форми бульбашки під дією неоднорідного розподілу повітря усередині бульбашки

Надлишок тиску P_1 приводить до викривлення форми бульбашки, якщо різниця $P_1 - P_2$ стає більшою за тиск Лапласа P .

Максимальну різницю тиску усередині бульбашки можна наближено обрахувати за формулою

$$P_1 - P_2 \approx r_n \cdot a \cdot 2R \quad (2)$$

де r_n - густина повітря,

a - прискорення бульбашки.

Обчислимо прискорення, з яким починає рухатись бульбашка після удару жирового потоку. Сила, з якою діє на бульбашку жировий потік, визначається формулою

$$P_{жс} = C \cdot \frac{r_{жс} v^2}{2} \cdot pR^2 \quad (3)$$

де $r_{жс}$ - густина жиру;

v - швидкість потоку;

C - коефіцієнт, значення якого для кулі приблизно дорівнює 0,1.

Під дією сили $P_{жс}$ (3) бульбашка починає рухатись з прискоренням

$$a = P_{жс} / m \quad (4)$$

де $m = \frac{4}{3} pR^3 r_n$ - маса бульбашки повітря.

Підставимо (3) у формулу (4) та одержимо

$$a = \frac{3}{8} C \frac{r_{жс}}{r_n} \frac{v^2}{R} \quad (5)$$

Тоді із формул (2) і (5) маємо

$$P_1 - P_2 = \frac{3}{4} C r_{жс} v^2 \quad (6)$$

Повітряна бульбашка починає деформуватись, коли різниця тиску усередині бульбашки стає більшою за тиск Лапласа, тобто

$$\frac{3}{4}Cr_{ж}v^2 > \frac{2a}{R} \quad (7)$$

З цієї нерівності знаходимо умову, якій повинна задовольняти швидкість потоку жиру, для того, щоб потік почав деформувати бульбашку

$$v > 2\sqrt{\frac{2a}{3RCr_{ж}}} \quad (8)$$

З формули (8) випливає, що швидкість потоку повинна бути тим більшою, чим менший радіус бульбашки R і чим більше коефіцієнт поверхневого натягу a повітря на границі з жиром.

У процесі теплообміну з водяною сорочкою, температура якої 42°C , жир нагрівається до температури $26-27^{\circ}\text{C}$, інтенсивно перемішується лопатями мішалок, що забезпечує густину $r_{ж} = 600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Ураховуючи, що коефіцієнт поверхневого натягу повітря на границі з жировою масою при цій температурі дорівнює $a = 32 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$ [3-4], а радіус повітряної бульбашки становить близько $R \approx 3\text{мм}$, одержимо з формули (8)

$$v > 2\sqrt{\frac{2 \cdot 32 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}}{3 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 600 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,1}} = 0,68 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (9)$$

Оцінимо тепер максимальну швидкість жирової маси у змішувачі пластифікатора ВВ-ПМЛ. Згідно з ТУ ВВ-ПМЛ частота обертання мішалки становить $n = 0,49 \text{ Гц}$, а радіус шнекових лопатей $R_m = 0,3\text{м}$. У цьому разі максимальна швидкість потоку жиру співпадає з лінійною швидкістю

$$v_{\max} = 2\pi n R_m = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,49 \frac{1}{\text{с}} \cdot 0,3\text{м} = 0,92 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (10)$$

Оскільки $v_{\max} > 0,68 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, то потік жиру пробиває великі бульбашки повітря, в результаті чого одержуємо бульбашки меншого радіуса. Таким чином, повітря рівномірно розподіляється у жировій масі і відбувається аерування жиру.

Експерименти показали, що при температурі води у сорочці до 37°C жир набуває температури $23-25^{\circ}\text{C}$. У результаті нерівність (8) не виконується, тобто не забезпечується необхідна рухомість жирової маси і знижується рівномірність розподілення повітря у жирі [5].

Припустимо, що велика бульбашка радіуса R розбивається на дві бульбашки з радіусами R_1 та R_2 . Оскільки сумарна маса повітря при розділенні не змінюється, то

$$m = m_1 + m_2 \quad (11)$$

Згідно з рівнянням газового стану маса повітря у бульбашці визначається рівнянням

$$m = \frac{PV_m}{R_g T} \quad (12)$$

де $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ - об'єм повітря;

m - молярна маса повітря;

T - температура (вважаємо, що температура однакова для всіх бульбашок і не змінюється після розбивання);

R_g - газова постійна.

Враховуючи (1), (12), одержимо

$$m = \left(P_0 + \frac{2a}{R} \right) \cdot \frac{4}{3} p R^3 \cdot \frac{m}{R_g T}, \quad m_1 = \left(P_0 + \frac{2a}{R_1} \right) \cdot \frac{4}{3} p R_1^3 \cdot \frac{m}{R_g T}, \quad m_2 = \left(P_0 + \frac{2a}{R_2} \right) \cdot \frac{4}{3} p R_2^3 \cdot \frac{m}{R_g T} \quad (13)$$

де P_0 - атмосферний тиск.

Вирази для m , m_1 , m_2 підставимо у рівність (11) та знайдемо

$$\left(P_0 + \frac{2a}{R} \right) \cdot R^3 = \left(P_0 + \frac{2a}{R_1} \right) \cdot R_1^3 + \left(P_0 + \frac{2a}{R_2} \right) \cdot R_2^3 \quad (14)$$

співвідношення між радіусом початкової бульбашки R та радіусами бульбашок повітря R_1 та R_2 , одержаних у процесі аерування жирової маси. У загальному випадку жировий потік може розбити велику бульбашку на n бульбашок різного радіуса:

$$\left(P_0 + \frac{2a}{R} \right) \cdot R^3 = \left(P_0 + \frac{2a}{R_1} \right) \cdot R_1^3 + \left(P_0 + \frac{2a}{R_2} \right) \cdot R_2^3 + \dots + \left(P_0 + \frac{2a}{R_n} \right) \cdot R_n^3 \quad (15)$$

Якщо припустити, що бульбашка з радіусом $R = 3 \text{ мм}$ розбивається на n бульбашок однакового радіуса $R_1 = 1,5 \text{ мм}$, то як легко вирахувати за формулою (15), $n = 8$.

Висновки

Одержані розрахункові результати з аерування жиру у пластифікаторі ВВ-ПМЛ дозволяють визначити необхідні параметри комплексної переробки кондитерської маси і зменшити витрати при її подальшому перемішуванні і збиванні. Перспективами наступних досліджень є знаходження кількісних характеристик найважливіших процесів, що відбуваються під час пластифікації жирів.

Література

1. Пат. №82011 МПК (2006) B01F 7/02 A21C 1/00 A23P 1/10 A23G 1/10. Пластифікатор [Текст] / Литвин В.І. [та інш.] ; заявник і власник ТОВ «Фірма ВІ-ВА-ЛТД». – № а 2006 10227; заявл. 25.09.06; опубл. 25.02.08, Бюл. №2.– 6 с.
2. Пат. №21044 МПК (2007) C11B 5/00. Спосіб отримання пластифікованих масел і жирів [Текст] / Литвин В.І. [та інш.] ; заявник і власник ТОВ «Фірма ВІ-ВА-ЛТД». – № u 2006 10228; заявл. 25.09.06; опубл. 15.02.07, Бюл. №2.– 4 с.
3. Производство сливочного масла: Справочник [Текст] / Андрианов Ю.П., Вышемский Ф.А., Качераускис Д.В. и др., Под ред. д-ра техн. наук Вышемского Ф.А. . – М.: Агропроиздат, 1988. – 303с. – ISBN 5-10-000202-6.
4. Гуць В.С. Реологічні моделі харчових продуктів [Текст] / В.С. Гуць, О.А. Коваль // Харчова происловість.- 2000.- №45.- С.218-222.
5. Експериментальні дослідження з визначення техніко-експлуатаційних характеристик пластифікатора ВВ-ПМЛ [Текст] / Н.М Лавріненко., В.О. Сукманов, В.А. Хомічук, О.І. Бескровний // Наукові дослідження – теорія та експеримент 2008: Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції, м. Полтава: Полтава: Вид-во «ІнтерГрафіка», 2008. – т.8, С.107 – 113.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СУЧАСНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ

***Соколов О. Д., д-р техн. наук, професор, *Маннапова О. В., асп.,
Голованов Ю. М., Казаріна Н. В., Філіппочев О. М.,
*Одеська національна академія харчових технологій
БАТ “Одеський завод поршневих кілець”**

Проведений техніко-економічний аналіз екологічно чистих триботехнічних технологій зміцнення поршневих кілець в умовах реального виробництва. Встановлено причини їх високої собівартості: висока вартість матеріалів для плазмового напилювання покриттів і низька продуктивність периферійного обладнання устаткування для електрофізичних методів зміцнення поверхні.

The technical-economic analysis is conducted ecologically clean tribology technologies of work-hardening of piston-rings in the conditions of the real production. The reasons of their high prime price are set: high cost of materials for plasma coverages and low productivity of peripheral equipment of electrophysical methods of work-hardening of surface.

Ключові слова: поршневе кільце, силова руйнація, надійність, зміцнення, гальванічне хромування, іонне азотування, оцінка.

Вступ. Поршневі двигуни внутрішнього згоряння являються 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.

Невпинне форсування дизельних двигунів по потужності на сьогоднішньому етапі призводять до появи у термонапружених форсованих двигунах випадків термічної і силової руйнації серійних гальванічних хромових покриттів на робочій поверхні і підвищенню рівня зношування незахищеної торцевої поверхні компресійних поршневих кілець, що знижує довговічність і надійність сполучень кільце-циліндр і кільце-поршень у ЦПГ ДВЗ [1, 2]. Альтернативою хрому для таких двигунів можуть бути термічно стійкі плазмово напиляні пористі мастилоємні покриття на робочій поверхні кільця, але вони мають меншу зносостійкість, що викликає необхідність їх зміцнення [3, 4].

Як показують дослідження [5], електрофізичні методи дозволяють знайти вирішення проблеми довговічності і надійності ЦПГ у застосуванні багатоопераційних технологій, наприклад, нанесенням плазмового покриття на робочу поверхню і фінішною зміцнювальною обробкою покриття і торцевих поверхонь кільця екологічно чистими електрофізичними способами: катодно-іонним бомбардуванням з утворенням тонкого (порядку 5 мкм) шару покриття з нітриду титану або молибдену, іонним азотуванням або лазерним гартуванням.

На жаль, спроби створення багатоопераційних технологій по поліпшенню властивостей покриттів, як правило, не супроводжуються оцінкою їхньої економічної ефективності і доцільності. Тому в проблемі поверхневого зміцнення найменш вивчені питання про економічні і вартісні критерії для альтернативного підходу. Спробу такого підходу було зроблено у роботі [6], де запропоновано називати коефіцієнтом наукової місткості технології K_n відношення технологічних витрат до ресурсних, але з переходом на світовий рівень цін відношення витрат змінилося.

Сьогоднішня нагальна необхідність такого підходу підтверджується роботою [7], в якій по цьому показнику рекомендується провести реконструкцію технологічного парку України по зміцнювальним покриттям. Економічні показники технологій стають вирішальними і ця тенденція посилюється.

Мета роботи – зробити порівняльний аналіз витрат на деякі технології триботехнічного зміцнення поверхні деталей: гальванічне хромування; газотермічне напилювання покриттів з порошків молибдену, нікелю, заліза, хрому (плазмові покриття); катодно-іонне бомбардування з утворенням тонкого покриття із нітриду молибдену або титану (іонно-плазмові покриття); іонне азотування у тліючому розряді і лазерне опромінювання.

Особлива цінність даної роботи полягає у тому, що в ній використані реальні виробничі витрати по цінах 2007 р., які супроводжують процес випуску поршневих кілець на БАТ “Одеський завод поршневих кілець”.

Технології, обладнання і фактичні витрати. При виробництві поршневих кілець на БАТ “Одеський завод поршневих кілець” застосовуються наступні технології і обладнання:

— гальванічне хромування проводиться у стаціонарних ваннах з використанням сірчанокислового фторидного електроліту, джерело живлення – електрогенератори постійного струму, потужність електролізу однієї ванни – 40 кВт при завантаженні 1500 кілець на оправках, час хромування на товщину шару 150 мкм – 4,5 години, середній витрата води – 60 м³ на місяць;

— нанесення газотермічних покриттів проводиться на установці плазмового напилювання Київ - 7 потужністю 40 кВт на оправках по 25 кілець, час напилювання оправки – 15 хвилин, витрата стиснутого повітря – 9 м³ у годину, водяне охолодження плазмотрону – по замкненому циклу, продуктивність установки – 500 кілець у робочу зміну;

— нанесення тонких іонно-плазмових покриттів з нітридів молібдену або титану методом катодно-іонного бомбардування (КІБ) проводиться на установці ННВ-6.6 потужністю 60 кВт з водяним охолодженням по замкненому циклу, кільця збираються на оправках по 300 кілець, час напилювання оправки - 1 година, продуктивність установки – 900 кілець у робочу зміну, витрата азоту – 1 балон на 100 оправок;

— лазерне клеймування кілець проводиться на установці БетаМарк-2000 потужністю 6 кВт, продуктивність установки 1200 кілець на годину при потужності опромінення 16 Вт і швидкості руху проміню 2,5 м/с, водяне охолодження по замкненому циклу.

За рік по цих технологіях завод випускає 3140 тис. хромованих кілець, 24 тис. плазмово напиляних сумішню порошоків молібдену, хрому, нікелю кілець і 530 тис. кілець з КІБ-покриттям з нітриду молібдену.

У таблиці 1 приведені дані по статтям фактичних витрат на 1000 штук поршневих кілець для діючих на заводі технологій нанесення покриттів на робочу поверхню кільця і лазерного клеймування на торцевій поверхні кільця.

Таблиця 1 – Фактичні витрати на покриття і клеймування кілець, гривні на 1000 шт

Статті витрат	Cr гальван.	Mo-Ni-Cr плазм	КІБ- покрит	Лазер. клейм.
Зарплата і соцстрах	98,73	131,73	131,73	14,94
Матеріали	65,84	7639,31	213,55	—
РСЕО, у т.ч.:	312,80	417,35	400,96	30,20
а Амортизація	59,43	79,30	84,20	6,34
б Вода і водоочищення	3,75	—	—	—
в Електроенергія	150,14	200,33	144,35	10,87
г Експлуатац. витрати	99,48	137,72	172,41	12,99
Загальноцехові	85,41	113,95	142,08	10,16
Цехова собівартість	562,79	8302,34	888,32	55,30

Порівняльний аналіз витрат на триботехнічні технології. У загальному випадку витрати характеризуються показником приведених витрат $PВ = СВ + 0,15 КВ$, де СВ – собівартість, а КВ – капітальні витрати, що складаються з вартості обладнання і вартості виробничої площі, але в світовій практиці прийнято доцільним проводити порівняння і робити вибір оптимальних рішень по собівартості, бо капітальні витрати амортизуються.

У нашій роботі порівняння ведеться по собівартості тільки технологій зміцнення поверхні без урахування інших витрат, що супроводжують виробництво поршневих кілець: загальнозаводських витрат (на загальний брак, збут продукції і адміністративні витрати) і загальноцехових витрат (ремонт загальноцехового обладнання, заробітна плата ремонтників, освітлення, опалення тощо).

Описані вище покриття розташовані на робочій поверхні кілець, але заводське обладнання дозволяє застосувати його при впровадженні сучасних багатоопераційних технологій зміцнення поверхні для випуску верхніх компресійних поршневих кілець високофорсованих термонапружених дизелів. Як показують дослідження, для цього потрібно застосувати плазмове напилювання робочої поверхні кільця і фінішну зміцнювальну обробку робочої і торцевих поверхонь кільця по одній з трьох технологій: нанесення

КІБ-покриття, іонне азотування і лазерне гартування. Ці технології можливо впровадити при застосуванні описаного заводського обладнання.

Для техніко-економічного порівняння між собою трьох процесів фінішного зміцнення торцевої і робочої поверхні кілець із плазмовим покриттям потрібно привести їх до однакової ефективності зміцнення. Так, для лазерного гартування треба тільки змінити механізм подачі кілець під лазерний промінь і по розрахунках часу опромінення лазером торцевої і робочої поверхні кільця по зрівнянню з діючим лазерним клеймуванням напису довжиною близько 10 мм застосувати відповідні коефіцієнти; для нанесення тонкого шару КІБ-покриття на три поверхні кільця замість діючого процесу по робочій поверхні потрібно тільки змінити спосіб закріплення окремих кілець на пакетах при завантаженні вакуумної камери і урахування зниження продуктивності відповідними коефіцієнтами; технологія іонного азотування така ж, як і КІБ-технологія, тільки не потребує допоміжного молібденового чи титанового електроду.

У першому приближенні прийемо, що лазерне гартування потребує проходження промінню по всій довжині окружності кільця по робочій і двох торцевих поверхнях замість 10 мм для клеймування по одній поверхні. Підрахунок дає збільшення витрат у 100 разів. Для КІБ-технології прийемо, що кільця закріплюються на оправці не підряд, а через три кільця. Це дає зниження продуктивності і збільшення витрат в чотири рази, у тому числі вчетверо збільшуються витрати на молібденовий електрод. Для іонного азотування продуктивність така ж, як для КІБ-технології, а витрати на молібденовий електрод не потрібні.

Розраховані по відповідних коефіцієнтах дані зведені у таблицю 2, де показані розрахункові витрати на зміцнення робочої і торцевих поверхонь 1000 поршневих кілець катодно-іонним бомбардуванням з утворенням нітриду молібдену, іонним азотуванням і лазерним гартуванням верхніх компресійних поршневих кілець для форсованих термонапружених дизелів.

Таблиця 2 – Розрахункові витрати на зміцнювальні технології кілець, гривні на 1000 шт

Статті витрат	КІБ-покриття, К = 4	Іонне азотування, К = 4	Лазерне гартування, К = 100
Зарплата і соцстрах	526,92	526,92	1494,00
Матеріали	854,20	78,52	—
Експлуатація обладн., у т.ч.:	1603,84	1603,84	3020,00
а Амортизація обладнання	338,80	338,80	634,00
б Вода і водоочищення	—	—	—
в Електроенергія	577,40	577,40	1087,00
г Ремонтно-експлуат. витрати	689,64	689,64	1299,00
Загальноцехові витрати	568,32	568,32	1016,00
Загальна собівартість	3553,28	2777,60	5530,00

По своїй структурі собівартість СВ включає витрати на технологію ТВ, які складаються із заробітної плати і амортизаційних відрахувань на обладнання і виробничу площу, і ресурсних витрат РВ, які включають витрати на матеріали, воду і електроенергію. Відношення технологічних витрат до ресурсних характеризує рівень технології, кваліфікацію персоналу і економію ресурсів, тобто наукову місткість технології і продукції K_n . Користуючись даними таблиць 1 і 2 можна провести такий аналіз по технологіям зміцнення поршневих кілець. Результати зведено у таблицю 3, в яку також введено показником приведену собівартість $СВ = ТВ + РВ$.

Найменшу собівартість має традиційне гальванічне хромування, причому за рахунок невеликих ресурсних витрат ця технологія має доволі добрий коефіцієнт наукової місткості. Незважаючи на відношення до неї як несучасної, ця технологія має значні позитивні риси – високий рівень адгезії покриття і низька температура процесу, при якому деталь нагрівається не вище 60 °С, що цілком виключає структурні зміни і деформації форми деталі. Але недоліки електролітичного хромування, пов'язані із токсичністю процесу, необхідністю очищення електроліту і стічних вод і відсутністю способу утилізації шламів, безумовно приведуть до виведення цієї технології за межі міста.

Таблиця 3 – Аналіз витрат на зміцнювальні технології кілець, гривні на 1000 шт

Статті витрат	Гальван. покриття	Плазмове покриття.	КІБ-покриття	Іонне азотування.	Лаз. гартування.
Технолог. витр., у т.ч:	158	211	866	866	2128
а Зарплата і соцстрах	99	132	527	527	1494
б Амортизація обладнан.	59	79	339	339	634
Ресурсні витр., у т.ч.:	220	7840	1432	656	1087
а Матеріали	66	7639	854	79	—
б Вода і водоочищення	3,75	—	—	—	—
в Електроенергія	150	200	577	577	1087
Приведена собівартість	378	8050	2297	1522	3215
Загальна собівартість	563	8302	3553	2778	5530
$K_n = TB / PB$	0,72	0,03	0,60	1,32	1,96

Далі розглянемо екологічно чисті сучасні технології.

Альтернативою гальванічному хромуванню робочої поверхні верхніх компресійних поршневих кілець термонапружених форсованих дизельних двигунів на сьогоднішній день може бути тільки плазмове напилювання покриттів. Це пов'язано як з високою термостійкістю таких покриттів, так і з технологічною можливістю нанесення покриттів товщиною до 0,4 мм для забезпечення заданого моторесурсу при терті по відносно м'якій чавунній гільзі циліндру. Але собівартість і коефіцієнт наукової місткості цієї технології в найбільшій мірі залежать від ціни матеріалу для напилювання покриття.

Аналіз показує, що використання спеціально виготовлених методами порошкової металургії матеріалів збільшує собівартість на порядок по зрівнянню з гальванічним хромуванням і на стільки ж зменшує коефіцієнт наукової місткості. Наприклад, ціна молібденового порошку складає 770 грн/кг, хромового – 200 грн/кг, ніхромового – 278 грн/кг, а ціна хромового ангідриду по гальванічній технології – 15,50 грн/кг. Очевидно, що матеріалознавчі дослідження повинні направлятися на застосування порошків з відходів гірничорудного виробництва з подальшим покращанням триботехнічних властивостей таких покриттів застосуванням багатоопераційних технологій.

Щодо електрофізичних технологій зміцнення торцевих поверхонь кільця і основного покриття на робочій поверхні, які мають високий коефіцієнт наукової місткості, можна сказати, що шлях зниження їх високої собівартості лежить у напрямку підвищення продуктивності периферійного обладнання відповідного устаткування. На сьогодні з цих технологій оптимальною можна вважати технологію іонного азотування, як найменш витратну по собівартості і середню по коефіцієнту наукової місткості.

Висновки. Проведений техніко-економічний аналіз екологічно чистих триботехнічних технологій зміцнення поршневих кілець в умовах реального виробництва виявив їх слабкі місця по собівартості: високу вартість матеріалів для плазмового напилювання покриттів і низьку продуктивність периферійного обладнання устаткування для електрофізичних методів зміцнення поверхні.

Література

1. Алехин С.А., Грицок А.В., Краюшкин И.А., Овчаров Е.Н. Современные дизельные двигатели разработки КП “Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению” // Двигатели внутреннего сгорания. – 2006. – № 1. – С. 4 – 8.
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. Prasse H.E., Mc Cormick H.E., Anderson R.D. New developments in piston rings for high BMEP engines // SAE Prepr. – 1969. – V. 753, N. 690. – P. 1 – 19.
4. Соколов О.Д., Олік А.П., Маннапова О.В. Дослідження молекулярного і абразивного зношування плазмових покриттів // Аграрний вісник Причорномор'я. Технічні науки. – 2006. – Вип. 34. – С. 103 – 109.
5. Маннапова О.В., Соколов О.Д., Олік А.П., Твердохліб В.І. Підвищення довговічності сполучення "кільце – поршень" електрофізичними видами обробки // Аграрний вісник Причорномор'я. Технічні науки. – 2007. – Вип. 40. – С. 144 – 154.

6. Соколов А.Д., Мильман Л.Я., Филиппочева Н.Н. Сравнительная технико-экономическая оценка технологий упрочнения поршневых колец // Двигателестроение. – 1989. – № 4, С. 40 – 40, 47 – 47.
7. Соловых Е.К., Ляшенко Б.А., Соколов А.Д. Модернизация машиностроения Украины по технологиям поверхностного упрочнения // Вісник Інженерної академії України. – 2007. – № 2. – С. 112 – 118.

УДК 621.833.539

РАСЧЕТ ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Амбарцумянц, Р.В. д-р техн. наук, проф.,
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Предложен новый метод по расчету эвольвентных цилиндрических зубчатых передач при совместном учете контактной и изгибной прочностей. Установлено, что нахождение наиболее оптимального решения задачи приводит к решению алгебраического уравнения четвертой степени. Приведен сравнительный анализ предложенной и существующей методик, что показывает преимущество нового метода.

The new method of calculation of involute spur gearings with the simultaneous account contact and flexing strength is suggested. It has been established, that the finding of the most optimal decision of a task results in the decision of the algebraic equation of the fourth degree. The comparative analysis of the suggested and existing techniques proving the advantages of the new method has been given

Ключевые слова: технологическая машина, изгибная прочность, контактная выносливость, число зубьев, модуль.

Реализация технологических процессов пищевых производств и не только, невозможно осуществить без применения технологических машин. В настоящее время нет ни одной технологической машины, где не применялись бы зубчатые передачи. Зачастую долговечность, надежность и эффективность работы таких машин предопределяется долговечностью и надежностью работы зубчатых передач.

Проведенные исследования показали, что существующая методика расчета закрытых эвольвентных зубчатых передач на контактную выносливость не учитывает максимальное значение контактных напряжений в зоне зацепления пары зубцов.[1]. В таком случае не исключено, что на некоторых участках рабочей линии зацепления условие контактной выносливости не выполняется, и на рабочих поверхностях, соответствующих этим участкам линии зацепления, возникает явления выкрашивания. Кроме сказанного существующей методике расчета присущ еще один недостаток — неопределенность выбора модуля зацепления после расчета значения межцентрового расстояния. Как правило, конструктор при выборе значения модуля исходит из среднего значения предложенных границ, что зачастую может привести к необоснованно большому запасу прочности на изгиб и, следовательно, необоснованно большим габаритным размерам передачи. Поэтому является актуальной разработка другого способа расчета эвольвентных зубчатых передач на контактную выносливость, учитывающего максимальное значение контактных напряжений, возникающих в зоне контакта, нахождение оптимального решения с минимизацией габаритных размеров передачи, а также проведение сравнительного анализа с существующей методикой.

Установлено, что максимальное контактное напряжение возникает у ножки зуба шестерни и, следовательно, у головки зуба колеса в момент их входа в зацепление [1]. Значение контактного напряжения в этот момент определяется как

$$\sigma_H^2 = (0,418)^2 q E_{np} \frac{0,5 m z_\Sigma \sin \alpha}{y_a}, \quad (1)$$

где $E_{np} = \frac{2E_1 E_2}{E_1 + E_2}$ — приведенный модуль упругости материалов колес;

E_1, E_2 — модули упругости первого рода материалов шестерни и колеса соответственно;

q — удельное давление на зуб;

$z_\Sigma = z_1 + z_2$ — суммарное число зубьев колес;

m — модуль зубчатых колес.

При внешнем зацеплении зубчатых колес для параметра y_a имеем [1]

$$y_a = \frac{m^2}{4} \left[z_\Sigma \sin \alpha \sqrt{z_2^2 \sin^2 \alpha + 4z_2} + 4 - (z_2^2 \sin^2 \alpha + 4z_2 + 4) \right]. \quad (2)$$

Параметры z_1 и z_2 можно выразить через передаточное число u и z_Σ , тогда: $z_1 + z_2 = z_\Sigma$ и $u = z_2 / z_1$. В результате совместного решения этих уравнений находим:

$$z_1 = nz_\Sigma; \quad z_2 = pz_\Sigma, \quad (3)$$

где $n = u / (u+1)$, $p = 1 / (u+1)$.

Выражение $mz_\Sigma \sin \alpha / y_a$ с учетом зависимостей (2) и (3) принимает вид

$$mz_\Sigma \sin \alpha / y_a = \frac{2z_\Sigma \sin \alpha}{m(z_\Sigma c \sin \alpha - c^2)}, \quad (4)$$

где $c = \sqrt{n^2 z_\Sigma^2 \sin^2 \alpha + 4nz_\Sigma + 4}$.

Тогда выражению (1) может принять вид

$$\sigma_H^2 = 0,349446qE_{np} \frac{z_\Sigma \sin \alpha}{m(z_\Sigma c \sin \alpha - c^2)}. \quad (5)$$

Принятое допущение о равномерности распределения усилия между сопряженными зубьями по линии их контакта можно считать справедливым. В таком случае удельное давление между зубьями [2,3]

$$q = \frac{F^n}{b_\Sigma} = \frac{F^t}{b_\Sigma \cos \alpha} = \frac{2T_2}{b_\Sigma d_2 \cos \alpha} = \frac{2T_2}{b_\Sigma m z_2 \cos \alpha} = \frac{2T_2}{b_\Sigma m n z_\Sigma \cos \alpha}, \quad (6)$$

где F^n , F^t — нормальное и тангенциальное усилия в зацеплении;

T_2 — крутящий момент на валу колеса;

b_Σ — суммарная длина линии контакта зубьев;

α — угол зацепления.

Ширина обода колеса $b = \psi_{ba} a_w = 0,5 \psi_{ba} m z_\Sigma$. Учитывая последнюю зависимость, а также то, что в начале контакта зубьев коэффициент перекрытия при внешнем зацеплении равен двум, т.е. $b_\Sigma = 2b$, удельное давление определяется как

$$q = \frac{T_2}{\psi_{ba} m^2 n z_\Sigma^2 \cos \alpha}. \quad (7)$$

Принимая во внимание, что для стандартных зубчатых колес, изготовленных инструментальной рейкой, угол зацепления $\alpha = \alpha_0 = 20^\circ$, после преобразования (5) с учетом (7) контактное напряжение.

$$\sigma_H^2 = H_E \frac{T_2}{m^3 n z_\Sigma (z_\Sigma c \sin \alpha - c^2) \psi_{ba}}, \quad (8)$$

где $H_E = 0,254377E_{np} \approx 0,2544E_{np}$, а условия контактной выносливости в таком случае принимает вид

$$\sigma_H^2 = H_E \frac{T_2 k_H}{m^3 n z_\Sigma (z_\Sigma c \sin \alpha - c^2) \psi_{ba}} \leq [\sigma_H]^2, \quad (9)$$

где $[\sigma_H]^2$ — меньшее значение из допускаемых контактных напряжений материалов колес;

k_H — коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между зубьями.

Выражение (9) при проектных расчетах содержит два неизвестных — m и z_Σ . Если задаться числом z_Σ , то из выражения (9) для модуля зацепления

$$m \geq Z_M \sqrt[3]{\frac{T_2 k_H}{\psi_{ba} n z_\Sigma (z_\Sigma c \sin \alpha - c^2) [\sigma_H]^2}}, \quad (10)$$

где $Z_M = \sqrt[3]{H_E}$.

Анализ выражения (10) позволяет установить, что чем больше значение z_Σ тем меньше значение модуля зацепления a , следовательно, и всей конструкции в целом.

Для определения межцентрового расстояния, как обычно принято в технической литературе, используется зависимость $m=2a_w/z_\Sigma$. На основании (8)

$$\sigma_H^2 = H_E \frac{z_\Sigma^3 T_2}{8 a_w^3 z_\Sigma n \psi_{ba} (z_\Sigma c \sin \alpha - c^2)} = \frac{H_E}{8} \frac{z_\Sigma^2 T_2}{a_w^3 n \psi_{ba} (z_\Sigma c \sin \alpha - c^2)}. \quad (11)$$

Из условия контактной выносливости получим

$$a_w \geq Z_E \sqrt[3]{\frac{T_2 z_\Sigma^2 k_H}{n \psi_{ba} (z_\Sigma c \sin \alpha - c^2) [\sigma_H]^2}}, \quad (12)$$

где $Z_E = 0,5 \sqrt[3]{H_E}$.

Пример. Определить параметры зубчатого зацепления, если передаточное число $u=4$, крутящий момент на валу колеса $T_2=300$ Нм, материал колес сталь 45 с модулями упругости $E_1 = E_2 = 2,1 \cdot 10^5$ МПа, допускаемое контактное напряжение $[\sigma_H]=485$ МПа.

Для простоты расчетов принимаем $k_H=1$. Границы изменения z_Σ находим исходя из условия отсутствия подреза у ножки зубьев. Для стандартных зубчатых колес, изготовленных инструментальной рейкой с углом зацепления 20° , минимальное число зубьев $z_{min}=17$. Тогда $z_\Sigma \geq z_{min} + u z_{min} = (1+u) z_{min} = 5 \cdot 17 = 85$. Задаемся $z_\Sigma = 130$ и принимаем $\psi_{ba} = 0,30$. Вычисляем $Z_M = \sqrt[3]{0,2544 \cdot 2,1 \cdot 10^5} \approx 37,663$, $n = 0,8$; $c = 41,05$; и $m = 2,497$ мм. Расчетное межцентровое расстояние 162,305 мм.

Не изменяя начальные условия задачи, определим межцентровое расстояние по существующей методике [2,3]:

$$a_w = k_a (u+1) \sqrt[3]{\frac{T_2 k_H}{[\sigma_H]^2 u^2 \psi_{ba}}} = 49,3 \cdot 5 \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 10^5}{485^2 \cdot 16 \cdot 0,3}} = 158,5 \text{ мм.}$$

Сравнение результатов расчетов показывает, что они почти одинаковы, следовательно, одинаковыми являются и габаритные размеры обеих передач. Однако существующая методика позволяет изменить размер межцентрового расстояния, изменив лишь значения коэффициента ψ_{ba} при неизменности характеристики материалов. В предложенной методике при постоянном значении ψ_{ba} , а также материалы колес межцентровое расстояние можно изменить путем выбора нового значения z_Σ .

Опыт работы при проектных расчетах показывает, что при выполнении условия контактной выносливости запас прочности на изгиб оказывается слишком большим, что и обуславливает большие геометрические размеры эвольвентной передачи по сравнению с другими.

Было сказано, что в выражении (9) два неизвестных параметра m и z_Σ . Используем условие изгибной прочности зубчатых колес для вычисления этих величин.

Напряжение изгиба для прямозубых цилиндрических колес вычисляется известным выражением

$$[2,3]: \quad \sigma_F = Y_F \frac{F^t k_F}{b_w m} \quad (13)$$

Здесь окружная сила $F^t = 2T_2/d_2 = 2T_2/mz_2 = 2T_2/mnz_\Sigma$, суммарная линия контакта $b_\Sigma = b = 0,5mnz_\Sigma$; k_F — коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по линии контакта, Y_F — коэффициент формы зуба. С учетом принятых обозначений выражение (13) принимает вид

$$\sigma_F = 4Y_F \frac{T_2 k_F}{nm^3 z_\Sigma^2 \psi_{ba}}. \quad (14)$$

Используя условие изгибной прочности из (14) получим

$$m \geq \sqrt[3]{4Y_F \frac{T_2 k_F}{nz_\Sigma^2 \psi_{ba} [\sigma_F]}}. \quad (15)$$

Решим совместно уравнения (10) и (15). Имеем:

$$H_E \frac{T_2 k_H}{n z_\Sigma (z_\Sigma c \sin \alpha - c^2) \psi_{ba} [\sigma_H]^2} = 4 Y_F \frac{T_2 k_F}{n z_\Sigma^2 \psi_{ba} [\sigma_F]}$$

$$\text{Откуда } 4 Y_F k_F (z_\Sigma c \sin \alpha - c^2) [\sigma_H]^2 = H_E z_\Sigma k_H [\sigma_F]^2 \quad \text{или} \quad (z_\Sigma c \sin \alpha - c^2) = \frac{H_E [\sigma_F] k_H z_\Sigma}{4 Y_F k_F [\sigma_H]^2}.$$

(16)

$$\text{Обозначим } R = \frac{H_E [\sigma_F] k_H}{4 Y_F k_F [\sigma_H]^2} = \text{const. Подставляя в уравнение (16) выражение для } c \text{ и преобразуя}$$

его относительно z_Σ получим алгебраическое уравнение четвертой степени. Имеем:

$$A z_\Sigma^4 + B z_\Sigma^3 + C z_\Sigma^2 - D z_\Sigma - 16 = 0, \quad (17)$$

где $A = n^2(1 - n^2) \sin^4 \alpha$; $B = [2 - n(4n + R)] 2n \sin^2 \alpha$; $C = 4(1 - 2n^2) \sin^2 \alpha - (4n + R)^2$; $D = 8(4n + R)$.

Решение уравнения (17) целесообразно осуществить численными методами. Для уменьшения вычислительных процедур исходное уравнение лучше представить в другом виде.

Имеем:

$$z_\Sigma c \sin \alpha - c^2 \leq R z_\Sigma \quad \text{или} \quad c \sin \alpha - \frac{c^2}{z_\Sigma} \leq R = \text{const.} \quad (18)$$

Определим максимальное значение $(z_\Sigma)_{\max}$ при прежних начальных условиях приведенного выше примера принимая $k_H = k_F = 1$, $Y_F = 4,3$ и $[\sigma_F] = 180$ МПа для неререверсивной передачи. Вычисляем: $H_E = 53424$ МПа, $R = 2,3768 \approx 2,377$. Выбираем ряд значений z_Σ и проверяем неравенство (18). Например, при $z_\Sigma = 160$ получим $1,665 < 2,377$, при $z_\Sigma = 197$ находим $2,3802 > 2,377$, Значит, суммарное число зубьев передачи может изменяться в пределах $85 < z_\Sigma < 197$. Неравенство (18) переходит почти в равенство при целочисленном значении $z_\Sigma = (z_\Sigma)_{\max} \approx 196$, причем при таком значении z_Σ расчетное значение модуля зацепления $m_p = 1,456$ мм. Для дальнейших расчетов принимаем $z_\Sigma = 190$. Посредством выражения (10) получим $m_p = 1,52$. Поскольку при $z_\Sigma = 190$ неравенство (18) выполняется, то для дальнейших расчетов стандартное значение модуля можно принимать равным $m = 1,5$ мм. Вычисляем число зубьев колес: $z_2 = n z_\Sigma = 0,8 \cdot 190 = 152$, $z_1 = p z_\Sigma = 0,2 \cdot 190 = 38$. Ширина обода колеса $b = 42,75 \approx 43$ мм, расчетное межцентровое расстояние $a_w = 142,5$ мм. Диаметры делительных окружностей колес $d_1 = 57$ мм, $d_2 = 228$ мм.

Габаритные размеры передачи можно приближенно оценить объемом передачи, используя выражение $V = 2a_w \cdot d_2 \cdot b = 29,167 \cdot 10^5$ мм³.

Существующая методика расчета на контактную выносливость дает значение межцентрового расстояния 158,5 мм. Значение модуля рекомендуется выбирать в пределах $(0,01 \dots 0,02)$ $a_w = 1,585 \dots 3,15$ мм. Как правило, при проектировании конструктор старается выбирать значение интересующей величины около среднего значения заданных пределов, например, в рассматриваемом случае $m_c = 2,5$ мм. Аналогичный результат получим, если использовать методику, изложенную в работе [1]. Число зубьев передачи $z_{1c} = 26$, $z_{2c} = 104$. Объем этой передачи $V_c = 39,561 \cdot 10^5$ мм³. Сравнение по объему приведенных числовых примеров показывает, что расчет зубчатой передачи на контактную выносливость по предложенной методике позволяет уменьшить габаритные размеры по сравнению с существующей методикой около 36 %. Естественно положить, что предложенная методика расчета на контактную выносливость требует также экспериментального подтверждения, что выходит за рамки этой работы.

На основании данной работы был разработан новый способ определения модуля эвольвентных цилиндрических зубчатых колес, на что получен патент Украины [4].

Заключение.

Предложенный способ расчета объединяет в единое целое условия расчета зубчатых передач на контактную выносливость и изгибную прочность, что приводит к существенному уменьшению габаритных размеров передач и, следовательно, их металлоемкости, себестоимости и более полному использованию прочностных свойств материала колес.

Литература

1. Амбарцумянц, Р. В. О контактных напряжениях в эвольвентном зубчатом зацеплении / Вісник Технологічного університету Подділля, Хмельницький.- Вип.4, частина 2.- С. 18-21.
2. Иосилевич Г. Б., Строганов Г. Б., Маслов Г. С. Прикладная механика М.: Высшая школа 1989.- 391с.
3. Решетов Д. Н. Детали машин. – М.: Машиностроение 1975.- 518с.
4. Амбарцумянц Р. В, Амбарцумянц, К. Р., Амбарцумянц Р. Р. Спосіб визначення модуля зубів евольвентних циліндричних зубчастих коліс. Патент України №78075. Бюл. №2. 2007.

УДК [664.8/9:621.798-034]:667.648.27

ЗАЩИТА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ТАРЫ ОТ КОРРОЗИИ ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ЖЕСТИ В КОНСЕРВНЫХ СРЕДАХ

Андреянов А.Д., канд. хим. наук, доцент, Кузнецова И.А., канд. техн. наук, доцент,
Янченко К.А., ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Предложен новый вид жести, на поверхность которой был нанесен электролитическим способом сплав олова с титаном сплав, два других образца были покрыты: один никелем, а последний – хромом. Анализировали модельные среды – водные растворы 0,5 % яблочной кислоты, 0,01 % лимонной, 0,02 % щавелевой. Скорость коррозии определяли методом поляризационного сопротивления в ячейках по токам поляризации и по потерям массы, устанавливаемым гравиметрически. Полученные покрытия исследовались на коррозионную стойкость. Проведенные исследования показали, что поверхностные твердые растворы Fe-Ni, Fe-Cr, Fe-Sn-Ti повышают коррозионную стойкость углеродистой стали в растворах яблочной, лимонной, щавелевой кислот.

A new sort of tinplate electrolytically covered with tin-titanium alloy was proposed; two another samples were covered: the first – with nickel, and the last – with chrome. Model mediums, water solutions of acids: 0,5% malonic, 0,01% cytric, 0,02 % oxal, were analysed. Tre speed of corrosion by polarizative resistance method in cells with polarization currents and losses of mass, determined gravimetrically. Obtained coatings were tested for corrosion resistance. Executed researches displayed, that surface solid solutions Fe-Ni, Fe-Cr, Fe-Sn-Ti increase the corrosion resistance of carbonic steel in solutions of malonic, cytric and oxal acids.

Ключевые слова: металлическая тара, белая жесьть, коррозия, защитные покрытия.

Белая жесьть наряду с алюминием и хромированной жесьтью является основным материалом для изготовления тары для консервов и напитков. Так называемая белая жесьть представляет собой тонколистовую сталь, покрытую с двух сторон тонким защитным слоем олова. Главным её преимуществом является безвредность соединений олова для человеческого организма. По этой причине белая жесьть широко используется для изготовления консервной тары, упаковки напитков. Олово 99,9-процентной чистоты является безопасным, так как содержание свинца в нём обычно не достигает 0,1 % и реально составляет около 0,05 %. Мировое производство белой жести за последние 10-12 лет (1995-2007) мало изменяется и находится на уровне до 13 млн. т в год. Технология изготовления банок из белой жести постоянно совершенствуется – широко используются новые способы изготовления банок глубокой вытяжки, сварных банок и др. В США из белой жести изготавливают ежегодно до 28 млрд. консервных банок и до 80 млрд. банок для напитков. В Германии около 90 % банок для напитков изготавливают из белой жести, в Италии до 70 %, в Великобритании около 50 %. Тара из белой жести после использования содержимого утилизируется, т.е. возвращается в производство вторичного сырья, практически не загрязняя окружающую среду [1]. Таким образом, в экологическом аспекте белая жесьть, наряду с алюминием, имеет явное преимущество с такими упаковочными материалами, как картон, полимерные и комбинированные материалы. Белая жесьть – это стальная основа, покрытая оловом или хромом. Широкое использование жести обусловлено лёгкостью, долговечностью, удобством при транспортировке и длительностью хранения [2].

Наиболее применяемым металлом в пищевой промышленности вопреки всему оказывается сталь.

Причины широкого применения постоянные – в уникальном объединении характеристик: высокая прочность и добрая способность к любым видам обработки, возможность удовлетворять требования безопасности охраны окружающей среды и в многообразной рециркуляции.

Для получения одной тонны стали из металлолома расходуется треть энергии, необходимой для производства вторичного алюминия. Сырья для производства алюминия (бокситов) в Украине нет, вместе с тем имеющаяся железная руда и уголь.

Поиск и внедрение в промышленность прогрессивных упаковочных материалов для обеспечения многочисленных и разнообразных функций на всех этапах их использования имеет важное значение. Большое внимание отводится металлизированным материалам. Современные тенденции применения металлических тароупаковочных материалов за границей свидетельствуют, что алюминиевую фольгу, композитные материалы на ее основе и некоторые полимерные пленочные материалы можно заменить металлическими. К тому следует прибавить, что, по данным американских исследователей, для производства одной тысячи кубических метров полезного объема упаковки расходуется энергия, эквивалентная затрате в тоннах: из алюминия 446, стекла – 228, полимеров – 135, белой жести – 100, картона – 34.

Потребность жести в Украине в 1992-1993 годах составляла приблизительно 180 тысяч тонн, в 2007 году по данным разных организаций – 490 тысяч тонн в год. Комбинат "Запорожсталь" вырабатывает её лишь около 20 тысяч тонн.

Наряду с жестью электролитического лужения в последнее время внедряются новые материалы для изготовления консервной тары. Среди них наибольшее значение приобретает хромированная жесьть, которая представляет собой стальную основу с покрытием электролитического хрома с тончайшим промежуточным слоем твердого раствора Fe-Cr.

Коррозия металлической тары – наиболее часто встречающийся дефект при хранении фруктовых консервов. Нами был предложен новый вид покрытия жести, на поверхность которой наносили электролитическим способом сплав олова с титаном (содержание Ti составляет 0,025 – 0,5 %), поверхностной плотностью 100 – 2500 мг/м². Для сравнения использовались образцы бляхи, один из которых было покрыто никелем, поверхностной плотностью 30 – 300 мг/м², а другой хромом (5-50 мг/м²).

Коррозийная агрессивность фруктовых консервов преимущественно связанная с наличием в плодах коррозионно-активных органических кислот [3]. Для моделирования агрессивной среды использовали водные растворы органических кислот: 0,5 % яблочной кислоты, 0,01 % лимонной и 0,02 % щавелевой.

Скорость коррозии определяли методом поляризационного сопротивления в камерках за токами поляризации и потерями массы, установленным гравиметрически.

Коррозийные процессы контролировали за переходом металлов в среду. Результаты общих коррозионных потерь (M , г/м²) и потерь массы железа (M_{Fe} , г/м²) представлен в таблицах 1-3.

Таблица 1 – Результаты определения общих коррозионных потерь и потерь масс железа и олова в водном растворе (0,01 % массовых) лимонной кислоты

Вид покрытия	Общие коррозионные потери $\Delta\rho_s$, г/м ²	Коррозионные потери железа $\Delta\rho_s(Fe)$, г/м ²	Коррозионные потери олова $\Delta\rho_s(Sn)$, г/м ²
Fe – Ni	6,63	0,06	4,50
Fe – Cr	7,19	0,06	6,28
Fe – Sn – Ti	1,94	0,04	1,92

Таблица 2 – Результаты определения общих коррозионных потерь и потерь масс железа и олова в водном растворе (0,02 % массовых) щавелевой кислоты

Вид покрытия	Общие коррозионные потери $\Delta\rho_s$, г/м ²	Коррозионные потери железа $\Delta\rho_s(Fe)$, г/м ²	Коррозионные потери олова $\Delta\rho_s(Sn)$, г/м ²
Fe – Ni	2,37	0,04	4,50
Fe – Cr	2,50	0,04	4,50
Fe – Sn – Ti	1,70	0,02	2,38

Таблица 3 – Результаты определения общих коррозионных потерь и потерь масс железа и олова в водном растворе (0,5 % массовых) яблочной кислоты

Вид покрытия	Общие коррозионные потери $\Delta\rho_s$, г/м ²	Коррозионные потери железа $\Delta\rho_s(Fe)$, г/м ²	Коррозионные потери олова $\Delta\rho_s(Sn)$, г/м ²
Fe – Ni	3,35	0,10	6,50
Fe – Cr	3,45	0,18	6,92
Fe – Sn – Ti	2,42	0,09	6,12

Общие потери массы и переход ионов Fe и Sn в раствор оказались наименьшими в образце, покрытом композицией олова с титаном.

Полученные покрытия исследовались на коррозионную стойкость. Исследование проводилось при помощи потенциостата П-5848 и вольтамперометрической системы СВА-ИВМ. Данные исследований приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Коррозионная стойкость образцов сталей (ст. 3) с защитными покрытиями в растворе (0,5 % массовых) яблочной кислоты

Состав покрытия	Плотность тока осаждения, А/дм ²	Температура осаждения, °С	Коррозионная стойкость (группа/балл)
Fe – Ni	6	50	Высокая /2
Fe – Cr	6	50	Повышенная /3
Fe – Sn – Ti	6	50	Очень высокая /2

Коррозионное поведение полученных покрытий изучалось в лабораторных условиях. Гравиметрические исследования проводились в искусственно подготовленных растворах. Продолжительность исследования составляла 2850 часов. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты лабораторных коррозионных испытаний коррозионно-стойких покрытий в растворах органических кислот

Покрытие	Раствор яблочной кислоты (0,5 %)		Раствор щавелевой кислоты (0,02 %)	
	40°C, мм/год	80°C, мм/год	40°C, мм/год	80°C, мм/год
Fe – Ni	0,09	0,1	0,15	0,21
Fe – Cr	0,05	0,075	0,06	0,03
Fe – Sn – Ti	0,000	0,001	0,002	0,001
Сталь без защиты	0,75	0,927	0,753	1,05

Фазовый состав полученных покрытий изучали рентгенофазовым и электронографическим методами. В таблице 6 приведены рассчитанные межплоскостные расстояния покрытий, полученных при плотности покрытий, полученных при плотности тока 2 А/см².

Таблица 6 – Межплоскостные расстояния и интенсивность линий покрытия в фазе Sn-Ti

г	I	d
6,20	сильная	5,14
10,73	очень сильная	2,96
12,03	средняя	2,62
15,06	средняя	2,11
17,40	сильная	1,83
20,70	средняя	1,54
22,60	слабая	1,41
26,89	очень слабая	1,23
30,52	очень слабая	1,04

Фазы полученных соединений идентифицировали при помощи Американской рентгеновской карты. При помощи электронографических и рентгеноструктурных исследований был установлен фазовый состав полученных покрытий. При плотности тока 1 – 6 дм² получены фазы олова и титана с разным процентным составом в покрытии. Состав в покрытии в количественном соотношении олова к титану равно 9 : 1. Количественное содержание титана в покрытии определяли фотометрическим методом. Данные приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Зависимость процентного содержания титана в покрытии Sn-Ti от плотности тока

Плотность тока, А/см ²	ω(Sn), %	ω(Ti), %
1	90,6	9,4
2	90,9	9,1
3	91,3	8,7
4	91,4	8,6
5	91,7	8,3
6	91,8	8,2
7	92,2	7,8

Также изучалось анодное поведение полученных покрытий. Наиболее стойкую область пассивного состояния и низкий ток растворения, как показали исследования, имеет покрытие олова с титаном.

Протяжённость области пассивного состояния в 0,5 % растворе яблочной кислоты составляла от – 0,12 до + 0,6 В. Электроды покрытые хромом и никелем характеризуются более высоким током растворения ($1,2 \cdot 10^{-4}$ и $1,9 \cdot 10^{-4}$ А/см²)

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы. Поверхностные твердые растворы Fe – Ni, Fe – Cr, Fe – Sn – Ti повышают коррозионную стойкость углеродной стали в растворах яблочной, лимонной и щавелевой кислот. Отсюда следует, что формирование поверхностных твердых растворов позволяет существенно повысить коррозионную стойкость бляхи в агрессивных консервных средах, обеспечивая тем самым увеличение срока хранения продуктов в металлической таре и улучшая их пищевые качества.

Литература

1. Скурихин И.М., Волгарев М.Н. Химический состав пищевых продуктов. – Г.: Агропромиздат – 1987.
2. Оценка коррозионной агрессивности консервных сред методом поляризационного сопротивления / Андриященко Э.А., Котлов Ю.Г., Поляков С.Г. и др. // Защита металлов, т. XXIII, № 5, 1987 г.
3. Tinplate modern canmaking technology, Morgan E. Oxford e.a. Pergamon press, 1985. XVI, 268 pp, ill, (англ.) Жесть и современная технология жестяного производства.

УДК 663.243

АНАЛИЗ ЦИКЛОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ИСПОЛЬЗУЮЩИХ В КАЧЕСТВЕ РАБОЧИХ ТЕЛ СМЕСИ ПРИРОДНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ

Хмельнюк М.Г. д-р техн. наук, профессор,

Корба Е.Н., аспирант

Одесская государственная академия холода, г. Одесса

В статье представлены результаты анализа циклов каскадной холодильной машины использующей в качестве рабочих тел смеси аммиака с углеводородами (верхний каскад) и смеси диоксида углерода с углеводородами (нижний каскад) и двухступенчатой холодильной машины использующей в качестве рабочих тел смеси аммиака с углеводородами. Результаты расчетов показали, что добавление углеводородов к аммиаку и диоксиду углерода позволяют увеличить энергетическую эффективность холодильных машин.

In the article the results of analysis of cycles of cascade refrigeration machine of using as working bodies of mixture of ammonia with hydrocarbons (high-temperature circuit) and mixture of dioxide of carbon with hydrocarbons (low-temperature circuit) and two-stage refrigeration machine of using are represented as working bodies mixture of ammonia with hydrocarbons. The results of calculations showed that addition of hydrocarbons to the ammonia and dioxide of carbon allowed to multiply power efficiency of refrigeration machines.

Ключевые слова: холодильная машина, циклы, рабочие тела, аммиак, диоксид углерода, смеси.

Защита окружающей среды от вредного воздействия различных машин и оборудования, в том числе и от работы холодильного оборудования, является весьма актуальной проблемой для всего человечества.

Аммиак – это наиболее применяемый в каскадных системах природный хладагент. Аммиак (R717) не обладает озоноразрушающей способностью и не имеет прямого вклада в увеличение парникового эффекта. Энергетическая эффективность использования R717 в холодильном оборудовании столь же высока, как и при применении R22, а в ряде случаев даже превышает ее. Кроме того, стоимость аммиака значительно ниже стоимости галоидопроизводных углеводородов. В силу резкого запаха аммиака появление течи в холодильной системе легко обнаруживается оператором.

Благодаря благоприятным для окружающей среды характеристикам, низкой токсичности и привлекательным физико-химическим свойствам, диоксид углерода (CO₂) всё более интересует разработчиков как предпочтительный хладоноситель для вторичного контура, а также как хладагент для низкотемпературных каскадных систем. После многолетнего периода довольно скромного интереса к CO₂ у разработчиков холодильной техники диоксид углерода в последние годы привлекает к себе особое внимание,

прежде всего, из-за обострившихся экологических проблем. Диоксид углерода также является химически инертным, пожаро- и взрывобезопасным веществом.

Использование природных хладагентов, таких как аммиак и диоксид углерода, было начато еще в начале прошлого столетия, но их использование в холодильной технике весьма затруднительно в силу их свойств. Одним из способов решения этой проблемы является создание смесей на базе природных хладагентов [1,2].

Простейшая каскадная машина состоит из двух одноступенчатых машин, называемых верхней и нижней ветвью каскада (верхним и нижним каскадом). Нижняя ветвь каскада отнимает тепло у потребителя холода, и работает на агенте высокого давления, а верхняя, работающая на агенте, применяемом, для умеренных температур, охлаждает конденсатор нижней ветви. Испаритель верхнего каскада и конденсатор нижнего каскада обычно объединяют в один аппарат – конденсатор – испаритель.

Рассчитанный каскадный цикл сделан с некоторыми допущениями: все тепло, выработанное низкотемпературным конденсатором, направляется в высокотемпературный испаритель; температура испарения верхнего каскада равна температуре конденсации нижнего каскада.

Нами был проанализирован каскадный цикл холодильной машины для температурного режима $t_k = +25^\circ\text{C}$, $t_0 = -55^\circ\text{C}$ для заданных температур конденсатора-испарителя. Схематическое описание цикла каскадного холодильного цикла показано на рисунке 1.

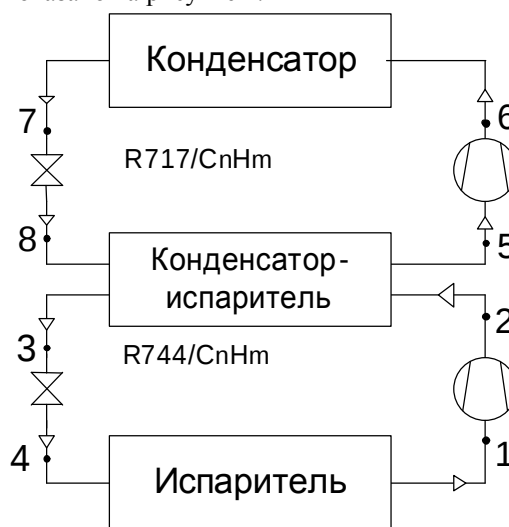


Рис. 1 – Схематическое изображение каскадного холодильного цикла

Холодильный коэффициент каскадной холодильной машины был рассчитан по формуле:

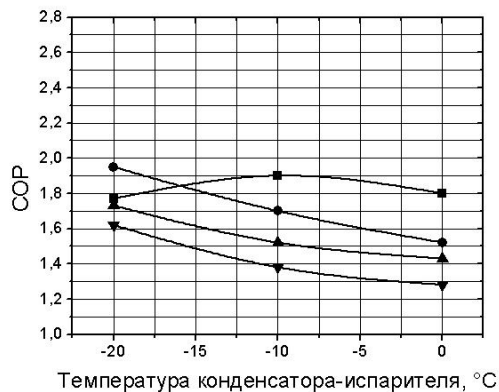
$$COP = \frac{k \cdot (h_1 - h_4)}{(h_6 - h_5) + k \cdot (h_2 - h_1)}$$

где k - отношение массового расхода в нижнем каскаде к массовому расходу верхнего каскада; $h_1, h_2, \dots$ - энтальпии характерных точек цикла [3].

В данной работе был рассчитан цикл каскадной холодильной машины использующей смеси аммиака с пропаном и изобутаном заданной концентрации (верхний каскад) и смеси диоксида углерода пропаном и изобутаном различных концентраций (нижний каскад). Первоначально был произведен расчет холодильного коэффициента каскадного холодильного цикла с использованием аммиака (верхний каскад) и диоксида углерода (нижний каскад). В результате расчетов были получены следующие данные: для температурных режимов $t_k = +25^\circ\text{C}$, $t_0 = -55^\circ\text{C}$ $t_{\text{конд-исп}} = -20^\circ\text{C}$, $t_k = +25^\circ\text{C}$, $t_0 = -55^\circ\text{C}$ $t_{\text{конд-исп}} = -10^\circ\text{C}$ и $t_k = +25^\circ\text{C}$, $t_0 = -55^\circ\text{C}$ $t_{\text{конд-исп}} = 0^\circ\text{C}$ холодильный коэффициент равен 1.77, 1.9 и 1.8 соответственно.

На рисунках 2 и 3 изображены графики зависимости холодильного коэффициента цикла каскадной холодильной машины с использованием смеси аммиака с изобутаном (0,5/0,5) (моль/моль) (верхний каскад) и смеси диоксида углерода с углеводородами различных концентраций (нижний каскад). Как видно из рисунка 2 холодильный коэффициент каскадной машины с использованием R717/R600a(0,5/0,5) (моль/моль) (верхний каскад) и R744/R600a (моль/моль) (нижний каскад) ниже, чем холодильный коэффициент каскадной машины, работающей на чистых аммиаке и диоксиде углерода во всем диапазоне температур конденсатора-испарителя. Расчёты показали, что при использовании R717/R600a(0,5/0,5) (моль/моль) (верхний каскад) и R744/R290(0,1/0,9) (моль/моль) (нижний каскад) холодильный коэффициент выше на 13-40% в зависимости от температуры конденсатора-испарителя по сравнению с исполь-

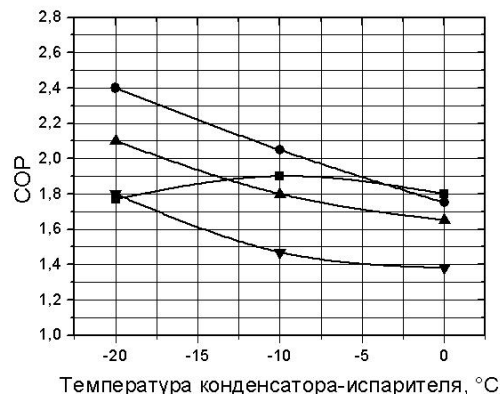
зованием чистых аммиака и диоксида углерода (рис. 3). При использовании R717/R600a(0,5/0,5) (моль/моль) (верхний каскад) и R744/R290(0,3/0,7) (моль/моль) (нижний каскад) холодильный коэффициент выше в среднем на 10% в диапазоне температуры конденсатора-испарителя от -20°C до -13°C чем холодильный коэффициент каскадной холодильной машины работающей на чистых аммиаке и диоксиде углерода (рис. 3).



● - R744/R600a (0,1/0,9); ▲ - R744/R600a (0,3/0,7);
▼ - R744/R600a (0,5/0,5);

■ - R717(верхний каскад), R744(нижний каскад)

Рис. 2 - График зависимости холодильного коэффициента каскадной холодильной машины R717/R600a(0,5/0,5) (верхний каскад) R744/R600a(нижний каскад) от температуры конденсатора-испарителя для различных концентраций R744



● - R744/R290 (0,1/0,9); ▲ - R744/R290 (0,3/0,7);
▼ - R744/R290 (0,5/0,5);

■ - R717(верхний каскад), R744(нижний каскад).

Рис. 3 - График зависимости холодильного коэффициента каскадной холодильной машины R717/R600a(0,5/0,5) (верхний каскад) R744/R290(нижний каскад) от температуры конденсатора-испарителя для различных концентраций R744

На рисунках 4 и 5 изображены графики зависимости холодильного коэффициента цикла каскадной холодильной машины с использованием смеси аммиака с пропаном (0,5/0,5) (моль/моль) (верхний каскад) и смеси диоксида углерода с углеводородами различных концентраций (нижний каскад). Как видно из рисунка 4 холодильный коэффициент каскадной машины с использованием R717/R290(0,5/0,5) (моль/моль) (верхний каскад) и R744/R600a (0,1/0,9) (моль/моль) (нижний каскад) выше в среднем на 8% чем холодильный коэффициент каскадной холодильной машины работающей на чистых аммиаке и диоксиде углерода. При работе каскадной машины на R717/R290 (0,5/0,5) (моль/моль) (верхний каскад) и R744/R600a (0,3/0,7) (моль/моль) (нижний каскад), а также R717/R290 (0,5/0,5) (моль/моль) (верхний каскад) и R744/R600a (0,5/0,5) (моль/моль) (нижний каскад) холодильный коэффициент ниже, чем при работе на чистых аммиаке и диоксиде углерода (рис. 4). Расчёты показали, что при использовании R717/R290 (0,5/0,5) (моль/моль) (верхний каскад) и R744/R290 (0,1/0,9) (моль/моль) (нижний каскад) холодильный коэффициент выше на 7-48% в зависимости от температуры конденсатора-испарителя по сравнению с использованием чистых аммиака и диоксида углерода (рис. 5). При использовании R717/R290 (0,5/0,5) (моль/моль) (верхний каскад) и R744/R290 (0,3/0,7) (моль/моль) (нижний каскад) холодильный коэффициент выше на 3-30% в диапазоне температуры конденсатора-испарителя от -20°C до -10°C чем холодильный коэффициент каскадной холодильной машины работающей на чистых аммиаке и диоксиде углерода (рис. 5).

Схема двухступенчатой ХМ представленной на рисунке 6 состоит из ступени низкого давления, промежуточного холодильника ПХ, ступени высокого давления, конденсатора КД, первого дроссельного вентиля Д1, промежуточного сосуда ПС, второго дроссельного вентиля Д2, испарителя [4].

В данной работе нами был рассчитан двухступенчатый цикл холодильной машины для температурного режима $t_k=+25^\circ\text{C}$, $t_0=-55^\circ\text{C}$ с заданными промежуточными температурами.

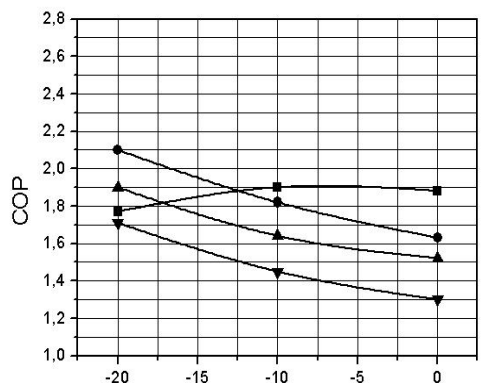
Холодильный коэффициент двухступенчатой холодильной машины был рассчитан по формуле:

$$COP = \frac{n \cdot (h_1 - h_8)}{(h_4 - h_3) + n \cdot (h_2 - h_1)}$$

где n - отношение массового расхода в ступени низкого давления к массовому расходу в ступени высокого давления;

$h_1, h_2, \dots$ - энтальпии характерных точек цикла.

В данной работе был рассчитан цикл двух- ступенчатой холодильной машины с двукратным дросселированием и полным промежуточным охлаждением использующей смеси аммиака с пропаном и аммиака с изобутаном заданной концентрации. Первоначально был произведен расчет холодильного коэффициента двухступенчатого холодильного цикла с использованием аммиака. В результате расчетов были получены следующие данные: для температурных режимов $t_k = +25^\circ\text{C}$, $t_0 = -55^\circ\text{C}$ $t_{\text{пром}} = -20^\circ\text{C}$, $t_k = +25^\circ\text{C}$, $t_0 = -55^\circ\text{C}$, $t_{\text{пром}} = -10^\circ\text{C}$ и $t_k = +25^\circ\text{C}$, $t_0 = -55^\circ\text{C}$ $t_{\text{пром}} = 0^\circ\text{C}$ холодильный коэффициент равен 1.4, 1.63 и 1.13 соответственно.

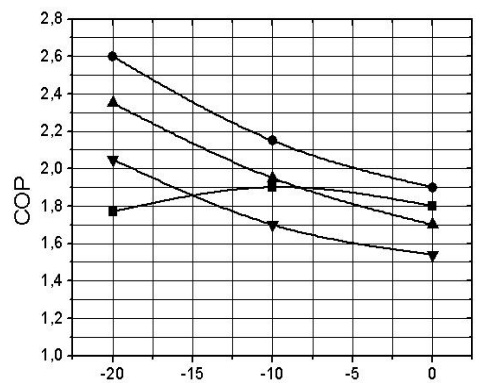


Температура конденсатора-испарителя, $^\circ\text{C}$

● - R744/R600a (0,1/0,9); ▲ - R744/R600a (0,3/0,7); ▼ - R744/R600a (0,5/0,5);

■ - R717(верхний каскад), R744(нижний каскад).

Рис. 4 - График зависимости холодильного коэффициента каскадной холодильной машины R717/R290(0,5/0,5) (верхний каскад) R744/R600a (нижний каскад) от температуры конденсатора-испарителя для различных концентраций R744



Температура конденсатора-испарителя, $^\circ\text{C}$

● - R744/R290 (0,1/0,9); ▲ - R744/R290 (0,3/0,7); ▼ - R744/R290 (0,5/0,5);

■ - R717(верхний каскад), R744(нижний каскад).

Рис. 5 - График зависимости холодильного коэффициента каскадной холодильной машины R717/R290(0,5/0,5) (верхний каскад) R744/R290 (нижний каскад) от температуры конденсатора-испарителя для различных концентраций R744

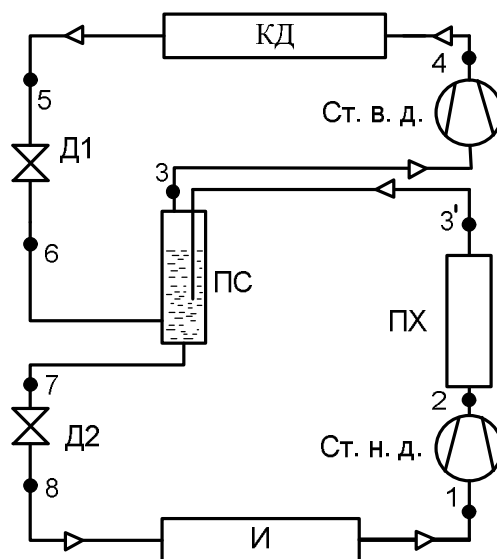
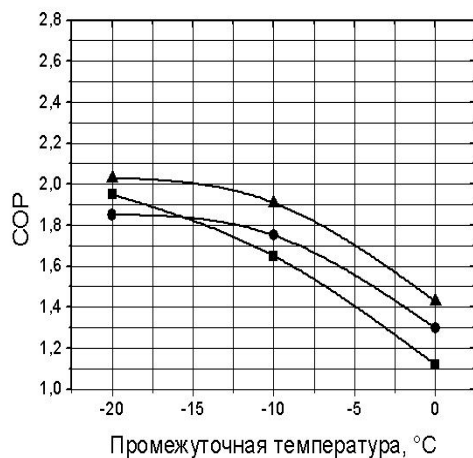


Рис. 6 – Схематическое изображение двухступенчатого холодильного цикла с полным промежуточным охлаждением

На рис. 7 представлен график зависимостей холодильного коэффициента цикла двухступенчатой холодильной машины с использованием смеси аммиака с пропаном и аммиака с изобутаном заданной концентрации. Как видно из рисунка 7 холодильный коэффициент двухступенчатой холодильной машины,

работающей на смеси R717/R600a (0.5/0.5) (моль/моль) выше в среднем на 3 % чем холодильный коэффициент двухступенчатой холодильной машины, работающей на аммиаке. Расчеты показали, что при использовании смеси R717/R290 (0.5/0.5) (моль/моль) холодильный коэффициент выше на 2-25 % в зависимости от промежуточной температуры, чем холодильный коэффициент двухступенчатой холодильной машины, работающей на аммиаке.



▲ - R717/R290 (0,5/0,5). ● - R717/R600a (0,5/0,5).
■ - R717

Рис. 7 – График зависимости холодильного коэффициента двухступенчатой холодильной машины использующей в качестве рабочих тел смеси на базе аммиака от промежуточной температуры

Выводы

Результаты расчетов каскадного и двухступенчатого циклов холодильной машины использующей смеси аммиака с углеводородами и смеси диоксида углерода с углеводородами показали, что применение смесей природных хладагентов в рассматриваемых схемах приводит к увеличению холодильного коэффициента машин. Как показали расчеты циклов, холодильный коэффициент каскадной холодильной машины использующей смеси аммиака с углеводородами (верхний каскад) и смеси диоксида углерода с углеводородами (нижний каскад) выше, чем холодильный коэффициент двухступенчатой холодильной машины, работающей на смесях аммиака с углеводородами.

В целом, как показывает анализ, применение смесей природных хладагентов в качестве рабочих тел рассматриваемых холодильных машин увеличивает их энергетическую эффективность. В виду обострения актуальной проблемы перехода на экологически безопасные хладагенты, рассматриваемые смеси природных хладагентов имеют перспективу применения в холодильной технике.

Литература

1. Lavrentshenko G.K., Djachenko O.V., Khmelnyuk M.G., Nielsen O.R. The simulation energy efficiency of a refrigeration machine using natural refrigerant (mixtures based on ammonia) // Proc. Conf. «Application for Natural Refrigerants» - Aarhus (Denmark). – 1996. – P. 707-713
2. Khmelnyuk M.G., Zmitrochenko J.V., Lavrentchenko G.K. Energy characteristics of refrigerating machine working with mixture of natural fluids: carbon dioxide and hydrocarbons // Preprints Joint Meeting of the Int. Institute of Refrigeration. Sections B and E «Natural Working Fluids 98». Oslo (Norway). – 1998. – P.433-439
3. Giovanni Di Nikola, Giuliano Giuliani, Fabio Polonara, Roman Stryjek. Blends of carbon dioxide and HFC as working fluids for the low-temperature circuit in cascade refrigerating system.- International Journal of Refrigeration 28 (2005). - P.130-140.
4. Кошкин Н.Н, Ткачев А.Г., и др. Холодильные машины. - М: Пищевая промышленность. - 1973. – 512с.

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**НАУКОВІ
ПРАЦІ**

ВИПУСК 33



**ОДЕСА
2008**

Міністерство освіти і науки України



НАУКОВІ ПРАЦІ ОНАХТ

Випуск 33, 2008

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 Переліку наукових фахових видань, затвердженого ВАК України, в яких можуть публікуватися основні результати дисертаційних робіт (Бюлетень ВАК України, 1999, №4)

Головний редактор

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор

Заступник головного редактора

Капрельяни Л.В., д-р техн. наук, проф.

Відповідальний редактор

Станкевич Г.М., д-р техн. наук, професор

Редакційна колегія:

Амбарцумянц Р.В., д-р тех. наук, проф.

Безусов А.Т., д-р тех. наук, проф.

Бурдо О.Г., д-р тех. наук, проф.

Віннікова Л.Г., д-р тех. наук, проф.

Гапонюк О.І., д-р тех. наук, проф.

Гладушняк О.К., д-р тех. наук, проф.

Жуковський Е.Й., д-р тех. наук, проф.

Іоргачова К.Г., д-р тех. наук, проф.

Моргун В.О., д-р тех. наук, проф.

Черно Н.К., д-р тех. наук, проф.

Харківський Д.Ф., д-р екон. наук, проф.

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 5.09.2008 р.

**За достовірність інформації
відповідає автор публікації**

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: 2008. – Вип. 33. – 234 с.

Адреса редакції:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

© Одеська національна академія харчових технологій, 2008 р.



РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТА ОСВОЄННЯ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ НОВИХ ВИДІВ

Увага!

Для швидкого пошуку необхідної статті у полі «Знайти» редактору Adobe Reader введіть прізвище (або його частину) автора статті та натискайте клавішу «Enter».

ЗМІСТ

СИМБІОТИЧНИЙ КОМПЛЕКС З ВИКОРИСТАННЯМ ЧИСТИХ КУЛЬТУР <i>B. ANIMALIS</i> ТА <i>L. LACTIS</i> ДЛЯ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ Молокопой Л. О., Дідух Н.А.	131
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗИНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПАСТЕРИЗОВАННОГО МОЛОКА С УВЕЛИЧЕННЫМ СРОКОМ ХРАНЕНИЯ Кручек О.А., Лысогор Т.А.	137
ЭКСТРАГИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПЛОДОВ ШИПОВНИКА Дидух Н.А., Лысогор Т.А., Могилянская Н.А.	141
СИМБІОТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ ГЕРО-НАПИТКОВ Дидух Н.А., Дидух Г.В.	147
ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ НОРМАЛИЗОВАННОЙ СМЕСИ НА ПРОЦЕСС СКВАШИВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТА Лысогор Т. А., Христич О. Н., Кручек О. А.	153
ПРИМЕНЕНИЕ ИНГИБИТОРА ПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ α -АМИЛАЗЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТА Крусир Г. В., Кушнир Н. А.	158
ВПЛИВ ЦИТРУСОВОГО ПЕКТИНУ НА СТРУКТУРУ І КОНСИСТЕНЦІЮ ВЕРШКОВОГО МАСЛА Українець А.І., Рашевська Т.О., Степанищев М.І.	162
КОНСИСТЕНЦІЮ ВЕРШКОВОГО МАСЛА Українець А.І., Рашевська Т.О., Махоніна М.Ю., Степанищев М.І.	166
САМООРГАНІЗАЦІЯ МІКРО- І НАНОСТРУКТУРИ ВЕРШКОВОГО МАСЛА Рашевська Т.О., Українець А.І.	172
РОЗРОБЛЕННЯ СПОСОБУ ОТРИМАННЯ МОЛОЧНО-ЖИРОВИХ ЕМУЛЬСІЙ ДЛЯ НОРМАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКТІВ НА МОЛОЧНІЙ ОСНОВІ Лукіяничук Б.Я., Поліщук Г.Є.	177
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИНАКТИВАЦИИ МИКРОФЛОРЫ МОЛОКА, ОБРАБОТАННОГО ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ Сукманов В.А., Малыгина В.Д., Кийко В.В., Нога И.В.	182
ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ И ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ БЕЛКОВО-ЛИПИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ИХ ПЕРЕД СОЛЕПЛАВЛЕНИЕМ Павлюк Р.Ю., Погарская В.В., Юрьева О.А., Афанасьева В.А., Максимова Н.Ф.	186
ВИКОРИСТАННЯ ЕКСТРАКТУ ЕХІНАЦЕЇ У ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАВЛЕНИХ СИРІВ Печар Н.П., Буцяк В.І., Гачак Ю.Р.	191
ОБґРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ КАРАМЕЛІЗАЦІЇ НАНОРЕТЕНТАТУ ПІДСИРНОЇ СІРОВАТКИ Коваленко Н. О., Василів О. Б.	194
ЗАСТОСУВАННЯ ВАКУУМНОЇ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЇВ Турчин І.М., Наговська В.О., Сливка Н.Б.	200
ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА МАСЛА ВЕРШКОВОГО Непочатих Т.А., Золотухіна І.В., Карбівнича Т.В.	204

УДК 637.146.3 : 678.048 : 613.3

СИМБІОТИЧНИЙ КОМПЛЕКС З ВИКОРИСТАННЯМ ЧИСТИХ КУЛЬТУР *B. ANIMALIS* ТА *L. LACTIS* ДЛЯ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Молокопой Л. О., магістр, Дідух Н.А., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

*В роботі показано необхідність та наведено основні етапи розробки складу симбіотичного комплексу з *Bifidobacterium animalis* та *Lactococcus lactis* з використанням фруктози як біфідогенного фактора для виробництва молочних продуктів функціонального призначення.*

*In work necessity is shown and the basic design of composition of a symbiotic complex with *Bifidobacterium animalis* and *Lactococcus lactis* with use of fructose as bifidogenic factor for the production of functional products.*

Ключові слова: дисбактеріоз, біфідобактерії, лактококи, біфідогенний фактор, симбіотичний комплекс, ферментація, пробіотичні властивості.

Основними факторами, що обумовлюють незадовільний стан здоров'я українців є:

соціальні: низький рівень доходів населення, низький рівень поінформованості щодо основних характеристик харчових продуктів, недостатній рівень медичної допомоги, низький рівень соціального захисту населення, хронічний стрес;

екологічні: забруднення води, ґрунту, повітря, продуктів харчування;

неправильний спосіб життя: шкідливі звички, неповноцінне харчування, недостатня рухова активність, порушення режимів праці та відпочинку;

інфекції.

Сьогодні лікарі констатують, що значна кількість захворювань українців обумовлена дисбактеріозом – порушенням нормальної кишкової мікрофлори. В результаті зниження рівня біфідобактерій порушуються процеси травлення, спостерігається процес погіршення всмоктування речовин, засвоєння заліза та кальцію, синтезу вітамінів, втрачається здатність до активізації різних ферментів. Найбільш частими причинами виникнення дисбактеріозу є: захворювання органів травлення, що супроводжуються запаленнями та моторно-секреторними порушеннями; перенесені гострі кишкові інфекції та інвазії, в тому числі лямбліоз, опісторхоз, клонорхоз та ін.; тривале приймання лікарських препаратів, що впливають на секрецію травних залоз, моторику та регенерацію епітелію травного тракту, а також антибіотиків; неповноцінні дієти, які приводять до розвитку гнилісної та бродильної диспепсії та інших порушень процесів травлення та всмоктування; гіподинамія та стреси [1 – 3].

Для профілактики та лікування дисбактеріозів найчастіше використовуються пробіотики – біопрепарати із нормальної мікрофлори кишечника людини. Основними пробіотиками вважаються біфідо- та лактобактерії [4, 5]. Біфідобактерій продукують молочну кислоту і ацетат, які забезпечують бактерицидне середовище, декретують речовини-інгібітори росту патогенних бактерій, що підвищують резистентність організму до кишкових інфекцій. Лактобацили зменшують активність пероксидази, здійснюють антиоксидантний ефект, мають протипухлинну активність, стимулюють продукцію імуноглобуліну *A (IgA)*, пригнічують ріст патогенної мікрофлори, мають противірусну дію [4, 5]. Найбільш важливими пребіотиками є біфідобактерії, оскільки саме вони з'являються у людини на другий–п'ятий день її існування і є найбільш постійною домінуючою групою бактерій протягом всього життя. Клінічними дослідженнями доведено, що життєдіяльність біфідобактерій:

- гальмує ріст ракових клітин кишечника;
- пригнічує активність гнильних та патогенних бактерій;
- стимулює продукування вітамінів;
- активізує імунні процеси;
- забезпечує захист від кишкових інфекцій;
- активує кишкові функції [6].

Останнє десятиліття інтенсивно розвиваються інші напрямки профілактики та лікування дисбактеріозу: використання пребіотиків – речовин, які сприяють поліферації та адсорбції біфідо- та лактобактерій у кишечнику, та використання синбіотиків – комплексів про- і пребіотиків [7 – 9].

Коров'яче молоко не є оптимальним середовищем для розвитку бактерій роду *Bifidobacterium*. Питання активізації розмноження цих бактерій при виробництві пробіотичних молочних продуктів є досить актуальним [10].

Всі біфідовмісні молочні продукти сьогодні поділяють на три групи. Перша включає продукти, у які вносять життєздатні клітини біфідобактерій, вирощені на спеціальних середовищах. Розмноження цих мікроорганізмів у продуктах не передбачається, що знижує їх пробіотичний вплив на організм людини, оскільки продукти практично не містять продуктів життєдіяльності біфідобактерій. Друга група біфідовмісних продуктів включає продукти змішаного бродіння, сквашені симбіотичною культурою біфідобактерій та молочнокислих мікроорганізмів. В таких продуктах часто кількість життєздатних клітин біфідобактерій значно нижча, ніж кількість клітин лактобактерій, що знижує їх пробіотичний вплив на організм людини. До третьої групи відносять продукти, сквашені чистими або змішаними культурами біфідобактерій, у виробництві яких активізація росту біфідофлори досягається збагаченням молока біфідогенними факторами різної природи. В таких продуктах кількість біфідобактерій на декілька порядків вища, ніж у продуктах першої та другої груп [10].

Авторами запропоновано до класифікації біфідовмісних молочних продуктів ввести четверту групу, до складу якої включити продукти змішаного бродіння, сквашені симбіотичними комплексами з використанням змішаних культур біфідо- та лактобактерій, у виробництві яких активізація росту бактерій роду *Bifidobacterium* в молоці досягалась би збагаченням його біфідогенними факторами різної природи [7–9].

Метою даної роботи стала розробка складу симбіотичного комплексу з використанням чистих культур *Lactococcus lactis ssp. lactis*, чистих культур *Bifidobacterium animalis Bb - 12*, адаптованих до молока, та фруктози як біфідогенного фактора для виробництва біфідовмісних функціональних молочних продуктів четвертої групи.

Для експериментальних досліджень було складено чотири симбіотичні комплекси: комплекс 1 – співвідношення біфідо- та лактобактерій 1:1, вихідна концентрація культур у молоці – $1 \cdot 10^5$ КУО/см³; комплекс 2 – співвідношення біфідо- та лактобактерій 1:1, вихідна концентрація культур у молоці – $1 \cdot 10^6$ КУО/см³; комплекс 3 – співвідношення біфідо- та лактобактерій 10:1, вихідна концентрація *B. animalis* у молоці – $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, *L. lactis* – $1 \cdot 10^5$ КУО/см³; комплекс 4 – співвідношення біфідо- та лактобактерій 1:10, вихідна концентрація *B. animalis* у молоці – $1 \cdot 10^5$ КУО/см³, *L. lactis* – $1 \cdot 10^6$ КУО/см³.

Адаптацію *B. animalis* до молока здійснювали шляхом культивування чистих культур *B. animalis* у стерилізованій при температурі 119...121 °С протягом 19...21 хв. молочній суміші, яка містила знежирене молоко, фруктозу та суху підсирну сироватку у кількості 97,5, 0,5 та 2,0 мас.%, відповідно, при температурі 36...38 °С протягом 11...13 год. до досягнення рН 4,6...4,7 од. з подальшим швидким охолодженням до температури 2...6 °С і зберіганням при цій температурі не більше 24 годин.

При адаптації чистих культур *B. animalis* до молока відбувається накопичення біомаси чистих культур *B. animalis* та продуктів їх життєдіяльності протягом 10 год., після чого спостерігається різке зниження рН до 4,6...4,7 од. і утворення згустку. Ферментована молочна суміш містить $(7,5 \pm 0,5) \cdot 10^8$ КУО/см³ життєздатних клітин чистих культур *B. animalis*, адаптованих до розвитку у молоці в присутності кисню. Використання адаптованих до розвитку у молоці чистих культур *B. animalis* у процесі ферментації молока сприяє швидкому накопиченню біомаси *B. animalis*, що забезпечує отримання згустків з високими пробіотичними властивостями.

Зберігання ферментованого чистими культурами *B. animalis* згустку, отриманого при сквашуванні стерилізованої молочної суміші, при температурі 2-6 °С перед внесенням до підготовленого для ферментації молока забезпечує адаптацію життєздатних клітин *B. animalis* до низьких температур зберігання, які використовуються у технології біфідовмісних функціональних молочних продуктів.

При виконанні досліджень титровану кислотність зразків визначали титриметричним методом за ГОСТ 3624–92, активну кислотність – потенціометричним методом за ГОСТ 25754–85, температуру – за ГОСТ 25754–85, масову частку жиру – кислотним методом Гербера за ГОСТ 5867–90, в'язкість згустку – за тривалістю витікання 100 см³ згустку з піпетки з вихідним отвором 5 мм, волого утримуючу здатність згустку – методом центрифугування, органолептичні показники – органолептично за ГОСТ 13264-88, кількість бактерій групи кишкових паличок – за ГОСТ 9225-84, кількість молочнокислих бактерій – за ГОСТ 10444.11–89, кількість біфідобактерій – за методом, який базується на вирощуванні біфідобактерій у тіогліколевому середовищі, розлитому високим стовпчиком у пробірки, без доступу кисню [11].

Експериментальні дослідження проводились у два етапи: на першому етапі досліджували процес ферментації молока складеними симбіотичними комплексами з використанням біфідогенного фактора – фруктози, на другому – процес зберігання ферментованих згустків при температурі (4 ± 2) °С.

Для виключення впливу залишкової мікрофлори на розвиток мікроорганізмів, включених до складу симбіотичних комплексів, дослідження проводили зі стерилізованим молоком. У нормалізоване молоко до теплової обробки вносили фруктозу; концентрація фруктози складала 0,1 % від маси молока [10]. Стерилізацію нормалізованого молока здійснювали при температурі $(120 \pm 1)^\circ\text{C}$ протягом (20 ± 1) хв., після чого охолоджували до температури ферментації – $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ і вносили чисті культури *B. animalis* та *L. lactis* у вказаних співвідношеннях.

У процесі біотехнологічної обробки чотирьох експериментальних зразків складеними симбіотичними комплексами контролювали зміну титрованої і активної кислотності, умовної в'язкості (рис. 1), а також кількості життєздатних клітин біфідо- і лактобактерій (рис. 2).

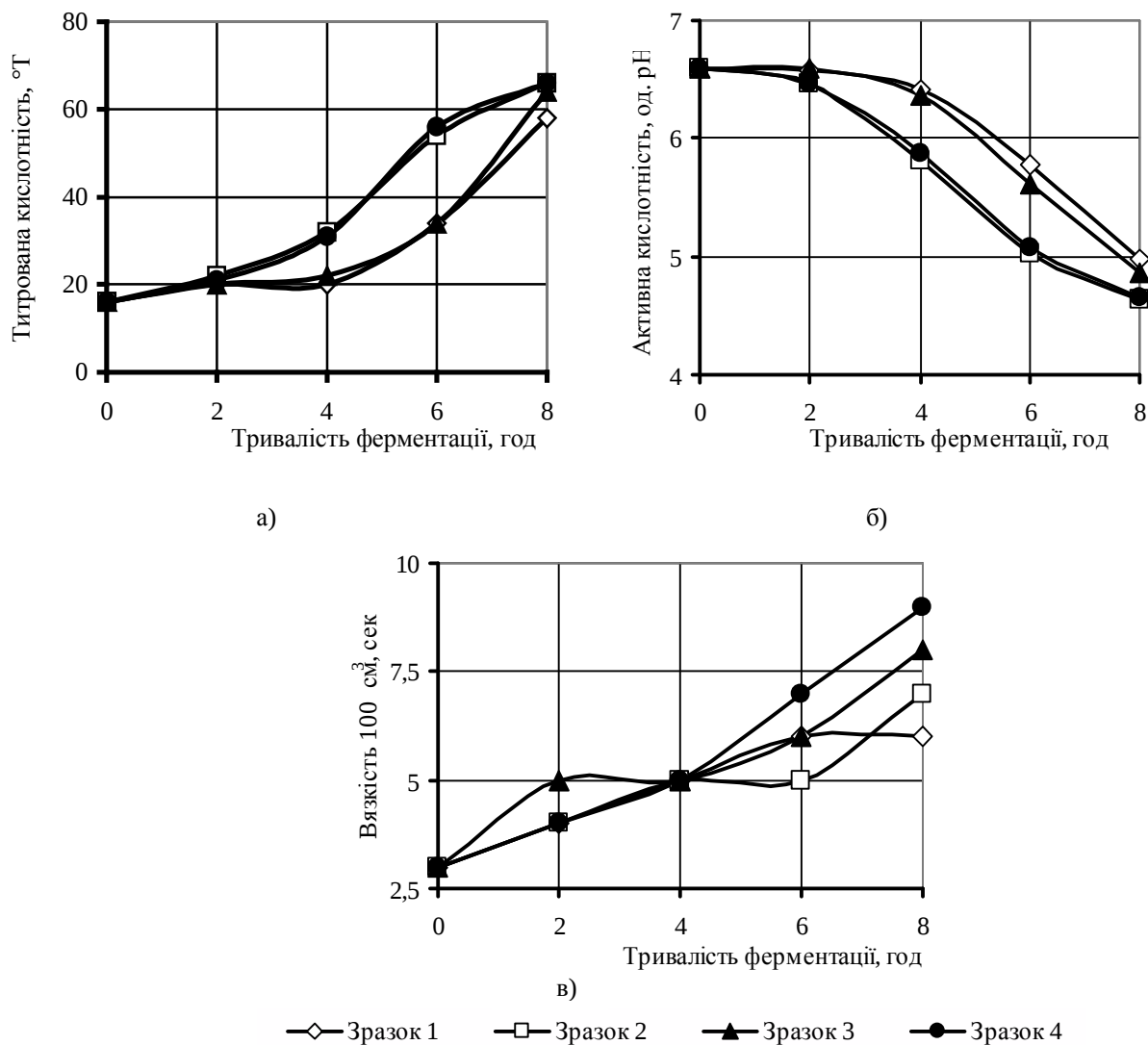


Рис. 1 – Зміна титрованої (а), активної (б) кислотності та в'язкості (в) стерилізованого молока у процесі ферментації симбіотичними комплексами з використанням *L. lactis*, *B. animalis* та фруктози як біфідогенного фактора

Як свідчать дані, наведені на рис. 1, б, при ферментації стерилізованого молока складеними симбіотичними комплексами з використанням фруктози як біфідогенного фактора гелеутворення експериментальних зразків триває 8 годин. На 8-му годину сквашування досягається ізоелектрична точка білків (активна кислотність експериментальних зразків наприкінці ферментації становить 4,6...4,9 од. рН). Ізоелектричний стан білків молока досягається під впливом суміші молочної та оцтової кислот, що накопичуються *B. animalis* та *L. lactis* при розщепленні цукрів. З рис. 1, а видно, що титрована кислотність всіх зразків наростає поступово протягом всього процесу сквашування і в кінці сквашування рівень становить 58...66 °Т.

Рівень в'язкості усіх зразків змінюється приблизно однаково (рис. 1, в): величина умовної в'язкості сквашених зразків коливається у межах 6...9 сек. За рахунок використання біфідобактерій у складі симбіотичних комплексів, всі зразки мають м'яку, ніжну, сметаноподібну консистенцію. Згустки мають чистий, свіжий, кисломолочний смак та запах; без сторонніх присмаків та запахів.

Використання складених симбіотичних комплексів дає можливість отримати ферментовані згустки з високими пробіотичними властивостями через 8 годин ферментації, оскільки концентрація життєздатних клітин *B. animalis* у зразках становить $1 \cdot 10^{10}$ КУО/см³ (рис. 2, а). Вміст клітин *L. lactis* у всіх зразках на 8 годину ферментації перевищував $1 \cdot 10^9$ КУО/см³ (рис. 2, б). При розвитку в молоці у процесі ферментації чисті культури *L. lactis* виробляють позаклітинну β -галактозидазу, що гідролізує лактозу молока до моноцукрів – глюкози та галактози, які (поряд з внесеною до молока у процесі нормалізації фруктозою) є поживним середовищем для *B. animalis*. В свою чергу, у процесі метаболізму адаптовані до молока чисті культури *B. animalis* синтезують вільні амінокислоти, які стимулюють ріст та розвиток *L. lactis* [6], що сприяє отриманню згустків з високою концентрацією обох використаних у складі симбіотичних комплексів культур.

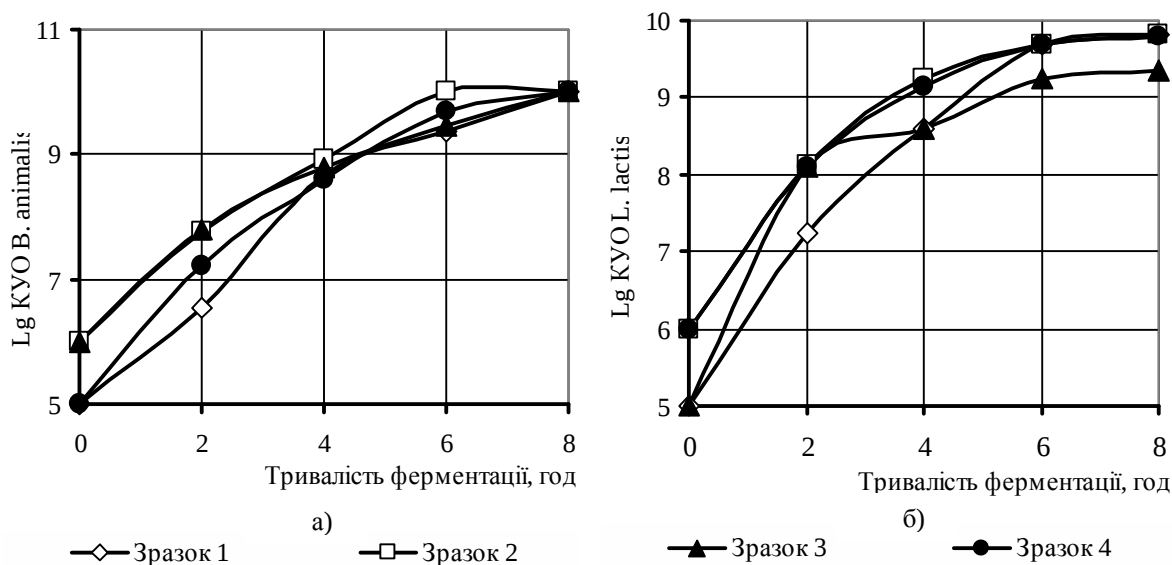


Рис. 2 – Зміна концентрації живих клітин *B. animalis* (а) та *L. lactis* (б) при ферментації стерилізованого молока симбіотичними комплексами з використанням *L. lactis*, *B. animalis* та фруктози як біфідогенного фактора

Всі чотири експериментальні зразки мають високі пробіотичні властивості (рис. 2), тому можуть бути використані за основу для виробництва молочних продуктів функціонального призначення.

Другим етапом експериментальних досліджень стало визначення показників якості ферментованих пробіотичних згустків у процесі зберігання за температури (4 ± 2) °C протягом 21 доби. В процесі зберігання досліджуваних зразків в них визначали титровану та активну кислотність, в'язкість та вологостримуючу здатність (ВУЗ) – рис. 3, а також кількість життєздатних клітин *B. animalis* та *L. lactis* в 1 см³ згустків (рис. 4).

Як свідчать дані, наведені на рис. 3, протягом 21 доби зберігання у всіх досліджуваних зразках наростає рівень титрованої та знижується рівень активної кислотності, що пояснюється зброджуванням частини лактози, яка міститься у згустках, до оцтової та молочної кислот, оскільки чисті культури *B. animalis* та *L. lactis* в процесі життєдіяльності виробляють позаклітинну β -галактозидазу.

Слід відзначити, що в усіх зразках рівень активної кислотності протягом 21-ї доби знижується і становить 4,45...4,50 од. рН (рис. 3, б), що обумовлює чистий кисломолочний смак без надмірної кислотності протягом вказаного терміну зберігання.

Рівень титрованої кислотності від початку зберігання до 14-ї доби зростає на 1...4 °Т і становить 75...78 °Т (рис. 3, а)

Протягом процесу зберігання ферментованих зразків можна простежити закономірності зміни умовної в'язкості та вологостримуючої здатності сквашених зразків. Зміна вологостримуючої здатності згустків відбувається протягом всього процесу зберігання, це пов'язано зі зміною гідрофільних властивостей молекул казеїну.

Умовна в'язкість зростає протягом всього процесу зберігання. На 14-у добу найменшу в'язкість має 1-ий зразок; до 21-ої доби величина умовної в'язкості в усіх зразках практично однакова і становить від 55 до 73 сек (рис. 3, в). підвищення в'язкості пояснюється ущільненням згустку та утворенням просторової структури.

Вологоутримуюча здатність протягом процесу зберігання ферментованих згустків зростає до 14-ї доби, а на 21-у добу спостерігається її зменшення, що пояснюється початком з стадії коагуляції – синерезису. Найбільшу вологоутримуючу здатність на 14-у добу зберігання має 2-ий зразок (рис. 3, г).

Всі зразки мають високі пробіотичні властивості. При зберіганні ферментованих симбіотичними комплексами згустків характерне наростання кількості клітин *B. animalis* (рис. 4, а) та *L. lactis* (рис. 4, б) на 7-му добу зберігання і подальше зниження концентрації життєздатних клітин біфідо- та лактобактерій.

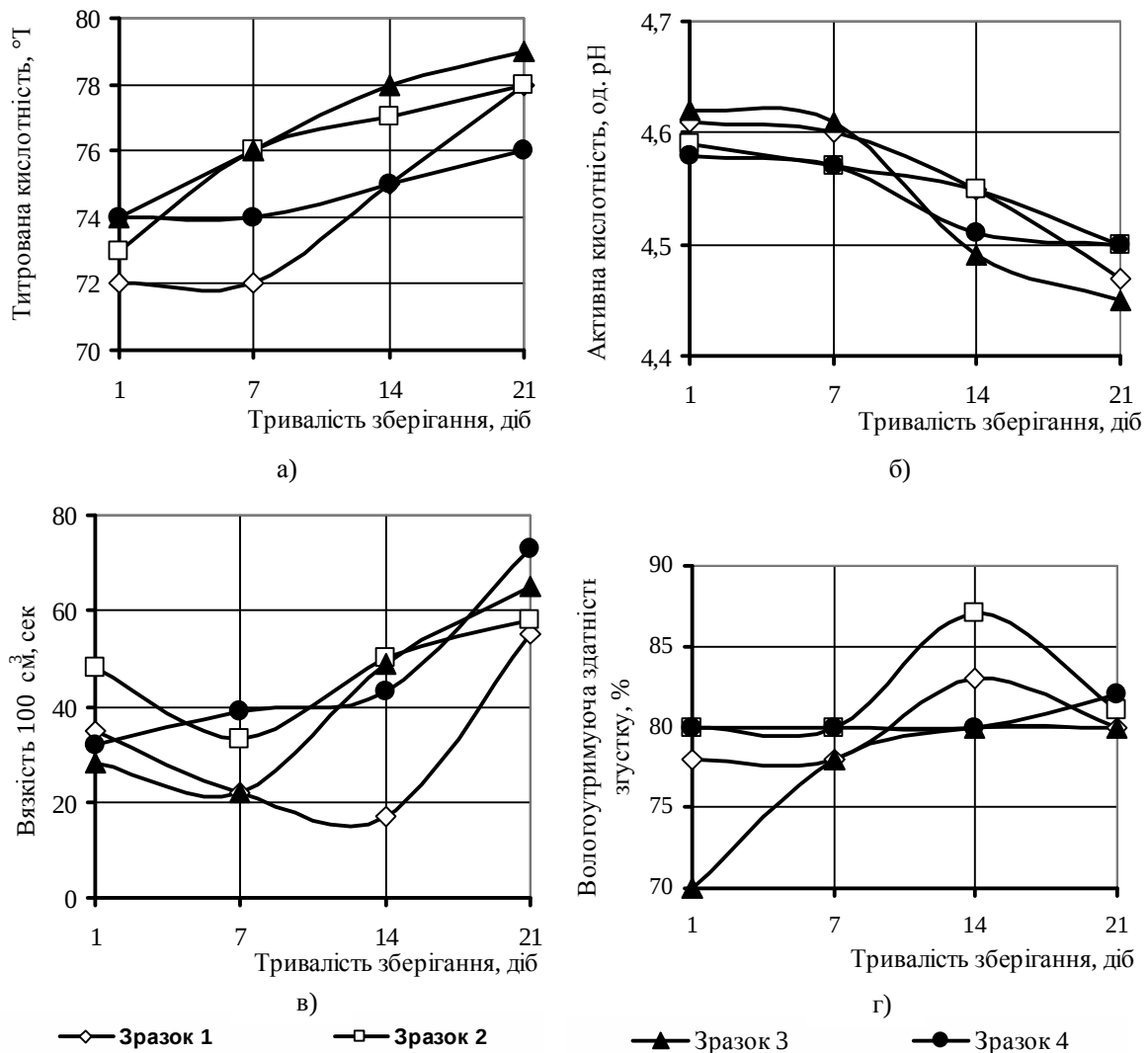


Рис. 3 – Зміна титрованої (а), активної (б) кислотності, в'язкості (в) та ВУЗ (г) зразків, отриманих при ферментації стерилізованого молока симбіотичними комплексами з використанням *L. lactis*, *B. animalis* та фруктози як біфідогенного фактора, у процесі зберігання

На 7-му добу досягається максимальна концентрація *B. animalis* та *L. lactis*. Найвищу концентрацію біфідобактерій має 3-ій зразок ($1,6 \cdot 10^{10}$ КУО/см³). Вміст клітин біфідобактерій у 1, 2 та 4-му зразках становить $(1,0 \dots 4,0) \cdot 10^9$ КУО/см³. Концентрація клітин лактобактерій на 14-ту добу зберігання у зразках 1, 3 та 4 складає $6,0 \cdot 10^8$ КУО/см³; найбільший вміст лактобактерій має 2-ий зразок: він становить $2,5 \cdot 10^9$ КУО/см³. Відмирання живих клітин біфідо- та лактобактерій супроводжується виділенням ендогенних ферментів, які мають високу протеолітичну активність і сприяють дезамінуванню білків.

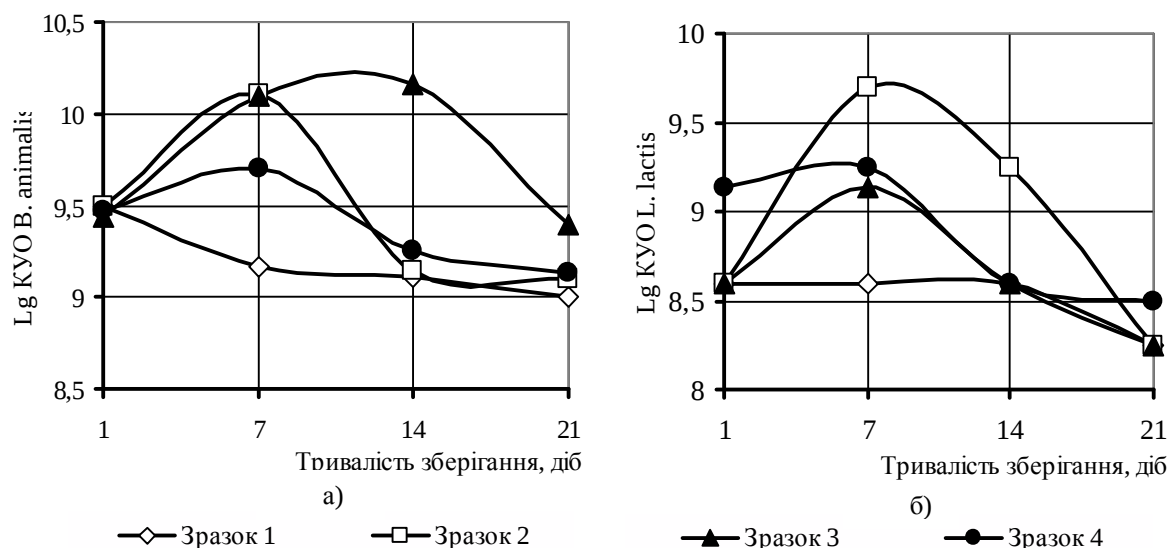


Рис. 4 – Зміна концентрації живих клітин *B. bifidum* (а) та *L. lactis* (б) у зразках, отриманих при ферментації стерилізованого молока симбіотичними комплексами з використанням *L. lactis*, *B. animalis* та фруктози як біфідогенного фактора, у процесі зберігання

Висновки

Для виробництва функціональних молочних продуктів рекомендувати симбіотичний комплекс з використанням *L. lactis*, *B. animalis* та фруктози як біфідогенного фактора: співвідношенням біфідо- та лактобактерій у комплексі повинно складати 10:1, вихідна концентрація *B. animalis* у молоці – $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, *L. lactis* – $1 \cdot 10^5$ КУО/см³, концентрація фруктози – 0,1 % від маси молока.

Задачі подальших досліджень: розробка біотехнології виробництва функціональних молочних продуктів – простокваші, кефіру, сметани, кисломолочного сиру, твердих сичужних та м'яких кислотосичужних і сичужних сирів з використанням розробленого симбіотичного комплексу.

Література

1. Дисбактериозы – актуальная проблема медицины / А.А.Воробьев, Н.А.Абрамов, В.М.Бондаренко, Б.А.Шендеров // Вестник Российской АМН. – 1997. – № 3. – С.4–7.
2. Японские ученые о бифидобактериях. Финансово-аналитическая группа «ПРО-Консалтинг». – 2005. – 48 с.
3. Молочні продукти: вибір та ризики. // Молочна пром-сть. – 2007. – № 3 (38). – С. 29-32.
4. Донцова Т.А. Антагоністичні властивості бактерій роду *Lactobacillus* / Донцова Т.А., Швець Г.В., Іваниця В.О // Вісник Одеського державного університету. – Одеса: ОДУ. – 2000. – Т.5. Вип. 1. – С. 235–240.
5. Дисбактериоз кишечника и причины его формирования. /Google.ru./
6. Чагаровський О. П. Новий біфідовмісний кисломолочний напій функціонального призначення / О. П. Чагаровський, Н. А. Дідух // Молочна пром-сть. – 2005. – № 1(16). – С. 36–39.
7. Капрельянц Л.В., Юргачова К.Г. Функціональні продукти. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.
8. Тихомирова Н. А. Технология продуктов функционального питания. – М.: ООО «Франтэра», 2002. – 213 с.
9. Шевелева С. А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса // Вопр. питания. – 1999. – № 2. – С. 32–39.
10. Бифидобактерии и использование их в молочной промышленности / Красникова Л. В., Салахова И. В., Шаробайко В. И., Эрвольдер Т. М. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1992. – 32 с. – / Обзор. информ. Сер. Молочная пром-сть /.
11. Инструкция по микробиологическому контролю производства на предприятиях молочной промышленности. – М.: Госагропром. – 1988. – 122 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗИНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПАСТЕРИЗОВАННОГО МОЛОКА С УВЕЛИЧЕННЫМ СРОКОМ ХРАНЕНИЯ

Кручек О.А., канд. техн. наук, ас., Лысогор Т.А., канд. техн. наук, доц.
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В работе показана возможность увеличения срока хранения пастеризованного молока при помощи низина. Изучено влияние низина на микрофлору молока – остаточную и вторичного обсеменения. Установлены температура тепловой обработки и концентрация низина, позволяющие увеличить срок хранения пастеризованного молока.

The ability to increase a storage period of the pasteurized milk by means of nisin is illustrated the research. Influence of nisin on microflora of milk – either on residual pollution or secondary one is studied. The temperature of thermal processing and nisin concentration, which allow increasing of storage period, are established for the pasteurized milk.

Ключевые слова: пастеризованное молоко, низин, микрофлора.

В последние годы консерванты находят все более широкое применение в молочной промышленности [1, 5].

Консервант природного происхождения низин, в наибольшей степени отвечающий требованиям безопасности, рекомендован для предотвращения порчи плавленых сыров, брынзы, сыров с низкой температурой второго нагревания, предупреждения нарастания излишней кислотности сметаны, подавления роста споровой микрофлоры при производстве молочных консервов [4, 5, 7].

Проведенные нами ранее исследования, показали, что, внесением в молоко определенных концентраций низина дает возможность снизить режим пастеризации и тем самым в большей степени сохранить природные свойства молока и уменьшить энергозатраты на его производство [4, 8]. Однако, эти исследования касаются только влияния низина на остаточную микрофлору молока.

При производстве пастеризованного молока в заводских условиях происходит его вторичное обсеменение. До 95% микрофлоры готового продукта составляют микроорганизмы, попавшие в молоко после пастеризации [3]. Количественный и видовой состав микрофлоры пастеризованного молока зависит, прежде всего, от качества и регулярности мойки и дезинфекции оборудования и трубопроводов. Микрофлора вторичного обсеменения, главным образом, представлена бактериями группы кишечной палочки, психротрофами, мезофильными лактококками и термоустойчивыми молочнокислыми палочками [2,3,6].

Целью настоящего исследования является изучение влияния низина на микрофлору пастеризованного молока, как остаточную так и вторично обсеменившую продукт.

Исследования проведены с молоком, выработанным в производственных условиях на разных заводах Украины:

Первый образец (1) – молоко “Украинское” (ТУ У 25927934-008-98) со сроком хранения 5 суток при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$;

Второй образец (2) – молоко пастеризованное (ДСТУ 2661-94) со сроком хранения 3 суток при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$;

Третий образец (3) – молоко пастеризованное (ТУ У 23624594.009-99) со сроком хранения 5 суток при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$;

Четвертый образец (4) исследованного нами молока не отвечал требованиям ДСТУ 2661-94 по микробиологическим показателям. В посеве на среду Кесслер 1 см^3 молока были обнаружены бактерии группы кишечной палочки. Несмотря на несоответствие образца требованиям нормативной документации, мы продолжили с ним исследования по влиянию низина на микрофлору пастеризованного молока.

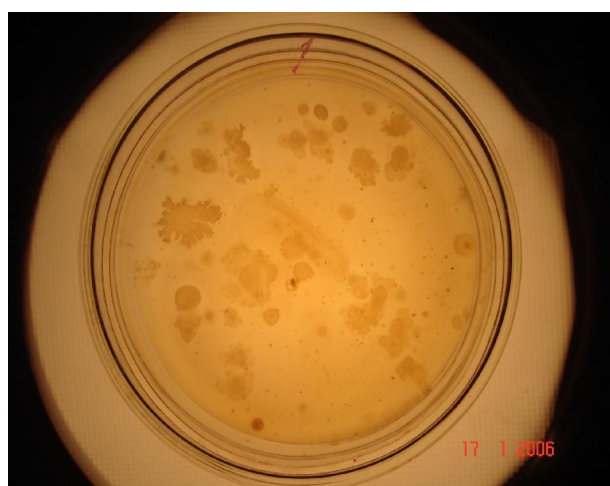
Все исследованные образцы молока были пастеризованы при температуре более 90°C .

Низин (сухой и в виде раствора на обезжиренном молоке) вносили в стерильное молоко при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$, выдерживали 1 ч, а затем нагревали до температуры $(88 \pm 2)^\circ\text{C}$ для перевода его в активное состояние. Стерильное молоко использовали для исключения дополнительного обсеменения пастеризованного молока, выработанного в производственных условиях. К исследуемым образцам пастеризованного молока заводского производства добавляли стерильное молоко с низином с таким расчетом, чтобы концентрация низина во всех образцах составляла $1,25\text{ мг/дм}^3$. Контролем служило молоко заводского производства с добавлением стерильного молока в таком же соотношении, что и в опытах. Об-

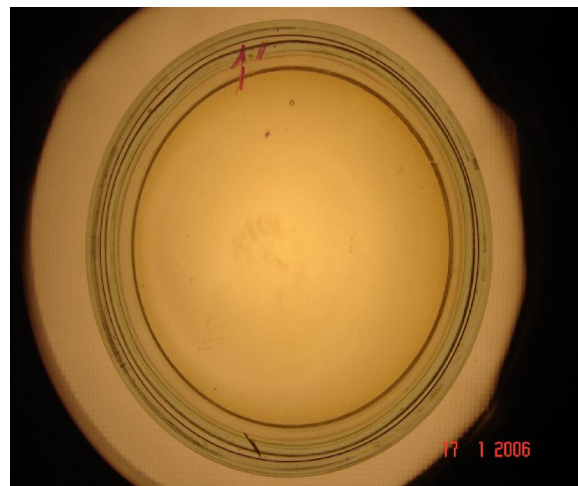
разцы молока хранили при температуре $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Первое определение числа мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов проводили через сутки, а последующие – через трое-четверо суток.

Опыты проводили в трех повторностях с первыми тремя образцами молока, выработанными на тех же заводах в разные сроки. Следует отметить, что в целом по органолептическим, микробиологическим и физико-химическим показателям молоко, выработанное в разные сроки на одних предприятиях, характеризовалось относительной стабильностью, что и дало нам возможность обобщить результаты. Четвертый образец нам повторно воспроизвести не удалось.

Полученные результаты представлены на рисунках 1, 2, 3, 4 и в табл. 1.



а) контроль

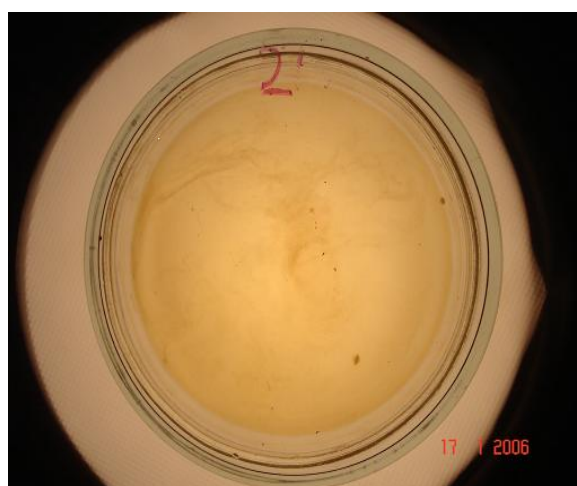


б) с низином

Рис. 1 – Микробиологический пейзаж молока образца № 1



а) контроль



б) с низином

Рис. 2 – Микрофлора пастеризованного молока образца № 2

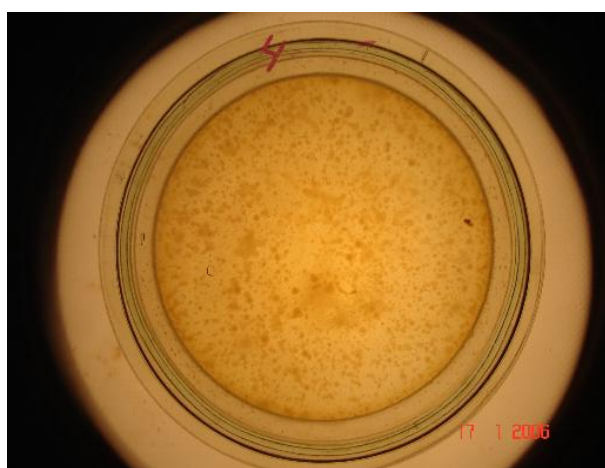


а) контроль

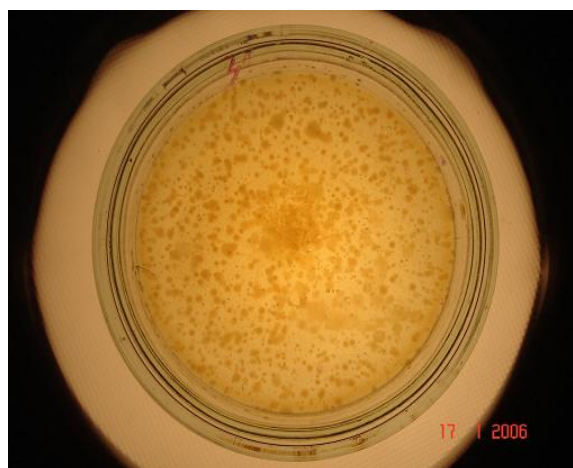


б) с низином

Рис. 3 – Микрофлора пастеризованного молока образца № 3



а) контроль



б) с низином

Рис. 4 – Микрофлора пастеризованного молока образца № 4:

Таблица 1 – Влияние низина на микрофлору пастеризованного молока

№ образца	Число МАФАНМ в образцах молока при хранении, сутки				
	1	3	7	10	14
1	$1,3 \cdot 10^3$	$9,2 \cdot 10^3$	$8,6 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^6$	-
1н	< 10	60	$3,2 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^3$	$3,8 \cdot 10^4$
2	$8,5 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^6$	-
2н	$7,0 \cdot 10^1$	$2,6 \cdot 10^2$	$2,6 \cdot 10^3$	$2,2 \cdot 10^4$	$4,5 \cdot 10^5$
3	$2,1 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^4$	$9,4 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^6$	-
3н	$8,0 \cdot 10^1$	$2,8 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^3$	$2,9 \cdot 10^4$	$5,2 \cdot 10^5$
4	$4,7 \cdot 10^4$	скоагулировало			
4н	$4,3 \cdot 10^4$	скоагулировало			

1, 2, 3, 4 – образцы молока, выработанные в производственных условиях;

1 н, 2 н, 3 н, 4 н – те же образцы молока с низином

В пастеризованном молоке “Украинское” содержание микроорганизмов в контрольном образце было относительно невысоким и составляло $1,3 \cdot 10^3$ КОЕ/см³, судя по морфологическим и культуральным свойствам, они представлены, главным образом, спорообразующими и молочнокислыми микроорганизмами. В образце молока с низином обнаружены единичные колонии. Число их составляет 0,77 % от общего числа МАФАНМ, т.е. рост 99,23 % клеток, оставшихся после пастеризации и вторично обсемененных продукт при производстве молока «Украинское», был подавлен низином. В процессе хранения содержание колонии образующих единиц МАФАНМ в контрольном образце увеличилось через трое суток в 7 раз, через семь суток – в 66 раз, через десять – в 770 раз. По числу МАФАНМ на седьмые сутки молоко не соответствовало требованиям ТУ У 25927934-008-98. В образце с низином тоже наблюдался рост микроорганизмов и на десятые сутки их число составило 2400 КОЕ/см³, но оно было в 417 раз ниже, чем в контрольном варианте. На четырнадцатые сутки исследований число мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в образце с низином составило $3,8 \cdot 10^4$ КОЕ/см³, т.е. приблизилось к нормативному показателю ТУ. Таким образом, срок хранения этого образца молока был увеличен до 10 суток благодаря внесению низина в концентрации 1,25 мг/кг.

Во втором образце молока с низином число МАФАНМ через сутки после внесения консерванта составляло 8,2 % от числа колоний в контрольном образце. Характер изменения микрофлоры в процессе хранения в контрольном и опытном образцах также несколько отличается от первого образца. Увеличение числа клеток в молоке без низина на третьи сутки хранения было более чем на порядок, на седьмые сутки – более чем на 2 порядка. В образце молока с низином в процессе хранения тоже отмечен рост клеток и на десятые сутки число колонии образующих единиц в нем было несколько выше, чем в контрольном – на третьи сутки. На четырнадцатые сутки число МАФАНМ превысило норму, хотя и было ниже чем в контрольном варианте на десятые сутки.

В третьем контрольном образце пастеризованного молока число клеток, образующих колонии на пептонном агаре, увеличилось в процессе хранения на третьи, седьмые и десятые сутки соответственно в 5,7; 44,8; 619 раз.

На седьмые сутки молоко по микрообсеменности не соответствовало требованиям технических условий. В молоке с низином через сутки часть микроорганизмов, не поддающихся летальному действию низина, составила 3,81 %. В процессе хранения их число выросло и на десятые сутки составило $2,9 \cdot 10^4$, т.е. по показателю МАФАНМ на десятые сутки этот образец еще соответствовал требованиям нормативной документации.

При анализе посевов молока четвертого образца без низина на пептонном агаре было обнаружено в среднем $4,7 \cdot 10^4$ КОЕ/см³, по морфологическим и культуральным свойствам и пересевом на среду Эндо микроорганизмы идентифицированы как *Escherichia coli*. В образце с низином картина посева была аналогичной, т.е. низин не оказывал влияния на рост бактерий группы кишечной палочки. Через трое суток хранения при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ молоко скоагулировало.

Нами проведены также исследования влияния низина на микрофлору остаточную и вторичного обсеменения молока, пастеризованного при температуре $(76 \pm 2)^\circ\text{C}$. Для этого в молоко с низином в концентрации 1,25 мг/кг, пастеризованное при указанном режиме, вносили в качестве микрофлоры вторичного обсеменения чистые культуры молочнокислых микроорганизмов (*L. lactis* и *S. thermophilus*) в количестве 10^4 клеток на 1 см³ молока. В качестве контрольных были образцы молока без низина с перечисленными культурами в тех же концентрациях. Об эффективности действия низина судили по изменению титруемой кислотности в образцах молока в процессе хранения при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Изменение титруемой кислотности в процессе хранения образцов молока

Наименование образца	Титруемая кислотность, °Т			
	Продолжительность хранения, сутки			
	3	7	10	14
Молоко + <i>L. lactis</i> (контроль)	17,0	22,0	32,0	-
Молоко с низином + <i>L. lactis</i>	16,0	16,0	16,0	21,0
Молоко + <i>S. thermophilus</i> (контроль)	17,0	21,0	24,0	-
Молоко с низином + <i>S. thermophilus</i>	16,0	16,0	16,0	20,0

Во всех контрольных образцах на седьмые сутки титруемая кислотность начала возрастать. Причем, в наибольшей степени кислотность выросла в образце с молочнокислыми мезофильными лактококками, в меньшей степени с термофильными. За тот же срок хранения в образцах с низином титруемая кислот-

ность не изменилась. На десятые сутки хранения оба контрольных образца по уровню титруемой кислотности не соответствовали требованиям нормативной документации на молоко пастеризованное, а в образцах с низином только к четырнадцати суткам титруемая кислотность достигла верхней границы в молоке с *L. lactis* и приблизилась к этому пределу в образце с *S. thermophilus*.

Выводы:

- проведенные исследования показали, что низин подавляет рост большей части грамположительной микрофлоры пастеризованного молока – остаточной и микрофлоры вторичного обсеменения;
- комбинированным действием тепловой обработки при $(76 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 15...20 с и низина в концентрации 1,25 мг/кг можно увеличить срок хранения пастеризованного молока, по крайней мере, до 7 суток.

Литература

1. Азис Х. Применение консервирующих веществ при производстве плавленых сыров / Х. Азис, В.Г. Тиняков // Молочная промышленность. – 1978. – № 2. – С. 39-41.
2. Влияние микрофлоры на хранимостепособность пастеризованного витаминизированного молока “Особое”/ Л.В.Голубева, А.Н.Пономарев, Г.П. Шуваева, К.К.Полянский //Хранение и переработка сельхозсырья.-2001.-№7. – С.32
3. Королева Н.С. Техническая микробиология цельномолочных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 271 с.
4. Кручек О.А. Использование низина для увеличения срока хранения молока пастеризованного // Молочна промисловість. – 2005. – № 9. – С.32-33.
5. Люк Э. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение/ Э. Люк, М. Ягер. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2000. – 255 с.
6. Пономарев А.Н. Состав микрофлоры молока на различных этапах обработки / А.Н. Пономарев, М.А. Барбашина, О.В. Перевертова и др.// Молочная промышленность. – 2004. – №9. – С. 31 – 32.
7. Радаева И.А. Применение низина для повышения качества молочных консервов: Обзор. информ / И.А. Радаева, А.А. Едгилова.– М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1972. – 40 с.
8. Чагаровский А.П. Использование консервантов в молочной промышленности / А.П. Чагаровский, Л.В. Сердюк, О.А. Кручек // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса, 2007. – Вип. 31. – С. 140 – 144.

УДК 637.146.3 : 678.048 : 613.3

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПЛОДОВ ШИПОВНИКА

Дидух Н.А., канд. техн. наук, доцент,
Лысогор Т.А., канд. техн. наук, доцент, Могилянская Н.А., аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В работе описано экстрагирование биологически активных веществ из плодов шиповника, исследован срок хранения экстракта шиповника.

A method is in-process extracting of biological active compound from the rosehip, shelf-life extract of rosehip is investigational.

Ключевые слова: сахарный диабет, шиповник, экстрагирование, флавоноиды, витамин С, биологическая активность.

В Украине на сегодняшний день официально зарегистрировано более миллиона больных сахарным диабетом. Но диабетиков значительно больше, поскольку нет диагностических средств для раннего выявления этого заболевания. Кроме этого, соотношение латентных (скрытых) форм диабета к явным составляет 1:2,5. Даже в экономически развитых странах, в которых диагностика и лечение больных сахарным диабетом находятся на очень высоком уровне, количество больных сахарным диабетом увеличивается каждые 10 лет. Это наблюдается и в Украине. По данным ВОЗ сегодня во всем мире сахарным диабетом болеет около 110 млн. человек. По прогнозу ученых к 2010 г. таких больных будет более 230 млн. человек [1 – 2].

Для профилактики прогрессирования сахарного диабета наряду с медикаментозной терапией, населению необходимо употреблять функциональные продукты, содержащие различные добавки профилактического назначения [3].

Недостаточное потребление микронутриентов оказывает отрицательное влияние на здоровье, рост и жизнеспособность всех людей. Это рассматривается как один из факторов риска развития тяжелых осложнений сахарного диабета. Особенно опасны наиболее часто встречающиеся осложнения сахарного диабета – поражение сосудов (ретинопатия) и поражение почек (нефропатия). Для предупреждения подобных нарушений применяются антиоксиданты, укрепляющие капиллярную сеть сосудов (витамины С, Е, А). Другим частым осложнением сахарного диабета служит поражение периферической нервной системы, в комплексном лечении которого применяются витамины группы В. Необходимо отметить, что большинство витаминов в организме не накапливается, поэтому больным сахарным диабетом, необходимым регулярный дополнительный прием поливитаминных комплексов или функциональных продуктов, обогащенных поливитаминами [3].

Оценка витаминной обеспеченности больных диабетом показала, что в большинстве случаев обычная диета не компенсирует повышенные потребности организма этих больных в витаминах. По литературным данным [2], лишь около 16 % диабетиков получают с диетой достаточные количества всех необходимых витаминов.

Шиповник имеет богатый химический состав и является перспективным источником для разработки и получения новых лекарственных фитопрепаратов, так как он по своим лечебным и диетическим свойствам стоит в первых рядах полезных растений [4].

Присутствие различных групп биологически активных веществ обуславливает широкий спектр фармакологической активности плодов шиповника [5]. Содержание аскорбиновой кислоты в шиповнике колеблется в широких пределах от 200 до 10000 мг %, в зависимости от сорта, района произрастания и др. факторов. Витамин С способствует утилизации глюкозы, уменьшает тканевую проницаемость, подавляет гидролитические реакции. Отмечено бактерицидное действие аскорбиновой кислоты на ряд микроорганизмов, доказана ее роль в процессе снижения холестерина и ослаблении развития атеросклероза. Полифенольные соединения (флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, катехины, дубильные вещества) плодов шиповника обладают антиоксидантными, противовоспалительными, капилляропротекторными свойствами [4].

Флавоноиды всегда встречаются рядом с аскорбиновой кислотой и наряду с ней участвуют в окислительно-восстановительных процессах, стимулируют тканевое дыхание, положительно влияют на деятельность эндокринных желез, оказывают гиполипидемическое и антисклеротическое действие. Существенная роль в механизме действия флавоноидов может принадлежать их антиоксидантным свойствам, в частности, способности тормозить свободнорадикальные процессы перекисного окисления липидов, с чем связывают важную роль флавоноидов в профилактике сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, а также их радиопротекторные свойства [5].

Весьма важен вопрос о взаимодействии витаминов Р и С. В особенности следует указать на ингибирующее влияние флавоноидных веществ и аскорбиновой кислоты на систему гиалуроновая кислота – гиалуроноглюкозаминидаза и связанную с ней стабилизацию коллагена – основного вещества соединительной ткани, а также на активирование фермента, окисляющего адреналин. Витамин Р активирует восстановление дегидроаскорбиновой кислоты в аскорбиновую, что подтверждает точку зрения о защитном действии витамина Р на аскорбиновую кислоту [5].

В связи с тем, что биофлавоноиды являются регуляторами активности ферментов разных классов, агонистами и антагонистами рецепторов, они обладают исключительно широким спектром фармакологической активности, включая кардиопротекторное, антиаритмическое, гипотензивное, спазмолитическое, противовоспалительное, радиопротекторное, антиаллергическое, гепатопротекторное, желчегонное, антисклеротическое, диуретическое и другие действия [4].

Высокое содержание в плодах шиповника макро- и микроэлементов делает их эффективным лечебным средством. Наличием в шиповнике магния объясняют снижение напряжения сосудистых стенок, улучшение функции печени [5]. Плоды шиповника как дополнительный источник железа применяют при железодефицитных и других анемиях. Препараты шиповника назначают при хронических и острых инфекциях, нефритах; больным в предоперационном периоде и после операции, при травмах, хронических и острых пневмониях, при сосудистых заболеваниях головного мозга, при заболевании глаз, сопровождающихся мелкими кровоизлияниями. За счет наличия в шиповнике органических кислот, он обладает нормализующей деятельностью пищеварительной системы. Эти кислоты регулируют выделение желчи и панкреатического сока, улучшают аппетит; обладают бактерицидными свойствами и снижают гнилостные процессы в кишечнике.

Целью работы стала разработка оптимальных параметров экстрагирования биологически активных веществ (БАВ) из плодов шиповника для обогащения ферментированных молочных напитков диабетического назначения.

В работе решались следующие задачи:

- выбор режима экстрагирования БАВ из плодов шиповника;
- определение показателей качества экстракта шиповника;
- определение срока хранения экстракта шиповника.

Для исследований отобран сорт шиповника Крупноплодный, широко распространенный на юге Украины с высоким содержанием Р-витаминных веществ и аскорбиновой кислоты. В табл. 1 приведен химический состав сухих плодов шиповника.

Таблица 1– Химический состав сухих плодов шиповника

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля сухих веществ, %	86,0
Массовая доля катехинов, мг/100 г	1250,2
Массовая доля лейкоантоцианов, мг/100 г	3621,9
Содержание витамина С, мг/100 г	1198,0

Экстракт шиповника получали следующим образом: сухие плоды сортировали, измельчали, заливали водой либо спиртом разной концентрации (от 10 до 50 % с интервалом 10 %); осуществляли экстрагирование при температуре $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ и постоянном перемешивании на протяжении 60 мин. Пробы для проведения исследований отбирали через каждые 15 мин. Полученный экстракт фильтровали. Критерием оценки эффективности экстрагирования было содержание лейкоантоцианов, катехинов и витамина С. Для исследований использовали четыре гидро модуля (1 : 25; 1 : 16,7; 1 : 12,5 и 1 : 10). Результаты исследований представлены на рис. 1 – 4.

Анализируя полученные данные (рис. 1 – 4), можно сделать вывод, что на количество экстрагируемых БАВ из плодов шиповника существенно влияет не только гидро модуль, но и экстрагент. При использовании гидро модуля 1 : 25 и воды в качестве экстрагирующего вещества из сухих плодов шиповника экстрагируется 25 мг/100 г катехинов и 74 мг/100 г лейкоантоцианов; при использовании 10 %-ного спирта количество экстрагирующихся катехинов и лейкоантоцианов увеличивается на 24,9 и 75,6 %, со-

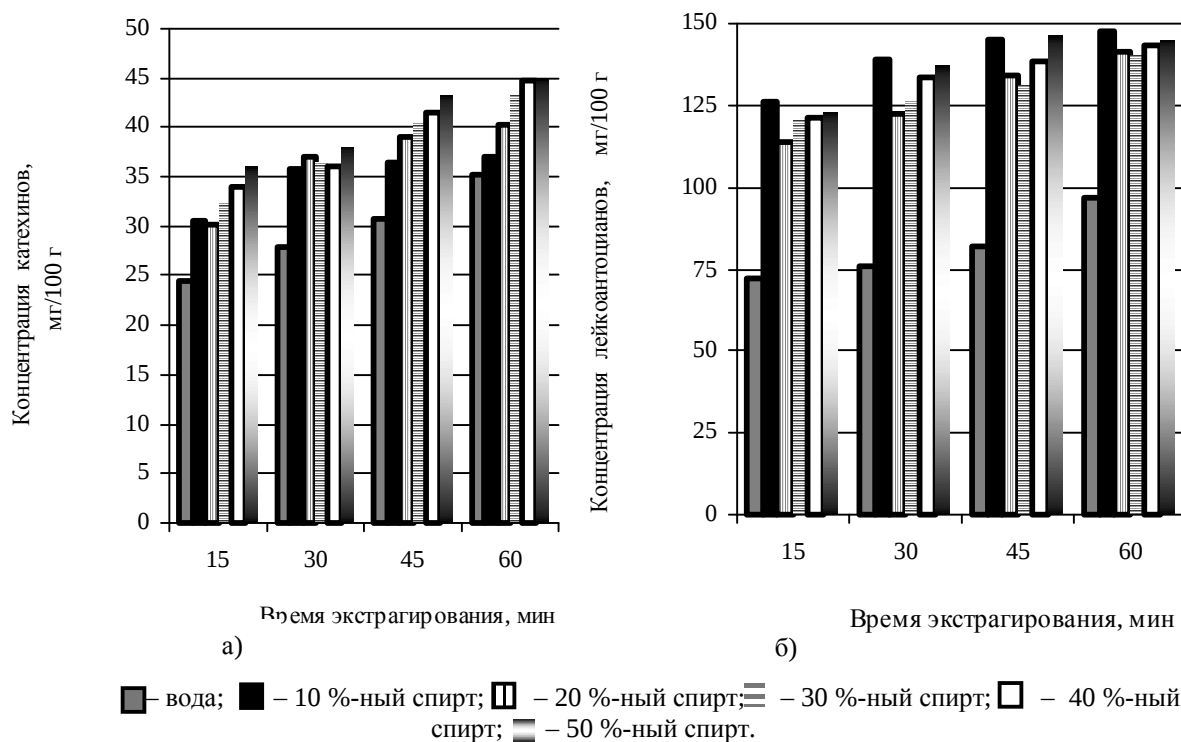


Рис. 1 – Зависимость экстрагирования катехинов (а) и лейкоантоцианов (б) из плодов шиповника от времени экстрагирования при гидро модуле 1 : 25

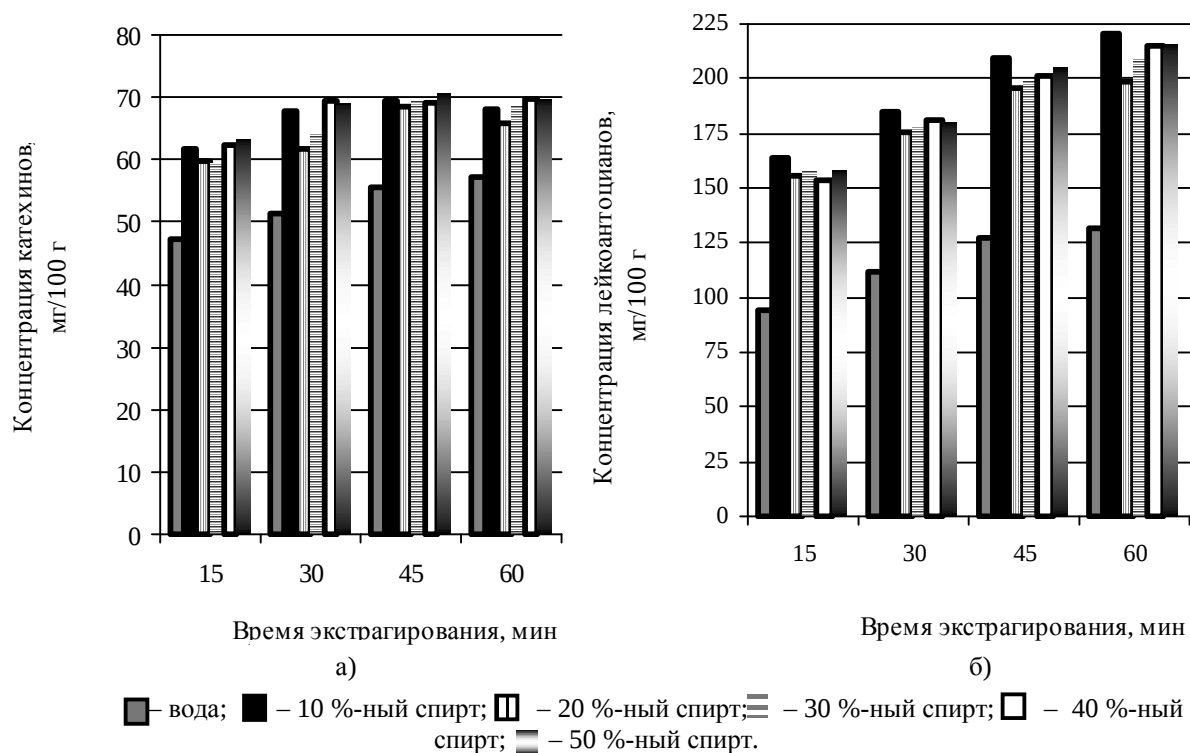


Рис. 2 – Зависимость экстрагирования катехинов (а) и лейкоантоцианов (б) из плодов шиповника от времени экстрагирования при гидромодуле 1 : 16,7

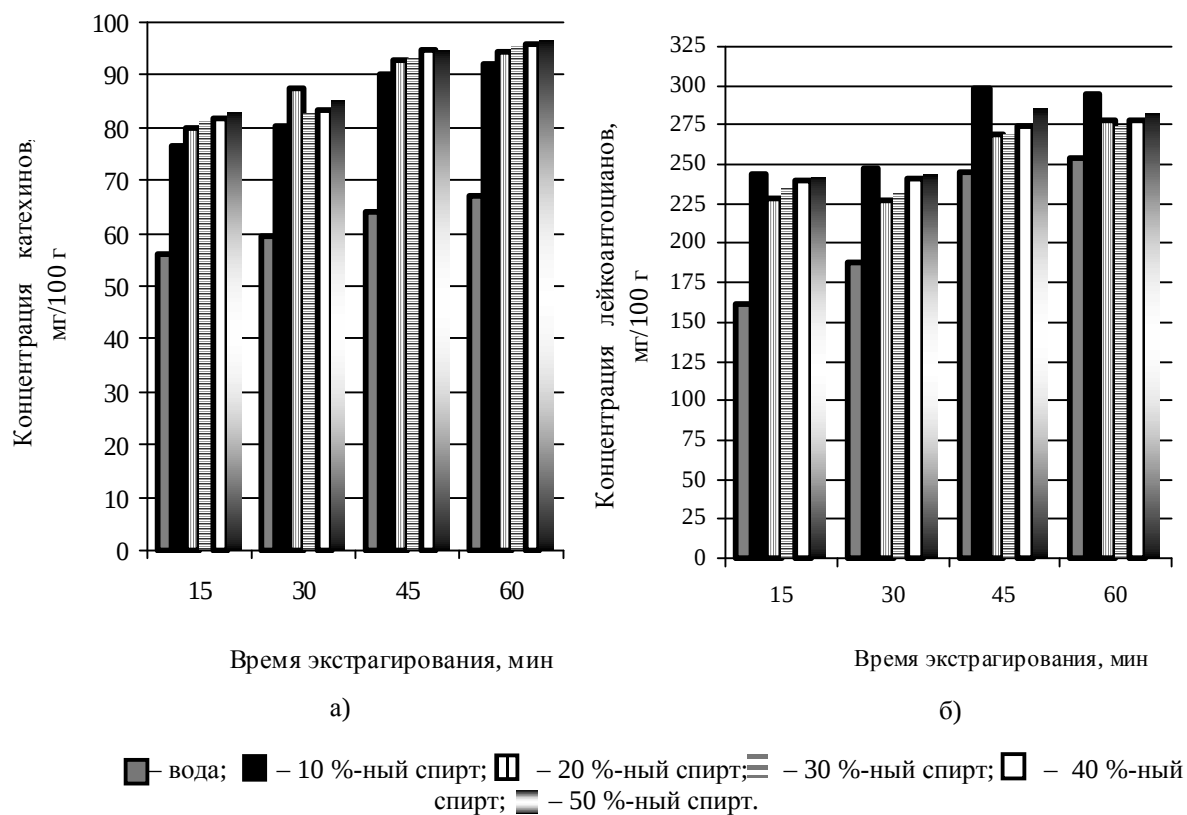


Рис. 3 – Зависимость экстрагирования катехинов (а) и лейкоантоцианов (б) из плодов шиповника от времени экстрагирования при гидромодуле 1 : 12,5

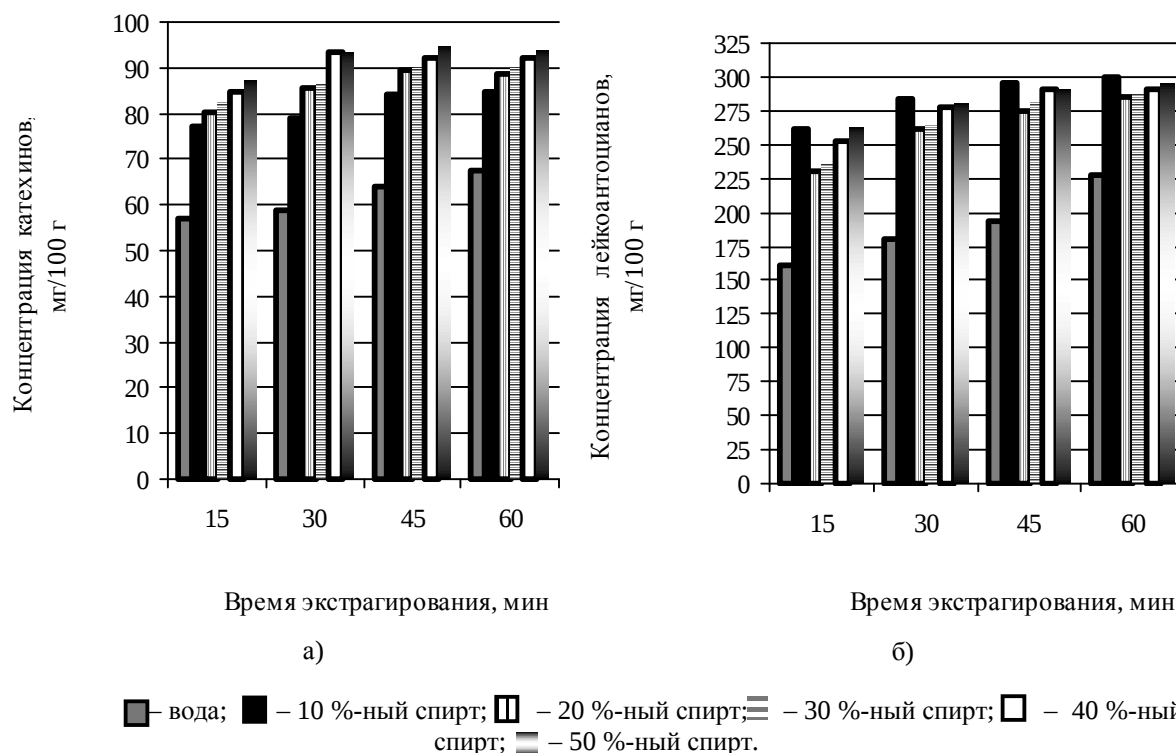


Рис. 4 – Зависимость экстрагирования катехинов (а) и лейкоантоцианов (б) из плодов шиповника от времени экстрагирования при гидромодуле 1 : 10

ответственно; при увеличении концентрации спирта до 20...40 %, количество БАВ, экстрагирующихся из шиповника, изменяется: массовая доля катехинов увеличивается на 5,7...10,9 %, массовая доля лейкоантоцианов уменьшается на 1,2...4,2 %. Увеличение времени экстрагирования до 30 мин (гидромодуль 1 : 25) повышает количество экстрагированных катехинов на 14,1...36,2 % и лейкоантоцианов на 5,7...11,4 %. Экстрагирование БАВ в течение 45...60 мин способствует увеличению массовой доли катехинов на 1,8...18,2 %, лейкоантоцианов – на 3,6...15,5 %.

Как свидетельствуют приведенные данные (рис. 2), при использовании гидромодуля 1 : 16,7 и воду в качестве экстрагирующего вещества экстрагируется 47 мг/100 г катехинов и 94 мг/100 г лейкоантоцианов, что на 18,7 % и 70,7 %, соответственно, больше, чем при использовании гидромодуля 1 : 25. С увеличением времени экстрагирования количество лейкоантоцианов увеличивается; при увеличении времени экстрагирования до 60 мин наибольшее количество лейкоантоцианов экстрагируется 10 %-ным спиртом – 220 мг/100 г, что на 9,6 %, 4,8 %, 2,3 %, 1,9 %, 40,0 %, соответственно при использовании 20, 30, 40, 50 % спирта и воды. Определение катехинов при гидромодуле 1 : 16,7 незначительно зависит от времени экстрагирования; повышение времени более 30 мин не ведет к значительному увеличению массовой доли катехинов: так при экстрагировании в течение 30 мин концентрация катехинов увеличивается на 6,3 %, 13,1 %, 1,7 %, 1,1 %, 14,5 %, соответственно при использовании воды, 10, 20, 30 и 40 %-ного спирта и снижается на 2,8 % при использовании 50 %-ного спирта.

Использование гидромодуля 1 : 12,5 (рис. 3) и воды в качестве экстрагирующего вещества позволяет экстрагировать 56 мг/100 г катехинов и 161 мг/100 г лейкоантоцианов в течение 15 мин; при использовании 10 % спирта количество катехинов увеличивается на 36,5 %, лейкоантоцианов – на 51,9 %; при дальнейшем повышении концентрации спирта до 20...30 % количество катехинов увеличивается на 42,6...45,2 %, лейкоантоцианов – на 42,1...46,1 %; 40 %-ный спирт экстрагирует 82 мг/100 г катехинов и 240 мг/100 г лейкоантоцианов. Повышение концентрации спирта до 50 % приводит к значительному повышению массовой доли лейкоантоцианов в экстракте на 51,3 %, катехинов – на 48,4 %. Увеличение времени экстрагирования до 30 мин ведет к незначительному увеличению массовой доли БАВ в экстракте в пределах 0,5...16,7 % для лейкоантоцианов и 1,4...6,0 % для катехинов. Экстрагирование в течение 45 мин 10 %-ным спиртом (гидромодуль 1 : 12,5) позволяет получить наибольшее количество БАВ – 90 мг/100 г катехинов и 289 мг/100 г лейкоантоцианов, что на 2,1 % и 6,2 %, соответственно, больше, чем при экстрагировании в течение 60 мин.

Анализируя полученные данные (рис. 4) можно сделать вывод, что увеличение гидромодуля до 1 : 10 не существенно повышает массовую долю биологически активных веществ в экстракте за первые 30 мин экстрагирования и соответствует количеству БАВ, экстрагированных из плодов шиповника при гидролизе 1 : 12,5 через 45 и 60 мин экстрагирования. При использовании 50 %-ного спирта через 45 мин экстрагируется наибольшее количество катехинов (95 мг/100 г); наибольшее количество лейкоантоцианов экстрагируется 10 %-ным спиртом через 60 мин экстрагирования (300 мг/100 г). Использование 20...40 %-ного спирта при том же гидромодуле способствует изменению катехинов в экстракте в пределах 0,9...39,8 % и лейкоантоцианов – в пределах 0,3...23,0 % в течение всего времени экстрагирования.

Количество экстрагируемого из плодов шиповника витамина С зависело от гидромодуля и практически не зависело от времени экстрагирования и экстрагента. При исследованных гидромодулях (1 : 25, 1 : 16,7, 1 : 12,5, 1 : 10) содержание витамина С в водных и спиртовых экстрактах составляло 41...43, 62...64, 79...81, 96...98 мг/100 г, соответственно.

Экстрагирование БАВ из плодов шиповника 10 %-ным спиртом на протяжении 45 мин при использовании гидромодуля 1 : 12,5 обеспечивает наилучшую эффективность процесса экстрагирования Р-витаминных веществ из плодов шиповника и высокую концентрацию аскорбиновой кислоты.

Концентрация спирта в экстракте составляет 10 %, что позволяет использовать данный экстракт при производстве ферментированных молочных напитков диабетического назначения; такая концентрация спирта способна незначительно снижать содержание сахара в крови [2].

Исследованы показатели качества полученного 10 %-ного спиртового экстракта шиповника (табл. 2).

Как видно из табл. 2, спиртовой экстракт шиповника содержит всего 0,07 % глюкозы, употребление которой нежелательно для людей с СД, и 4,34 % фруктозы, усвоение которой в организме человека осуществляется без участия инсулина, поэтому он может быть рекомендован как физиологически функциональный пищевой ингредиент для диабетического питания. Исследования микробиологических показателей свидетельствуют о том, что БГКП не обнаружены, а МАФАНМ представлены в основном *B. subtilis*, который не развивается в ферментированных молочных напитках, так как содержится в небольшом количестве и подавляется микроорганизмами закваски.

Исследованы изменения показателей качества при хранении 10 %-ного спиртового экстракта шиповника. Экстракт хранили в течение 21 суток при температуре 4...6 °С. Показатели качества определяли после каждых 3 суток хранения (табл. 3).

Таблица 2 – Показатели качества спиртового экстракта шиповника

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля сухих веществ, %	6,38
Массовая доля углеводов, %	4,41
в том числе	
глюкозы	0,07
фруктозы	4,34
Массовая доля катехинов, мг/100 г	108,3
Массовая доля лейкоантоцианов, мг/100 г	368,9
Содержание витамина С, мг/100 г	80
Активная кислотность, ед. рН	3,86
Количество МАФАНМ, КОЕ/см ³	$1,2 \cdot 10^2$
Вкус и запах	Островатый, с привкусом и запахом шиповника
Цвет	Светло-оранжевый, равномерный
Консистенция	Жидкая, однородная
Биологическая активность, ед. акт.	669

Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание веществ с Р-витаминной активностью в спиртовом экстракте шиповника при хранении в течение первых 14 суток снижается незначительно. Биологическая активность снижается на 9,9 %, на 21 сутки – на 23,8 %. Рекомендуемый срок хранения спиртового экстракта шиповника составляет 14 суток в темном месте при температуре 4...6 °С.

Таблица 3 – Изменение показателей качества в спиртовом экстракте шиповника при хранении

Наименование показателя	Хранение спиртового экстракта шиповника, суток							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Массовая доля катехинов, мг/100 г	108,3	101,5	95,4	89,5	82,4	78,3	61,3	55,2
Массовая доля лейкоантоцианов, мг/100 г	368,9	347,4	324,1	309,1	295,4	289,5	269,1	255,9
Биологическая активность, ед. акт.	669,0	657,0	641,0	633,0	619,0	603,0	546,0	510,0
Количество МАФАНМ, КОЕ/см ³	1,2 · 10 ²	1,3 · 10 ²	1,8 · 10 ²	2,1 · 10 ²	2,9 · 10 ²	3,6 · 10 ²	4,2 · 10 ²	4,7 · 10 ²
Наличие БГКП в 0,1 см ³ экстракта	Отсутствуют							

Выводы: экстрагирование БАВ из плодов шиповника 10 %-ным спиртом на протяжении 45 мин при использовании гидро модуля 1 : 12,5 обеспечивает наилучшую эффективность процесса экстрагирования Р-витаминных веществ из плодов шиповника; показатели качества 10 %-ного спиртового экстракта шиповника позволяют использовать его в качестве физиологически функционального пищевого ингредиента в ферментированных молочных напитках диабетического назначения; срок хранения 10 %-ного экстракта шиповника составляет 14 суток в темном месте при температуре 4...6 °С.

Спиртовой (10 %-ный) экстракт шиповника использован в рецептуре ферментированных молочных напитков диабетического назначения для повышения антиоксидантных свойств кефира, простокваши, ацидофилина и йогурта. На разработанные напитки, в состав которых входит спиртовой экстракт шиповника, получены патенты Украины на полезную модель.

Литература

1. Захаров Ю. Если диагноз – «диабет». Диагностика, лечение, питание, новые технологии и традиционные методы. – М.: ООО «АСС - Центр», 2006. – 128 с.
2. Бруселовская И.В., Кузьмин В.Д. Сахарный диабет: лечение народными средствами. – Ростов Н/Д: Феникс, 2005. – 252 с.
3. Сабурова К.М. Кисломолочные напитки, обогащенные БАВ / К.М. Сабурова, Л.А. Забодалова // Молочная пром-сть. – 2002. – № 6. – С. 12 – 16.
4. Чекман И.С., Липкан Г.Н. Растительные лекарственные средства. – Киев, «Колос», «ИТЭМ», 1993. – 364 с.
5. Головкина М.Т. Лейкоантоцианы плодов шиповника, как ингибиторы окисления аскорбиновой кислоты / М.Т. Головкина, Н.В. Новотельнов // Труды III Всесоюзного семинара по биологически активным веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1986. – С. 413 – 418.

УДК [637.146 : 579.67] : [613.2 : 613.98]

СИМБИОТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ ГЕРО-НАПИТКОВ

Дидух Н.А., канд. техн. наук, доцент, Дидух Г.В., канд. техн. наук
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В работе приведены этапы разработки состава симбиотических комплексов для производства ферментированных молочных геронапитков – кефира, ацидофилина и простокваши.

In work necessity of use of composition of symbiotic complexes times are in-process resulted for the production of fermented milk gerodietic drinks is shown – kefir, acidophilin et curdled milk.

Ключевые слова: геродиетика, симбиотический комплекс, бифидобактерии, лактобактерии, ферментация, пробиотические и антиоксидантные свойства.

Сегодня в Украине средняя продолжительность жизни составляет 68,1 лет (для мужчин – 62,4; для женщин – 73,6); страна занимает по продолжительности жизни 114 место в мире. Украина входит в число 15 стран мира, демографически наиболее старых, где проживает 1500 человек в возрасте 100 лет и

старше: 88 % из них женщины и лишь 12 % – мужчины [1, 2]. Поэтому необходимой является разработка научных подходов к созданию новых функциональных продуктов питания, которые по типу заместительной терапии оказывали бы выраженный биологический эффект на организм стареющего человека. Необходимость разработки новых функциональных продуктов связана не только с демографической ситуацией, изменением образа жизни людей старших возрастов (выход на пенсию, одиночество и др.), но и с возрастными особенностями их организма, обмена веществ и др. [3 – 6].

Процесс образования новой отрасли пищевой промышленности – производство геродиетических продуктов – важен в двух аспектах [1 – 5]:

- широкое внедрение геродиетических продуктов в фактическом питании пожилых и старых людей позволит, по типу заместительной терапии, исправить недостатки питания современного человека;
- использование геропродуктов чрезвычайно важно в плане лечебного питания не только для пожилых и старых людей, но и для более молодых возрастных групп с целью профилактики преждевременного старения.

Согласно современным требованиям геродиететики, в питании людей пожилого и старческого возрастов должны преобладать ферментированные молочные продукты, фрукты и овощи [2, 3]. На рынке Украины не представлены ферментированные молочные геропродукты, поэтому разработка научных основ производства продуктов питания геродиетического назначения на молочной основе является актуальной задачей. Особое внимание при разработке технологии ферментированных геропродуктов следует уделять выбору симбиотических заквасочных комплексов, в состав которых входили бы пробиотические культуры, способные к адгезии в кишечнике людей пожилого возраста [5, 7 – 11].

Поэтому целью представленной работы стало обоснование состава симбиотических комплексов для производства ферментированных молочных напитков геродиетического назначения – геро-кефира, геро-простокваши и геро-ацидофилина.

В работе решались следующие задачи:

- обоснование выбора пробиотических культур лакто- и бифидобактерий для производства геропродуктов;
- исследование показателей качества ферментированных молочных сгустков, полученных с использованием разных соотношений бифидо- и лактобактерий в симбиотических комплексах;
- определение рациональных соотношений лакто- и бифидобактерий в составе симбиотических комплексов для производства кефира, простокваши и ацидофилина геродиетического назначения;
- приведение рекомендаций по использованию разработанных симбиотических комплексов в производстве ферментированных молочных геронапитков.

Для производства ферментированных молочных напитков геродиетического назначения (кефира, простокваши и ацидофилина) разработан состав обогащенной молочной основы, в состав которой входят пахта и обезжиренное молоко в соотношении 85 : 15, сливки, соевое и оливковое рафинированные и дезодорированные масла, молочный экстракт корней солодки голой, витамины и минералы антиоксидантного ряда – витамин С, витамин Е, β-каротин и органический селен [12 – 15].

Для выбора пробиотических культур для производства геропродуктов были проанализированы изменения микрофлоры кишечника на протяжении жизни человека. Преобладающими микроорганизмами с пробиотическими свойствами, колонизирующимися в кишечнике новорожденных детей, являются *B. infantis*, *B. bifidum* и, частично, *B. breve*, *B. longum* и *Lb. acidophilus*; у взрослых людей – *B. bifidum*, *B. longum*, *Lb. acidophilus* и, частично, *B. breve* и *B. adolescentis*; у людей пожилого возраста – *B. adolescentis*, *B. longum*, *Lb. acidophilus* и, частично, *B. bifidum* [16 – 17]. Транзитными микроорганизмами в кишечнике человека являются лактобактерии – *L. lactis*, *Lb. bulgaricum*, *S. thermophilus*, *E. faecium*, *Lb. plantarum* и др. [17]. На основании приведенных данных в качестве пробиотических культур *Bifidobacterium* для производства геропродуктов были выбраны *B. adolescentis*, *B. longum* и *B. bifidum*, преобладающие в кишечнике людей пожилого возраста; как лактобактерии для производства геро-кефира, геро-простокваши и геро-ацидофилина были выбраны заквасочные бакконцентраты, традиционно используемые для производства соответствующих ферментированных молочных продуктов:

— для геро-кефира – *LYOBAC KEFIR 11* (или *FD DVS Flora-danica* + *Laf-5* или *FD DVS CH-N 11* + *Laf-5*), в состав которых входят *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* + *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis* + *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* + *Leconostoc mesenteroides* + *Saccharomyces* + *Lactobacillus lactis* (в составе закваски *LYOBAC KEFIR 11*);

— для геро-простокваши – *LYOBAC MCL* (или *FD DVS Flora-danica* или *FD DVS CH-N 11*) в состав которых входят *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* + *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis* + *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* + *Leconostoc mesenteroides*;

— для геро-ацидофилина – *LYOBAC LACID* або *FD DVS La-5*, в состав которых входят пробиотические штаммы *Lactobacillus acidophilus* *LA-03* та *La-5*, соответственно.

При использовании в составе заквасочных композиций для производства функциональных ферментированных молочных продуктов *Bifidobacterium* возникают такие проблемы как низкая концентрация этих культур в продуктах, выживаемость жизнеспособных клеток *Bifidobacterium* в кислой среде ферментированных молочных продуктов при низких температурах, а также в кислой среде желудка людей пожилого возраста [16 – 18]. Одним из путей решения данной проблемы, по мнению автора, является адаптация используемых в составе заквасочных композиций культур *Bifidobacterium* к молоку.

Адаптацию выбранных чистых культур *Bifidobacterium* к молоку осуществляли путем культивирования чистых культур *Bifidobacterium* в стерилизованной при температуре 119...121 °C на протяжении 19...21 мин. молочной смеси, в состав которой входили обезжиренное молоко, сухая подсырная сыворотка и фруктоза в количестве 97,5, 0,5 и 2,0 %, соответственно, при температуре 36...38 °C на протяжении 11...13 час. до достижения pH 4,6...4,7 ед. с последующим охлаждением до температуры 2...6 °C и хранения при указанной температуре не более 24 часов.

При адаптации чистых культур *Bifidobacterium* к молоку происходит накопление биомассы чистых культур *Bifidobacterium* и продуктов их жизнедеятельности на протяжении 10-11 часов, после чего наблюдается резкое снижение pH до 4,6...4,7 ед. и образование сгустков. Ферментированные чистыми культурами *Bifidobacterium* молочные смеси содержат $(9,0 \pm 1,5) \cdot 10^8$ КОЕ/см³ жизнеспособных клеток чистых культур *Bifidobacterium*, адаптированных к развитию в молоке в присутствии кислорода. Использование адаптированных к развитию в молоке чистых культур *Bifidobacterium* в процессе ферментации молока способствует быстрому накоплению биомассы жизнеспособных клеток *Bifidobacterium*, что обеспечивает получение сгустков с высокими пробиотическими свойствами [17]. Хранение ферментированных чистыми культурами *Bifidobacterium* сгустков, полученных при сквашивании стерилизованных молочных смесей, при температуре 2...6 °C перед внесением в подготовленную для ферментации смесь обеспечивает адаптацию жизнеспособных клеток *Bifidobacterium* к низким значениям pH (4,3...4,5 ед.) и низким температурам хранения, которые используются в технологии бифидосодержащих функциональных молочных продуктов [18].

Смешивание ферментированных чистыми культурами *B. adolescentis*, *B. longum* и *B. bifidum* сгустков для получения смешанных культур (СК) *Bifidobacterium* осуществляли в соотношении 8:1:1, что обеспечивает получение максимальной концентрации всех выбранных видов *Bifidobacterium* в ферментированных молочных продуктах.

Для экспериментальных исследований были составлены четыре вида симбиотических комплексов: комплексы 1 – соотношение бифидо- и лактобактерий 1:1, исходная концентрация культур в заквашиваемых смесях – $1 \cdot 10^5$ КОЕ/см³; комплексы 2 – соотношение бифидо- и лактобактерий 1:1, исходная концентрация культур в заквашиваемых смесях – $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см³; комплексы 3 – соотношение бифидо- и лактобактерий 10:1, исходная концентрация *Bifidobacterium* в заквашиваемых смесях – $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см³; лактокультур – $1 \cdot 10^5$ КОЕ/см³; комплексы 4 – соотношение бифидо- и лактобактерий 1:10, исходная концентрация *Bifidobacterium* в заквашиваемых смесях – $1 \cdot 10^5$ КОЕ/см³; лактокультур – $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см³.

Подготовленные нормализованные, гомогенизированные, пастеризованные охлажденные до температуры заквашивания (36...38 °C) обогащенные молочные смеси подвергали биотехнологической обработке составленными симбиотическими комплексами в течение 9 – 12 часов до достижения pH = 4,6...4,7 ед., после чего охлаждали до температуры 4...6 °C и определяли в них показатели качества. Используемая в эксперименте температура ферментации обогащенных молочных смесей (36...38 °C) способствовала активному накоплению биомассы СК *Bifidobacterium* в них.

В табл. 1 – 3 приведены органолептические, физико-химические, микробиологические и биохимические показатели сквашенных молочных сгустков, полученных с использованием составленных симбиотических комплексов 1 – 4 для производства геро-кефира, геро-простокваши и геро-ацидофилина, соответственно.

Основным критерием выбора рационального соотношения бифидо- и лактобактерий для производства ферментированных молочных геронапитков стала концентрация живых клеток пробиотических культур бифидо- и лактобактерий в полученных сгустках при нормируемых органолептических, физико-химических, микробиологических и высоких антиоксидантных показателях.

Как свидетельствуют данные, приведенные в табл. 1 – 3, при использовании любого из составленных симбиотических комплексов, ферментированные молочные сгустки имеют высокие органолептические показатели, характерные для каждого из вырабатываемых напитков: ферментированные кефирные сгустки имеют кисломолочный вкус с островатым привкусом, характерным для кефира, обусловленным наличием дрожжей в составе заквасочных бакконцентратов для кефира (табл. 1), простоквашные и ацидофильные сгустки имеют характерный кисломолочный привкус, причем ацидофильные сгустки не имеют излишне выраженного кисломолочного вкуса, характерного для био-ацидофилина, что объясняет-

ся наличием в составе симбиотических комплексов бифидобактерий, которые не являются такими сильными кислотообразователями, как *Lb. acidophilus*.

Таблица 1 – Зависимость органолептических физико-химических, микробиологических и биохимических показателей сквашенных молочно-зерновых сгустков от соотношения исходных концентраций лакто- и бифидобактерий для производства геро-кефира

Наименование показателя	Значение показателя для геро-кефира			
Симбиотический комплекс	1	2	3	4
Исходная концентрация СК <i>Bifidobacterium</i> , КОЕ/см ³	1·10 ⁵	1·10 ⁶	1·10 ⁶	1·10 ⁵
Исходная концентрация СК <i>Lactobacterium</i> , КОЕ/см ³	1·10 ⁵	1·10 ⁶	1·10 ⁵	1·10 ⁶
Исходная концентрация дрожжей, КОЕ/см ³	1·10 ¹	1·10 ²	1·10 ¹	1·10 ²
Органолептические показатели:				
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, островатый, характерный для кефира, с легким сладковатым привкусом корней солодки голой			
Консистенция	Однородная, с ненарушенным сгустком, вязкая, сметанообразная, без отделения сыворотки			
Цвет	Светло-персиковый, однородный по всей массе			
Физико-химические показатели:				
Титруемая кислотность, °Т	79,0±2,0	82,5±2,5	72,5±2,0	76,5±1,5
Активная кислотность, ед. рН	4,52±0,01	4,380±0,12	4,56±0,07	4,48±0,05
Влагоудерживающая способность, %	78±1	86±1	80±1	80±1
Вязкость 100 см ³ сгустка, с	170,5±3,5	254,5±4,5	257,0±6,5	220,0±7,2
Микробиологические показатели:				
Концентрация СК <i>Bifidobacterium</i> , КОЕ/см ³	(2,0±0,5)·10 ⁸	(2,9±1,9)·10 ⁹	(4,5±0,5)·10 ⁹	(5,0±0,5)·10 ⁸
Концентрация СК <i>Lactobacterium</i> МО, КОЕ/см ³	(6,0±2,2)·10 ⁸	(1,1±0,3)·10 ⁹	(1,1±0,3)·10 ⁹	(5,0±2,2)·10 ⁸
Концентрация дрожжей, КОЕ/см ³	(1,0±0,5)·10 ⁴	(2,2±1,7)·10 ⁴	(1,3±1,0)·10 ⁴	(2,1±1,5)·10 ⁴
БГКП в 0,1 см ³	Отсутствуют			
Биохимические показатели:				
Биологическая активность, ед. акт.	470,0±11,2	483,3±10,6	502,0±5,8	475,5±8,7
Содержание малонового диальдегида, мг/100 г	112,6±13,8	104,5±15,6	102,3±10,2	103,7±13,8

Все кисломолочные сгустки имеют легкий сладковатый привкус экстракта корней солодки голой, который, за счет наличия в нем сапонинов способствует получению вязкой структуры кисломолочных геро-напитков [6]. Максимальную влагоудерживающую способность и вязкость имеют ацидофильные сгустки, что обусловлено использованием в составе симбиотических комплексов чистых культур *Lb. acidophilus*, которые вырабатывают значительное количество экзогенных олигосахаридов.

Все ферментированные молочные сгустки имеют нормируемый уровень кислотности, высокие пробиотические и антиоксидантные свойства. Максимальное количество жизнеспособных клеток СК *Bifidobacterium* имеют образцы, полученные с использованием симбиотических комплексов 3, в которых преобладает бифидофлора. Эти же образцы имеют максимальную биологическую активность и минимальное содержание малонового диальдегида, что свидетельствует о максимальных антиоксидантных свойствах данных образцов.

Следовательно, для производства кефира, простокваши и ацидофилина геродиетического назначения на молочной основе рациональным является соотношение исходных концентраций бифидо- и лактобактерий в заквашиваемых смесях $1 \cdot 10^6 / 1 \cdot 10^5$ КОЕ/см³. При указанном соотношении исходных концентраций бифидо- и лактобактерий ферментированные молочные сгустки имеют максимальные антиокси-

Таблица 2 – Зависимость органолептических физико-химических, микробиологических и биохимических показателей сквашенных молочно-зерновых сгустков от соотношения исходных концентраций лакто- и бифидобактерий для производства геро-простокваши

Наименование показателя	Значение показателя для геро-простокваши			
Симбиотический комплекс	1	2	3	4
Исходная концентрация СК <i>Bifidobacterium</i> , КОЕ/см ³	1·10 ⁵	1·10 ⁶	1·10 ⁶	1·10 ⁵
Исходная концентрация СК <i>Lactobacterium</i> , КОЕ/см ³	1·10 ⁵	1·10 ⁶	1·10 ⁵	1·10 ⁶
Органолептические показатели:				
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, с легким сладковатым привкусом корней солодки голой			
Консистенция	Однородная, с ненарушенным сгустком, сметанообразная, без отделения сыворотки			
Цвет	Светло-персиковый, однородный по всей массе			
Физико-химические показатели:				
Титруемая кислотность, °Т	74,5±1,5	76,5±3,0	69,0±1,0	70,5±1,5
Активная кислотность, ед. рН	4,55±0,06	4,43±0,11	4,58±0,03	4,48±0,09
Влагоудерживающая способность, %	170,5±3,5	254,5±4,5	257,0±6,5	220,0±7,2
Вязкость 100 см ³ сгустка, с	170,5±3,5	254,5±4,5	257,0±6,5	220,0±7,2
Микробиологические показатели:				
Концентрация СК <i>Bifidobacterium</i> , КОЕ/см ³	(7,0±1,5)·10 ⁷	(1,0±0,5)·10 ⁹	(5,0±0,5)·10 ⁹	(2,0±1,0)·10 ⁸
Концентрация СК <i>Lactobacterium</i> МО, КОЕ/см ³	(7,0±0,5)·10 ⁸	(5,0±0,5)·10 ⁸	(6,0±0,5)·10 ⁸	(5,0±0,5)·10 ⁸
БГКП в 0,1 см ³	Отсутствуют			
Биохимические показатели:				
Биологическая активность, ед. акт.	492,3±5,7	483,0±2,3	507,0±3,5	494,5±5,0
Содержание малонового диальдегида, мг/100 г	106,4±6,0	103,5±1,5	101,5±1,7	104,7±3,7

данные свойства, нормируемые физико-химические и микробиологические показатели (при этом они имеют минимальные значения титруемой и максимальные значения активной кислотности, что обусловлено максимальной концентрацией смешанных культур *Bifidobacterium* в сгустках), высокие органолептические показатели, отличаются максимальной концентрацией жизнеспособных клеток пробиотических культур *Bifidobacterium*, высокой концентрацией лактобактерий, что будет обеспечивать нормализацию микробиоценоза кишечника людей пожилого и старческого возрастов при употреблении геродиетических продуктов, произведенных на основе данных сгустков. Кроме того, высокая концентрация пробиотических культур бифидо- и лактобактерий в геропродуктах будет способствовать продлению срока их хранения и сохранению высоких антиоксидантных показателей в геро-напитках.

Выводы:

- обоснован выбор пробиотических культур бифидо- и лактобактерий для производства геро-продуктов;
- исследованы органолептические, физико-химические, микробиологические и биохимические показатели качества ферментированных молочных сгустков, полученных с использованием разных соотношений бифидо- и лактобактерий в симбиотических комплексах;
- определено рациональное соотношение между лакто- и бифидобактериями в составе симбиотических комплексов для производства кефира, простокваши и ацидофилина геродиетического назначения – 1:10, при котором полученные геро-напитки имеют нормируемые органолептические, физико-химические, микробиологические показатели и высокие пробиотические и антиоксидантные свойства;
- разработанные симбиотические комплексы могут быть использованы в производстве ферментированных молочных геро-напитков (кефира, простокваши и ацидофилина) для биотехнологической обработки пастеризованных обогащенных молочных смесей.

Таблица 3 – Зависимость органолептических физико-химических, микробиологических и биохимических показателей сквашенных молочно-зерновых сгустков от соотношения исходных концентраций лакто- и бифидобактерий для производства геро-ацидофилина

Наименование показателя	Значение показателя для геро-ацидофилина			
Симбиотический комплекс	1	2	3	4
Исходная концентрация СК <i>Bifidobacterium</i> , КОЕ/см ³	1·10 ⁵	1·10 ⁶	1·10 ⁶	1·10 ⁵
Исходная концентрация ЧК <i>Lb. acidophilus</i> , КОЕ/см ³	1·10 ⁵	1·10 ⁶	1·10 ⁵	1·10 ⁶
Органолептические показатели:				
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, с легким сладковатым привкусом корней солодки голой			
Консистенция	Однородная, с ненарушенным сгустком, вязкая, сметанообразная, без отделения сыворотки			
Цвет	Светло-персиковый, однородный по всей массе			
Физико-химические показатели:				
Титруемая кислотность, °Т	74,0±8,0	77,5±3,5	70,0±3,0	75,0±2,0
Активная кислотность, ед. рН	4,61±0,07	4,51±0,14	4,57±0,03	4,51±0,05
Влагоудерживающая способность, %	83±1	88±1	82±1	84±1
Вязкость 100 см ³ сгустка, с	243,0±3,0	287,0±4,0	276,5±1,5	271,0±4,0
Микробиологические показатели:				
Концентрация СК <i>Bifidobacterium</i> , КОЕ/см ³	(8,0±0,5)·10 ⁷	(1,0±1,1)·10 ⁹	(3,5±1,5)·10 ⁹	(6,0±1,0)·10 ⁸
Концентрация ЧК <i>Lb. acidophilus</i> , КОЕ/см ³	(6,0±0,1)·10 ⁸	(6,0±0,1)·10 ⁸	(6,0±0,1)·10 ⁸	(1,1±0,1)·10 ⁹
БГКП в 0,1 см ³	Отсутствуют			
Биохимические показатели:				
Биологическая активность, ед. акт.	498,0±5,0	497,5±1,0	506,0±2,0	504,5±1,5
Содержание малонового диальдегида, мг/100 г	105,2±2,5	103,0±3,0	102,5±1,5	104,5±2,5

Разработаны технологии производства геро-кефира, геро-простокваши и геро-ацидофилина с использованием предложенных симбиотических комплексов на молочной и молочно-зерновых основах. На разработанные продукты получены декларационные патенты Украины на полезную модель [19 – 22].

Задачи дальнейших исследований: разработка и оформление нормативной документации на производство ферментированных молочных геро-напитков; проведение медико-биологических исследований ферментированных молочных напитков геродиетического назначения.

Литература

1. Григоров Ю.Г. Состояние питания людей старших возрастов // Вісник АМН України. – 2002. – Т. 8, № 4. – С. 703–715.
2. Григоров Ю.Г. Состояние питания людей старшего возраста на Украине // Вопр. питания. – 2003. – № 5. – С. 3–7.
3. Сучасний стан проблеми геродієтики в Україні / Ю.Г. Григоов, С.Г. Козловська, Т.М. Семесько Л.Л. Синьок // Вісник АМН України. – 2005. – № 3. – С. 77–89.
4. Выродов И.П. Геронтологические основы рационального питания и оздоровления организма // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001. – № 2–3. – С. 77–81.
5. Радаева А.И. Роль молочных геропродуктов в питании пожилых людей / И.А. Радаева, А.Н. Петров, А.Г. Галстян // Молочная пром-сть. – 2001. – № 5. – С. 34–36.
6. Старение: воспоминание о будущем // Лікування та діагностика. – 1998. – № 1. – С. 14.
7. Смоляр В.И. Рациональное питание. – К.: Наукова думка, 1991. – 368 с
8. Functional food and functional drinks in Japan. Food industri Bulletin. 2000. [http:// www.japanscan.com](http://www.japanscan.com).
9. Дидух Н.А. Формирование представлений о рационе питания пожилых людей в соответствии с требованиями современной нутрициологии / Н.А. Дидух, Г.В. Дидух, А.П. Чагаровский // Сб. науч. тру-

- дов науч.-практ. конф. «Теорія та практика виховної роботи в студентському колективі». – Том 1. – Одеса: ОГАПТ. – 1997. – С. 66–68.
10. Григоров Ю.Г. Питание после шестидесяти / Ю.Г. Григоров, С.Г. Козловская. – К.: Знание, 1985. – 48 с.
 11. Методические рекомендации по организации питания людей пожилого и старческого возраста. – М.: Институт питания, 1975. – 47 с.
 12. Дідух Г.В. / Використання вторинної молочної сировини у виробництві молочних продуктів // Г.В. Дідух, Н.А. Дідух // Молочное дело // № 1. – 2006. – С. 16–19.
 13. Дідух Н.А. Використання рослинних олій у виробництві молочних геропродуктів / Н.А. Дідух, А.П. Зайцева // Молочна пром-сть. – № 9. – 2006. – С. 23–27.
 14. Дідух Н.А. Використання коренів солодки голої у виробництві молочних продуктів оздоровчого призначення / Н.А. Дідух, С.І. Вікуль // Молочна пром-сть. – № 4(29). – 2006. – С. 38–40.
 15. Дідух Н.А. Антиоксидантный комплекс для ферментированных молочных напитков геродиетического назначения // Молочна пром-сть. – № 7. – 2007. – С. 38–44.
 16. Бифидобактерии и использование их в молочной промышленности / Красникова Л.В., Салахова И.В., Шаробайко В.И., Эрвольдер Т.М. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1992. – 32 с.
 17. Biavati B. Probiotics and Bifidobacteria / B. Biavati, V. Bottazzi, L. Morelli. – Novara (Itali): MOFIN ALCE, 2001. – 79 p.
 18. Шевелева С. А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса // Вопр. питания. – 1999. – № 2. – С. 32–39.
 19. ПАТ. 30063. Україна, МПК (2006) A23C 21/00. Кисломолочний напій геродієтичного призначення / Н.А. Дідух. – Бюл. № 3; Заявлено 12.10.2007; Опубл. 11.02.2008. – 10 с.
 20. ПАТ. 32196. Україна, МПК (2006) A23C 21/00. Ферментований молочно-рисовий напій геродієтичного призначення / Н.А. Дідух, Г.В. Дідух. – Бюл. № 9; Заявлено 14.12.2007; Опубл. 12.05.2008. – 14 с.
 21. ПАТ. 32195. Україна, МПК (2006) A23C 21/00. Ферментований молочно-вівсяний напій геродієтичного призначення / Н.А. Дідух, Г.В. Дідух, Т.Ат Лисогор. – Бюл. № 9; Заявлено 14.12.2007; Опубл. 12.05.2008. – 14 с.
 22. ПАТ. 32197. Україна, МПК (2006) A23C 21/00. Ферментований молочно-гречаний напій геродієтичного призначення / Н.А. Дідух. – Бюл. № 9; Заявлено 14.12.2007; Опубл. 12.05.2008. – 14 с.

УДК [637.146:613.3]:577.15

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ НОРМАЛИЗОВАННОЙ СМЕСИ НА ПРОЦЕСС СКВАШИВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТА

Лысогор Т. А., канд. техн. наук, доцент, Христич О. Н., ст. лаборант,
Кручек О. А., канд. техн. наук, ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В работе приведена сравнительная характеристика процесса сквашивания молочных смесей, нормализованных разными компонентами – сухим молоком, сгущенным молоком, криоконцентратом и ультрафильтратом обезжиренного молока. Показана возможность использования для нормализации смеси при производстве йогурта криоконцентрата.

The comparative description of ripening of milk mixes normalized by different components (like dry milk, condensed milk, crioconcentrate and ultrafiltrate of skimmed milk) is described in this research. The possibility of crioconcentrate's usage for the purpose of mixtures' normalization during yoghurt production is demonstrated.

Ключевые слова: йогурт, сухое молоко, сгущенное молоко, криоконцентрат обезжиренного молока, ультраконцентрат обезжиренного молока.

Проблема обеспечения населения высококачественными продуктами питания имеет большое социальное значение. Полноценный рацион является не только основным фактором качества жизни, трудоспособности, физической и умственной активности, сохранения здоровья и долголетия, но и профилактикой многих заболеваний.

Как утверждает статистика, сегодня уже около 30 % населения употребляют йогурт, и число потребителей этого продукта постоянно растет.

Согласно данным СМИ Европы, в Германии на одного человека в год приходится примерно 12 кг, во Франции – 17 кг. Для жителей СНГ этот продукт относительно новый, поэтому не столь популярный. По средним оценкам потребление йогурта в Украине в год на одного человека составляет 1,5 кг [1, 2]. Такое низкое потребление йогуртов связано со многими факторами:

- недостаточная ознакомленность населения о полезности йогуртов;
- дороговизна йогуртов;
- малообеспеченность населения;
- традиционное потребление других видов кисломолочных продуктов.

Перспективность йогурта очевидна – он универсален, хорошо сочетается с разными добавками, пищевыми продуктами, что уже позволяет разнообразить ассортимент практически безгранично, тем самым, увеличивая объем производительности.

По оценкам экспертов, йогурт не только вкусный и полезный, но и считается одним из лучших естественных лекарств. Молочная кислота, содержащаяся в продукте, подавляет гнилостные процессы в толстом кишечнике; молочный белок, частично гидролизированный протеазами *Lactobacillus bulgaricus*, усваивается организмом гораздо быстрее, чем молоко; йогурт богат белками, минеральными солями, ферментами и витаминами. При дисбактериозе рекомендуют употреблять йогурт для восстановления нормальной микрофлоры. Он является природным антибиотиком. Йогурт способен уничтожить некоторые виды амёб, и такие опасные бактерии, как стафилококки, стрептококки и тифозные палочки [3, 4].

Из перечисленного можно сделать вывод, что йогурт является не только полноценным продуктом питания, но и обладает иммунологическими и защитными свойствами.

Йогурт – это кисломолочный напиток, который вырабатывают с повышенным содержанием сухих веществ, поэтому йогурт отличается повышенной пищевой и биологической ценностью [5].

Нормализацию при производстве йогурта проводят по двум показателям: жиру и сухим веществам. При увеличении СОМО в смеси ее титруемая кислотность повышается вследствие буферного действия добавленных белков, фосфатов, цитратов, лактатов и других компонентов молока. Это может привести к снижению продолжительности образования геля.

Вместе с тем различные уровни СОМО в молоке влияют на продолжительность жизни одного поколения бактериальных клеток и их количества в йогурте. Оптимальными значениями оказались 12 и 14 г СОМО/100 г. Для повышения массовой доли сухих веществ традиционно применяют сухое обезжиренное молоко, сгущенное молоко и концентрат, полученный ультрафильтрацией обезжиренного молока [6]. Нами предложено использование также криоконцентрата обезжиренного молока. Компоненты нормализованной смеси наряду с другими факторами (вид и активность бактериальной закваски, режимы пастеризации, гомогенизации, сквашивания) могут оказывать влияние на качество готового продукта, в первую очередь на его органолептические показатели и характер сгустка.

Цель настоящей работы – изучить влияние компонентов нормализованной смеси на процесс сквашивания при использовании двух видов заквасок (Yo-Yo и Yo-flex).

Для реализации поставленной цели были определены следующие задачи:

- получить в лабораторных условиях компоненты для нормализации смеси – сгущенное обезжиренное молоко, ультраконцентрат и криоконцентрат обезжиренного молока;
- приготовить нормализованные смеси с одинаковыми массовыми долями сухих веществ, белка и жира, используя цельное, обезжиренное молоко, сухое и сгущенное обезжиренное молоко, ультраконцентрат и криоконцентрат обезжиренного молока;
- исследовать процесс сквашивания нормализованных смесей двумя видами йогуртовой закваски.

При выполнении работы использовали стандартные и общеизвестные органолептические и физико-химические методы определения качества сырья и готовой продукции.

Для проведения исследований использовали сырье со следующими физико-химическими показателями: массовая доля сухих веществ – 11,3 %, жира – 3,2 %, белка – 2,8 %, титруемая кислотность – 16 °Т, активная кислотность – 6,61 ед. рН.

Криоконцентрат получали на экспериментальной установке кафедры процессов и аппаратов ОНАПТ. Сырое молоко подогревали до температуры 40...45 °С и сепарировали на лабораторном сепараторе. Обезжиренное молоко с температурой 10 – 12 °С заливали в емкость для раствора установки, затем фиксировали положение емкости с молоком так, чтобы поверхность молока соприкасалась с кристаллизатором. Емкость с молоком закрывали изолированной крышкой с закрепленной в ней термопарой. Полученный криоконцентрат имел следующие физико-химические показатели: массовая доля сухих веществ – 14,2 %, белка – 4,9 %, жира – 0,09 %.

Для получения сгущенного обезжиренного молока сырое молоко после сепарирования сгущали на лабораторной вакуум-выпарной установке кафедры технологии молока и сушки пищевых продуктов ОНАПТ. Разряжение составляло – 0,4 МПа, температура сгущения – 65 °С. В сгущенном обезжиренном молоке массовая доля сухих веществ составила 26 %, жира – 0,16 %, белка – 8,96 %.

Ультраконцентрат обезжиренное молоко получали на ультрафильтрационной лабораторной установке кафедры технологии молока и сушки пищевых продуктов. Предварительно подготовленное молоко заливали в емкость установки, с помощью циркуляционного насоса центробежного типа. Молоко через шланги подавали во входной патрубок мембранного модуля. Молоко циркулировало по замкнутому контуру: емкость – насос – модуль – емкость – насос. С помощью вентиля и отборочного шланга поток молока распределялся на две ветви. Таким образом, в установке регулировалась скорость потока через мембранный модуль путем изменения исходного отверстия вентиля. Полученный концентрат имел следующие показатели: массовая доля сухих веществ – 13,28 %, белка – 7,84 %, жира – 0,14 %.

Для нормализации сухим обезжиренным молоком использовали готовый продукт Балтского молочного-консервного завода детского питания, выработанного по ДСТУ 4273:2003.

Нормализацию проводили в соответствии с уравнениями материального баланса. Массовая доля сухих веществ в нормализованных смесях составляла 12,5 %, в т. ч. жира – 1,5 %, белка – 3,8...3,9 %.

Нормализованную смесь пастеризовали при температуре 95 °С с выдержкой 5...6 минут. Высокие режимы пастеризации молока обеспечивают образование прочного сгустка, который хорошо удерживает сыворотку. Это объясняется процессами комплексообразования между казеином и денатурированными сывороточными белками [7].

После пастеризации образцы нормализованных смесей охлаждали до температуры 40...42 °С и в них вносили закваски из расчета 10^5 на 1 см³ продукта. Нормализованную смесь заквашивали двумя йогуртовыми заквасками Yo-Yo и Yo-flex. Yo-flex – это термофильная йогуртовая культура, которая содержит определенную смесь *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*, а YoYo – это йогуртовая культура, в состав которой входит *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* и *Bifidobacterium breve*.

Заквашенные образцы помещали в термостат при температуре 38...40 °С. Исследовали процесс сквашивания до образования сгустка. Критериями оценки процесса сквашивания были – титруемая кислотность, активная кислотность и вязкость. Показания снимали через каждый час. На рис. 1 – 2 представлены изменения активной и титруемой кислотности, на рис. 3 – 4 – вязкости при сквашивании нормализованных смесей.

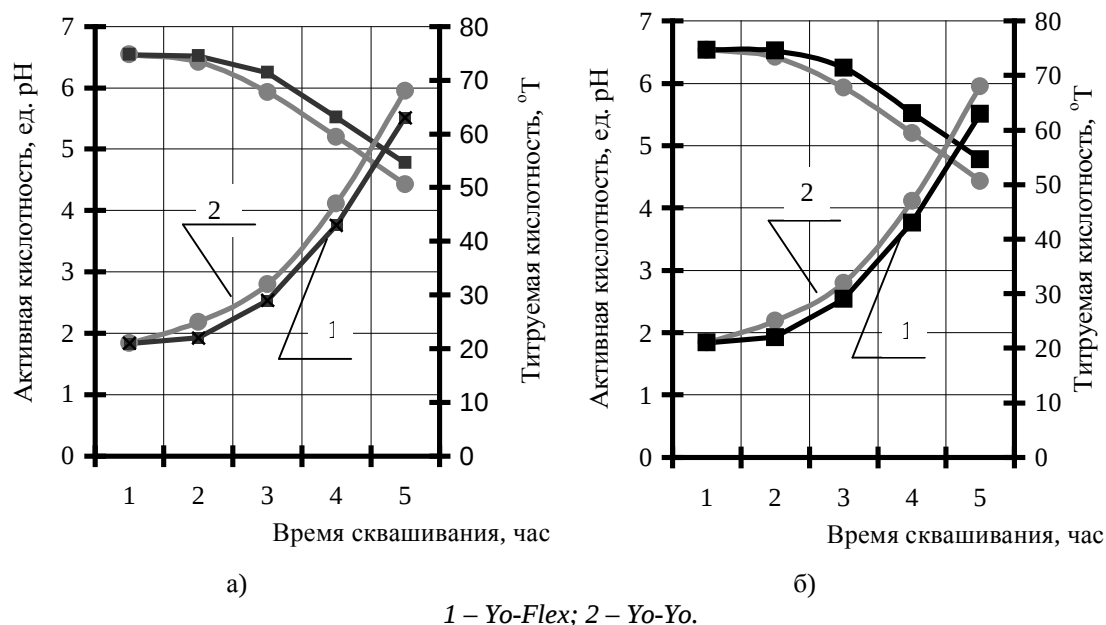


Рис. 1 – Изменение активной и титруемой кислотности при сквашивании смеси, нормализованной криоконцентратом обезжиренного молока (а) и сгущенным обезжиренным молоком (б)

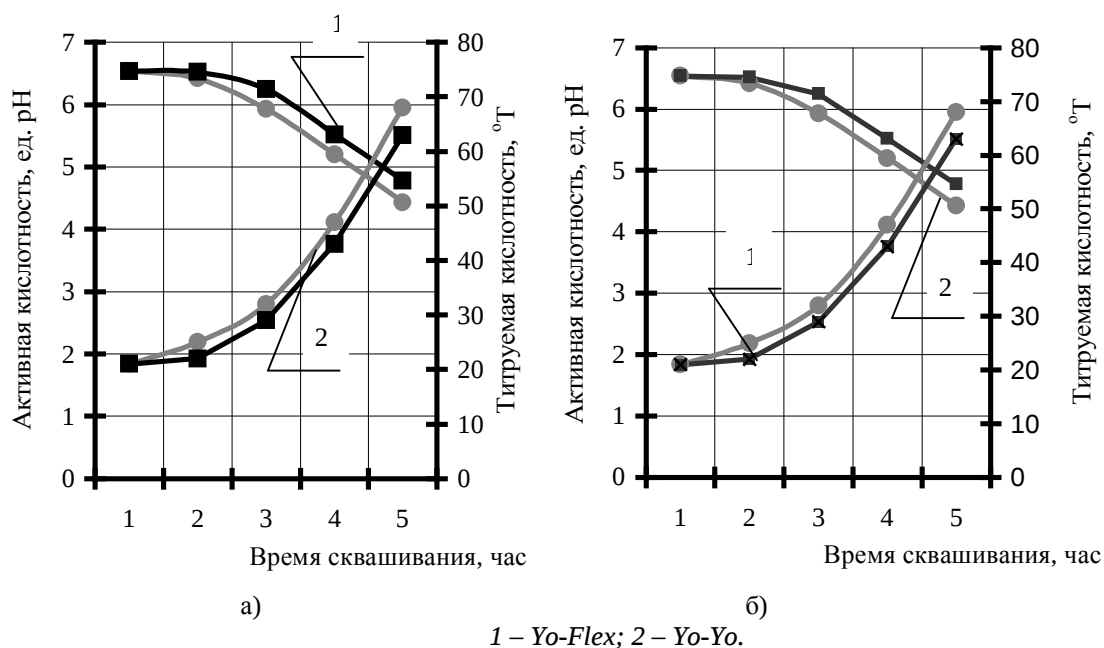


Рис. 2 – Изменение активной и титруемой кислотности при сквашивании смеси, нормализованной ультраконцентратом обезжиренного молока (а) и сухим обезжиренным молоком (б)

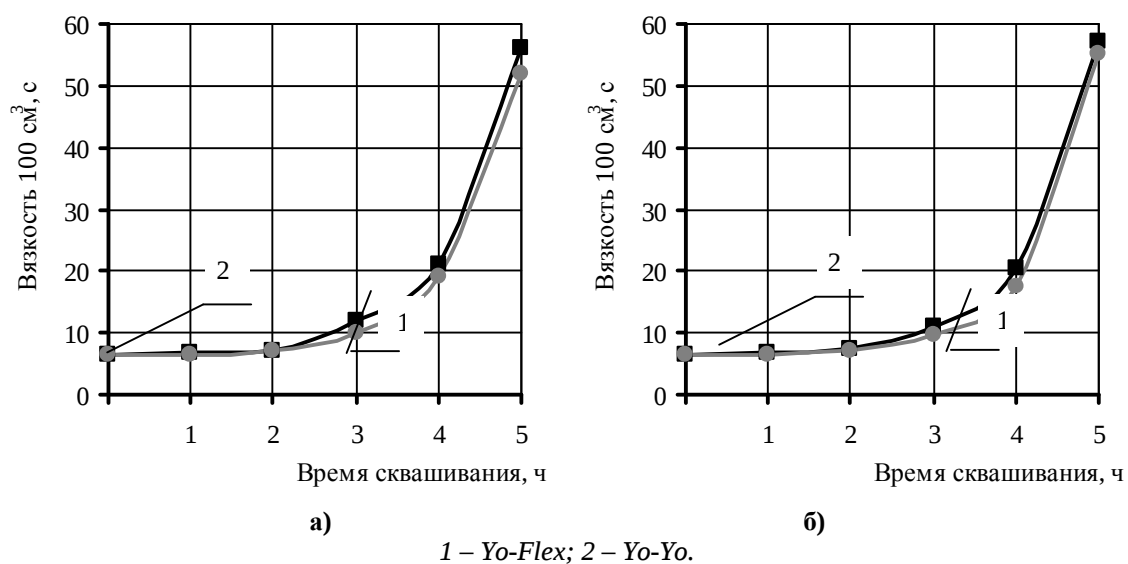


Рис. 3 – Изменение вязкости при сквашивании смеси, нормализованной криоконцентратом обезжиренного молока (а) и сгущенным обезжиренным молоком (б)

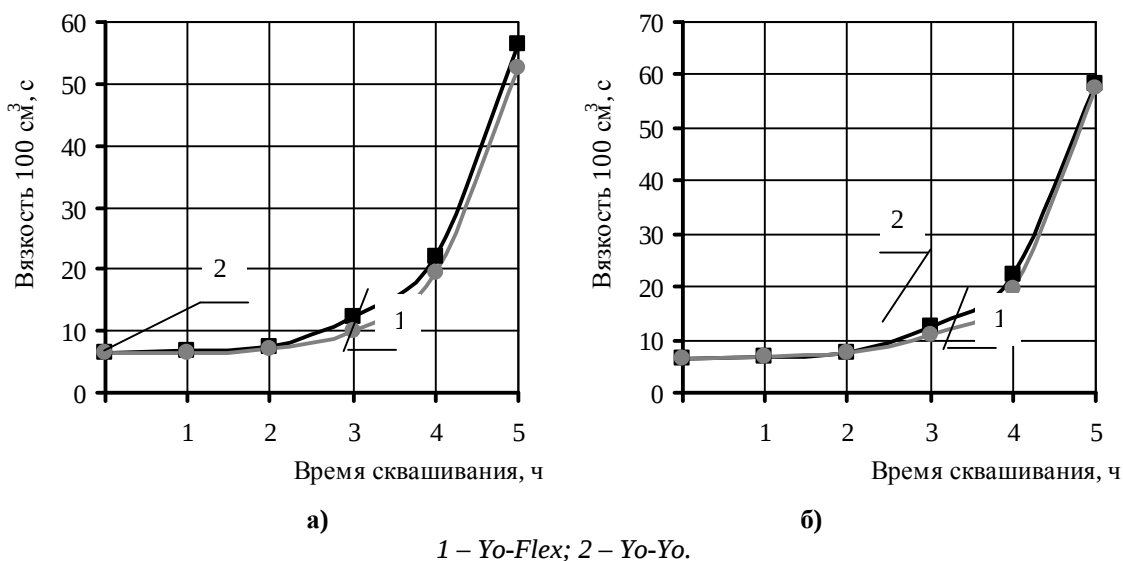


Рис. 4 – Изменение вязкости при сквашивании смеси, нормализованной ультраконцентратом обезжиренного молока (а) и сухим обезжиренным молоком (б)

Как видно из приведенных данных существенных различий в процессе сквашивания смесей, нормализованных разными ингредиентами, не наблюдается. Во всех образцах в течение первых двух часов происходит незначительные изменения активной и титруемой кислотности и вязкости, что свидетельствует о скрытой коагуляции белков, когда только отдельные мицеллы казеина потеряли заряд и образовали агрегаты. Начиная с третьего часа активно нарастает кислотность и увеличивается вязкость. Образование сгустка происходит в образце, заквашенном закваской YoYo – через 4,5 часа, а с закваской Yo-flex – через 5 часов. Это может быть связано с тем, что в составе закваски YoYo преобладает болгарская палочка, которая является более сильным кислотообразователем, чем термофильный стрептококк. В то же время в образцах, заквашенных закваской Yo-flex сгусток более прочный. Очевидно, на характер сгустка в образцах с закваской YoYo оказывает влияние *Bifidobacterium breve*, который по своей природе способен образовывать более нежные и мягкие сгустки.

Выводы

1. Ингредиенты, используемые для нормализации смеси при производстве йогурта (сухое молоко, криоконцентрат, ультрафильтрат обезжиренного молока и сгущенное обезжиренное молоко) не оказывают существенного влияния на процесс сквашивания и характер сгустка.
2. На характер сгустка в большей степени оказывает влияние вид и состав закваски, чем компоненты нормализованной смеси. При использовании закваски YoYo полученный сгусток имеет более нежную консистенции, а с закваской Yo-flex – более плотную.

Литература

1. Чагаровский А.П. Кисломолочные продукты – тенденции рынка // Молочна промисловість – 2006 – №3 (28). – С.16 – 19.
2. Кисломолочные напитки (обзор рынка) / Пер. А. В. Бережной // Молочная промышленность. – 2007. – № 6 – С. 46 – 47.
3. Тихая А. Йогурта ложка прибавляет здоровья немножко // Молочное Дело. – 2007. – № 3 – 4. С. 5 – 8.
4. Мухина Ю. 10 причин, почему йогурт самая здоровая пища / перевод с англ. Ю. Мухиной // Молочное Дело. – 2007. – № 6 – 7. С. 42 – 45.
5. Горбатова К. К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов. – СПб.:ГИОРД, 2004. – 352 с.
6. Тамин А.И. Йогурт и другие кисломолочные продукты / А.И. Тамин, Р.К. Робинсон // – СПб: Профессия, 2003. – 664 с.
7. Твердохлеб Г.В. Технология молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, Г.Ю. Сажин, Р.И. Раманаскас. – М.:ДеЛи принт, 2006. – 616 с.

УДК 637.146.34:602.4:613.2

ПРИМЕНЕНИЕ ИНГИБИТОРА ПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ α -АМИЛАЗЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТА

Крусир Г. В. канд. техн. наук, доцент, Кушнир Н. А. аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Показана целесообразность применение БАД, содержащей ингибитор панкреатической амилазы при производстве йогурта.

Expediency of using BAA containing inhibitor pancreatic amylase in processing yogurt has been shown.

Ключевые слова: сахарный диабет, йогурт, БАД, ингибитор панкреатической амилазы.

Высокая распространенность сахарного диабета – тяжелого заболевания эндокринной системы в развитых странах, в том числе и в Украине, где количество больных составляет более 3 % населения, тяжелые осложнения ставят его в ряд заболеваний цивилизации, требующих широкого проведения лечебно-профилактических мероприятий.

Одним из основных направлений профилактики сахарного диабета в развитых странах является использование биологически активных добавок (БАД), содержащих ингибиторы панкреатической амилазы, которые благодаря свойству торможения расщепления крахмала и крахмалоподобных пищевых полисахаридов, способны снижать уровень глюкозы в крови. Применение растительных ингибиторов α -амилаз не вызывает “эффект привыкания”, растительный источник содержит сопутствующие полезные биологически активные вещества [1].

Для восстановления нарушенного микробного биоценоза человека и животных используются разнообразные приемы. Наиболее эффективным является введение в больших количествах антагонистических штаммов бактерий – представителей нормальной микрофлоры. Особое внимание привлекает изучение применения продуктов лечебного и профилактического действия на основе молочнокислых бактерий. В последние годы наблюдается динамический рост объемов производства и ассортимента кисломолочных продуктов направленного действия, особое место среди которых отводится продуктам, содержащим бифидо- и лактобактерии.

На сегодняшний день производится широкий ассортимент кисломолочных продуктов с определенным вкусом, реологическими и лечебно-профилактическими свойствами с использованием для ферментирования различных видов микроорганизмов [2, 3]. Среди новых видов кисломолочной продукции, присутствующих на нашем рынке, особое внимание привлекают йогурты. Такой спрос обусловлен не только их лечебно-профилактическими свойствами, но и вкусовыми качествами. Выпускаются йогурты с различным содержанием жира, с добавлением широкого спектра фруктовых наполнителей. В состав микрофлоры заквасок для йогурта по классической технологии входят термофильные молочнокислые бактерии: *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* и *Lac. delbruescii ssp. bulgaricus*. В последнее время эти культуры используют в комбинации с представителями кишечной микрофлоры родов *Lactobacillus*, *Enterobacter*, *Bifidobacterium*.

Целью данного исследования явилась разработка рекомендаций по использованию БАД, содержащей ингибитор панкреатической α -амилазы, в производстве йогурта.

Напитки вырабатывали из пастеризованного, нормализованного по жирности молока (массовая доля жира 0,5 %, что объясняется особенностями питания лиц, страдающих сахарным диабетом) [4, 5] с добавлением от 0,2 до 0,6 мг БАД, содержащей ингибитор панкреатической амилазы, на 100 г готового продукта. Доза БАД вносимой в нормализованное молоко соответствует медико-биологическим исследованиям, проведенным в лаборатории биохимической фармакологии ГП «ГНЦЛС», г. Харьков. Для заквашивания молока использовали закваску непосредственного внесения FD-DVS YC-180 на основе *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii* подвид *bulgaricus*.

Для разработки технологии нового кисломолочного напитка изучены особенности роста микроорганизмов, свертывания молочной смеси, влияние технологических режимов и стадии внесения БАД на качество йогурта и рост микроорганизмов.

Принципиальным отличием технологии является внесение биологически активной добавки на различных стадиях.

Первый способ предусматривает внесение биологически активной добавки диабетического назначения в холодное молоко с последующей пастеризацией при температуре (95–98) °С с выдержкой 5 минут и охлаждением до температуры (40±1) °С и вносим закваску FD-DVS HC-180 в количестве $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см³. Второй способ предусматривает внесение биологически активной добавки диабетического назначения непосредственно в пастеризованное горячее при температуре (95–98) °С молоко с последующим охлаждением до (40±1) °С, вносили такое же количество закваски и сквашивали. Степень влияния используемой биологически активной добавки отражают графики зависимости активной кислотности от времени сквашивания и массовой доли вносимой биологически активной добавки (рис. 1, 2).

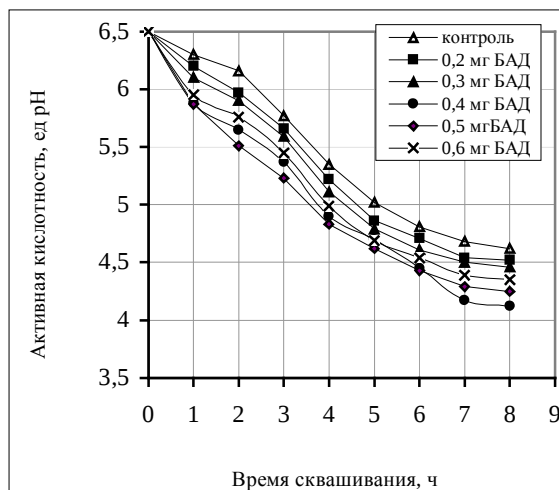


Рис. 1 – Динамика кислотообразования FD-DVS YC-180 при внесении БАД в различных концентрациях до пастеризации (n = 3, P ≥ 95)

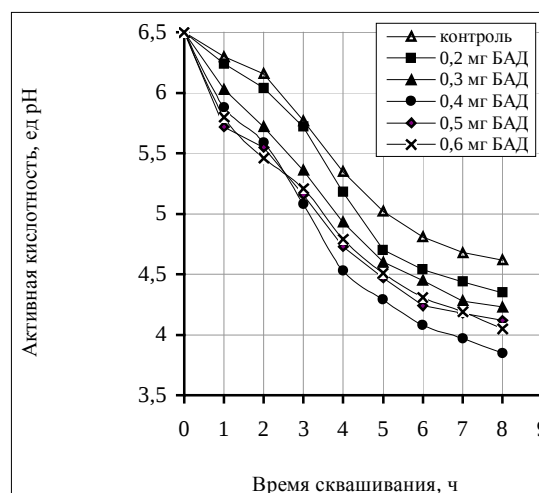


Рис. 2 – Динамика кислотообразования FD-DVS YC-180 при внесении БАД в различных концентрациях после пастеризации (n = 3, P ≥ 95)

Как видно из представленных на рис. 1 данных, при внесении БАД, содержащей ингибитор панкреатической амилазы в молочную смесь до пастеризации начало образования сгустка во всех образцах соответствует 3,5–4 часам сквашивания, достигаемая при этом активная кислотность составляет pH 4,8–4,9. Кислотность продукта снижается до pH 4,5–4,7 через 5–6 часов сквашивания. Полученные данные (рис. 2) свидетельствуют о том, что скорость образования сгустка выше в случае введения БАД в горячее молоко после пастеризации. Начало образования сгустка соответствует 2,5–3 часам сквашивания, при этом активная кислотность достигает значения pH 5,1–5,25. В случае введения БАД в количестве 0,3 мг на 100 см³ молока кислотность продукта снижалась до pH 4,4–4,5 через 4 часа сквашивания, что приблизительно в 2 раза меньше, чем время сквашивания контрольного образца.

Изучена динамика накопления биомассы молочнокислыми микроорганизмами в зависимости от массовой доли вносимой БАД (рис. 3).

Сравнивая контрольный образец йогурта без введения БАД (образец 1) и образцы с БАД с концентрациями от 0,2 до 0,6 мг на 100 г готового продукта (образцы 2–6) можно сделать вывод, что вносимая биологически активная добавка оказывает влияние на накопление биомассы используемых культур. Так, если за 100 % принять количество микроорганизмов в готовом йогурте без введения БАД, то при введении БАД их количество возрастает от 35 до 68 %. Такое значительное накопление биомассы молочнокислыми культурами объясняется тем, что в состав БАД входит полисахарид агар, являющийся стимулятором роста микроорганизмов.

Из представленного графика (рис. 3) видно, что наилучшие результаты по накоплению биомассы культурами достигаются с использованием БАД в концентрации 0,6 мг на 100 г продукта. Однако целесообразно вводить БАД в концентрации 0,3 мг на 100 г продукта, так как дальнейшее увеличение не приводит к значительному росту биомассы культур.

Проведены исследования по определению биологической активности кисломолочного продукта (рис. 4).

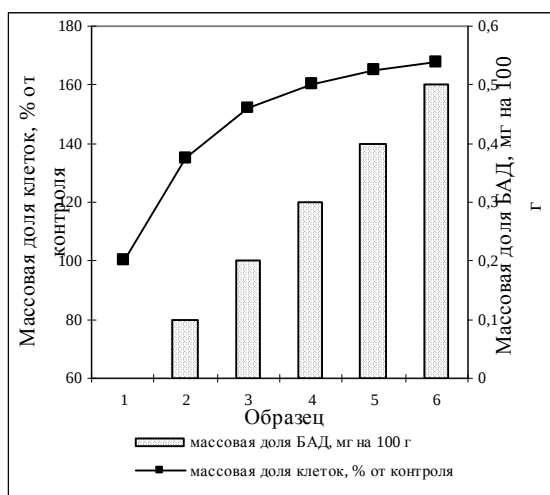


Рис. 3 – Динамика накопления биомассы культурами в присутствии БАД

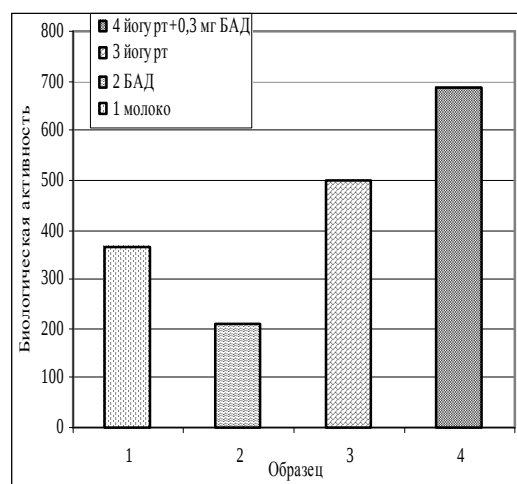


Рис. 4 – Влияние БАД на биологическую ценность йогурта диабетического назначения

Из представленных на рис. 4 экспериментальных данных исследования биологической активности йогурта с БАД можно заключить, что образец, включающий БАД в концентрации 0,3 мг на 100 г продукта, проявляет высокую биологическую активность, что можно объяснить присутствием в БАД в том числе сопутствующих биологически активных веществ растительного источника (мучки овса): растительный белок, углеводы, водо- и жирорастворимые витамины, макро- и микроэлементы.

Одним из факторов, определяющих поведение молочнокислых бактерий в ценозах, выступает адгезивность, являющаяся важным критерием отбора микроорганизмов в качестве основы для препаратов – пробиотиков. Штамм или эубиотик должен иметь четко выраженные адгезивные свойства, но при этом не должен выступать в роли конкурента за места адгезии с эндогенной микрофлорой. Адгезивность бактерий – один из основных факторов, определяющих взаимоотношения между микроорганизмом и макроорганизмом.

Для определения адгезивной способности микроорганизмов закваски проведены исследования на эритроцитах бычьей крови. Результаты исследований адгезивных свойств представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Показатели адгезивности исследуемых штаммов микроорганизмов ($n = 3$, $P \geq 95$)

Микроорганизмы	Индекс адгезивности микроорганизмов	Степень адгезии
<i>Streptococcus thermophilus</i>	$4,50 \pm 0,46$	Высокая
<i>Lactobacillus delbruekii</i> подвид <i>bulgaricus</i>	$2,74 \pm 0,25$	Средняя

Полученные данные показали, что микроорганизмы, развивающиеся в продукте содержащем БАД диабетического назначения не только значительно накапливают биомассу, но и характеризуются значительной степенью адгезии, что способствует увеличению способности их задерживаться в организме человека.

Результаты исследований свидетельствуют о существенном влиянии вносимой БАД на показатели качества йогурта диабетического назначения (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели полученных йогуртных сгустков (n = 3, P ≥ 95)

Наименование показателя	Кисломолочный напиток	
	без БАД	с БАД
Физико-химические показатели		
Титруемая кислотность, ° Т	68 ± 1	73 ± 1
Активная кислотность, рН	4,48 ± 0,05	4,54 ± 0,05
Вязкость, с	47,0 ± 0,05	67,8 ± 0,05
Влагоудерживающая способность, %	67,0 ± 1	85,0 ± 1
Органолептические показатели		
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный без посторонних привкусов и запахов	
Консистенция	Однородная с ненарушенным сгустком	
Цвет	Белый, однородный по всему объему	

Использование БАД диабетического назначения, содержащей иммобилизованный ингибитор панкреатической амилазы, позволило предложить её использование в производстве йогурта в качестве функционального ингредиента диабетического назначения. Технологическая схема производства йогурта диабетического представлена на рис. 3.

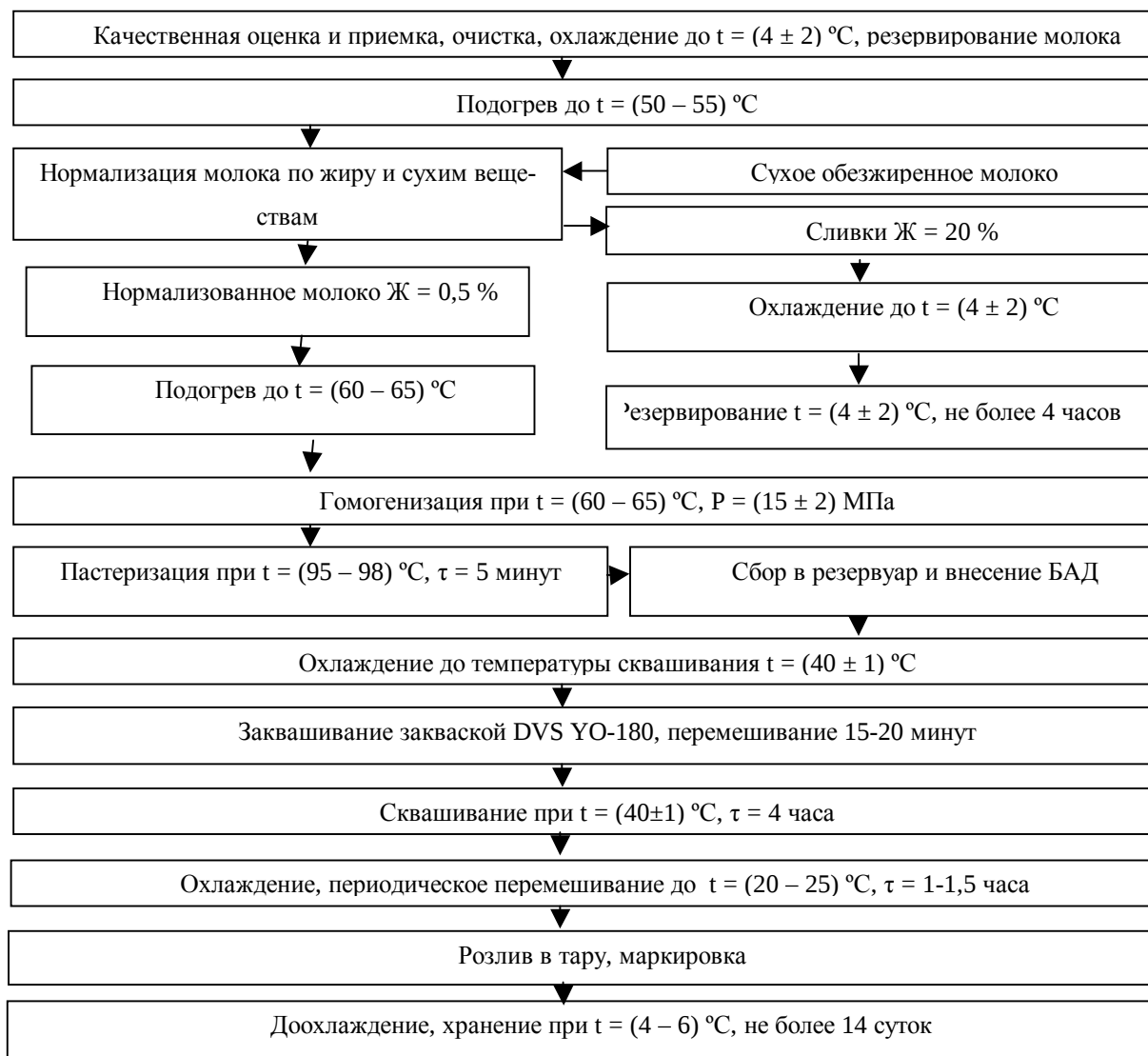


Рис. 3 – Технологическая схема производства йогурта с БАД, содержащей ингибитор панкреатической амилазы.

Выработана партия йогурта диабетического назначения с массовой долей жира 0,5 % по разработанной технологии на ВАТ «Владимирецкий молочный завод», г. Владимирец в количестве 100 кг и рассчитана экономическая эффективность производства данного продукта. Дальнейшими задачами исследования являются разработка и утверждение нормативной документации на йогурт диабетический.

Література

1. Кабачный П. И. Перспективы создания лекарственных средств гипогликемического действия на основе природных ингибиторов амилалитических ферментов: Лекарственные средства. Экономика, технология и перспективы получения. Обзор. Информ. – М.: ВНИИСЭНТИ Минмедпрома СССР, 1990. – Вып. 1. – 23 с.
2. Лук'янчук В. М. Актуальні проблеми молочної галузі // Молочна промисловість. – 2002. – № 1. – с. 16 – 17.
3. Полежаева Т.А., Петрунина Е.Б., Плагенов А.Б. Биологическая ценность кисломолочных продуктов с наполнителями растительного происхождения // Молочная промышленность. – 1998. – № 4. – с. 19 – 20.
4. Патент 30077. Україна, МПК (2007) u 11533 Композиція для йогурту діабетичного призначення / Н. О. Могилянська, Н. А. Дідух. – Бюл. № 3; Заявлено 18.10.2007; Опубл. 11.02.2008.- 10 с.
5. Патент 31008. Україна, МПК (2007) u 11529 Йогурт діабетичного призначення / Н. О. Могилянська, Н. А. Дідух., Т. А. Лисогор – Бюл. № 6; Заявлено 18.10.2007; Опубл. 25.03.2008.- 10 с.

УДК 637. 238.2

ВПЛИВ ЦИТРУСОВОГО ПЕКТИНУ НА СТРУКТУРУ І КОНСИСТЕНЦІЮ ВЕРШКОВОГО МАСЛА

Українець А.І., д-р техн. наук, професор,
Рашевська Т.О., канд. техн. наук, доцент, Степанищев М.І., студент
Національний університет харчових технологій
м. Київ

Наведено результати досліджень вершкового масла, збагаченого різновидами цитрусового пектину. Встановлено, що внесення цитрусового пектину сприяє поліпшенню якості масла. Доведено доцільність використання цитрусового пектину в маслоробстві.

Ключові слова: вершкове масло, цитрусовий пектин, консистенція, руйнування і відновлення структури.

The Brought results of the studies of the cream butter, enriched by different type citrus pectin. It Is Installed that contributing the citrus pectin influences upon improvement quality butters. Proved usefulness of the use the citrus pectin in butter making.

The Keywords: cream butter, citrus pectin, consistency, destruction and recovering structures.

У зв'язку з погіршенням екологічної ситуації, техногенним забрудненням довкілля, надмірною загазованістю атмосферного повітря, зараженням питної води і продуктів харчування виникає безліч захворювань, яких можна було б уникнути завдяки раціональному харчуванню [1-3].

На сьогоднішній день незаперечним став факт, що саме харчування формує кожну людину. За всі часи існування людства були спроби встановити зв'язок між станом здоров'я людини і структурою її харчування [1,2]. В кінці XX століття встановлено, що основні захворювання цивілізації безпосередньо пов'язані з порушенням в структурі харчування (серцево-судинні, атеросклероз, онкологічні хвороби, цукровий діабет, ішемічна хвороба, захворювання печінки, нирок, синдром хронічної втоми) [1,2].

Тому уникнути ризику більшості захворювань можливо за рахунок створення нових харчових продуктів, які мають функціональні властивості та направлені на захист і збереження здоров'я населення України [2,3].

Із наведених факторів відомо, що особливої актуальності набуває створення якісно нових харчових продуктів з лікувально-профілактичними властивостями, які спрямовані на запобігання різних захворю-

вань, пов'язаних з харчуванням. Молочні продукти в Україні, як і в більшості країн світу, є одним із основних компонентів раціону харчування людини, де важливе місце посідає вершкове масло. Варто зауважити, що масло входить до щоденного раціону усіх верств населення і різних вікових категорій.

У радіаційно несприятливих районах із молочних продуктів лише у вершковому маслі не накопичуються радіоактивні елементи. Це обумовлює доцільність створення видів вершкового масла функціонального призначення. Враховуючи це, доцільним є введення в його склад харчових добавок, які мають лікувально-профілактичні властивості [1,4,5].

Пектин відноситься до незамінних речовин для використання у виробництві харчових продуктів з оздоровчими та лікувально-профілактичними властивостями. Желеутворювальні, емульгуючі, піноутворювальні та комплексоутворювальні властивості пектину обумовлюють широке використання його в харчовій промисловості.

Пектин сприяє зниженню вмісту в організмі холестерину, крім того, він застосовується при захворюваннях, пов'язаних з порушенням обміну речовин (ожиріння, цукровий діабет), захворюваннях шлунково-кишкового тракту, печінки, підшлункової залози і інших [5,6]. Пектиновмісні продукти включають у дієту в умовах радіоактивного забруднення, при гострій променевій хворобі [3,6]. Сприятлива дія пектину на організм пов'язана з його чудовими ентеросорбуючими властивостями, що зв'язують і очищають від шкідливих речовин. На думку медиків, саме недолік натуральних ентеросорбентів в організмі може призводити до підвищення ризику виникнення згаданих захворювань шлунково-кишкового тракту, системи обміну речовин, а також серцево-судинної системи [2].

У НУХТ на кафедрі технології молока та молочних продуктів вперше розроблено вершкове масло «Пектинове» та затверджено НТД [7-9]. Вироблення його передбачено на існуючому в маслоцехах обладнанні способами сколочення та перетворення високожирних вершків (ПВЖВ). За результатами медико-біологічних випробувань та висновку МОЗ України вершкове масло з пектином рекомендоване для використання у лікувально-профілактичному та дієтичному харчуванні [10].

Мета роботи: дослідження впливу різновидів цитрусового пектину на якість вершкового масла та доцільність його використання у маслоробстві.

Комплексні дослідження вершкового масла, виробленого з яблучним пектином способом ПВЖВ, показали високу якість продукту. Встановлено [4,9-11], що внесення яблучного пектину поліпшує органолептичну оцінку вершкового масла, показники його структури і консистенції, покращує пластичність масла та запобігає утворенню вад консистенції, які характерні для вершкового масла, виготовленого способом ПВЖВ, а також гальмує мікробіологічні процеси псування масла [8].

При проведенні медико-біологічних випробувань спеціалістами клінік Інституту екології і токсикології імені Л.І. Медведя та Інституту мікробіології і вірусології було рекомендовано розробити технологію збагачення вершкового масла пектином, що дозволило б виготовляти невеликі партії масла з пектином у закладах лікувального та санітарно-курортного призначення, громадського харчування та на молокопереробних підприємствах, у тому числі з невеликими виробничими потужностями.

Технології збагачення вершкового масла пектином та іншими рослинними харчовими порошками нами були розроблені, на них отримано патенти та затверджені технологічні інструкції. Це дозволяє виробляти функціональні види масла невеликими партіями безпосередньо перед вживанням, в установах охорони здоров'я і закладах громадського харчування та на підприємствах у необхідному об'ємі.

Останнім часом на ринку України представлений лише цитрусовий пектин. В молочній промисловості його використовують при виготовленні кисломолочних продуктів і морозива. Для встановлення доцільності використання цитрусового пектину в маслоробстві необхідно дослідити його вплив на якість вершкового масла: органолептику, структуру та консистенцію.

Об'єкти та методи досліджень: об'єктом досліджень були зразки вершкового масла з різними видами цитрусового пектину, виготовленого способом збагачення.

Використали три види пектину, екстрагованого із цедри цитрусових плодів:

1-вискоетерифікований пектин з низьким ступенем осадження, вершкове масло ВМ₁;

2-вискоетерифікований пектин з високим ступенем осадження, вершкове масло ВМ₂;

3- низькоетерифікований пектин, вершкове масло ВМ₃.

Контролем слугувало вершкове масло без добавки (ВМ_к). Вміст вологи в усіх видах масла становить 25 %.

Вихідною сировиною слугувало вершкове масло з масовою часткою жиру 78 %, виготовлене способом ПВЖВ. Пектин вносили у вихідне вершкове масло у вигляді 5 % розчину. Для приготування розчину порошок пектину вносили у пастеризовану маслянку температурою 85 °С, витримували при цій температурі протягом 60 хвилин і періодично перемішували. Отриманий розчин пектину вносили у високожирні вершки згідно рецептури, вміст пектину в усіх видах вершкового масла становить 0,4 %. Контрольний зразок вершкового масла лише нормалізували за вмістом вологи.

Досліджували усі види масла свіжовиготовленими та після їх зберігання при температурі 5 °С протягом 20-ти діб. Проводили органолептичну оцінку масла. За загальноприйнятими методиками визначали: термостійкість масла [12], ступінь руйнування структури та відновлення зруйнованої структури при 18 °С за методикою Хайгтона [13], для чого твердість зразків масла визначали на пенетрометрі АП-4/2 по глибині занурення конуса з кутом заточки 60 ° згідно з рекомендацією [14].

Результати досліджень. За результатами органолептичної оцінки встановлено, що усі види вершкового масла з цитрусовим пектином мали приємний чистий смак і запах, характерний для вершкового масла, без сторонніх присмаків світло-жовтий однорідний колір та пластичну консистенцію.

Таблиця 1.

Термостійкість вершкового масла з різними видами цитрусового пектину.

Зразок масла	Термостійкість масла при тривалості зберігання, діб				
	1	3	5	10	20
ВМ _к	0,77	0,82	0,85	0,85	0,85
ВМ ₁	0,83	0,86	0,87	0,88	0,88
ВМ ₂	0,83	0,87	0,87	0,89	0,89
ВМ ₃	0,87	0,89	0,90	0,90	0,91

Термостійкість масла характеризує такий важливий для споживача показник як здатність продукту зберігати форму при підвищених температурах. В таблиці 1 наведено термостійкість вершкового масла з різними видами цитрусового пектину в процесі його зберігання при температурі 5 °С. Із таблиці видно тенденцію до підвищення термостійкості масла в процесі термостатування при температурі зберігання 5 °С. Термостійкість усіх зразків масла з пектином вища ніж контрольного. Дані таблиці показують, що термостійкість зразків масла з пектином вже на третю добу зберігання є сталою і згідно шкали методики дослідження [12] має оцінку «добра», а контрольний зразок лише на п'яту добу мав сталу термостійкість з оцінкою «задовільна». Найвищою термостійкістю характеризується масло з низькоетерифікованим пектином.

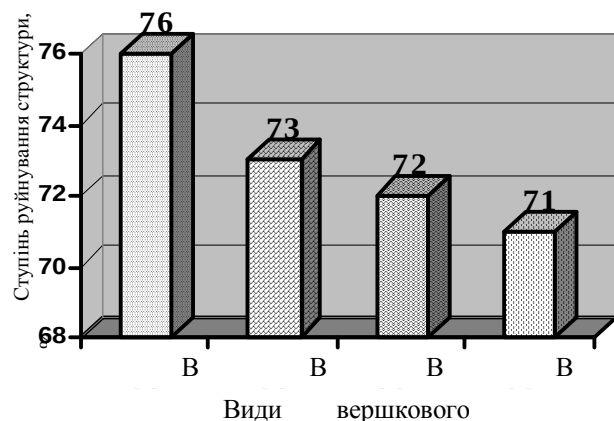


Рис.1. Ступінь руйнування структури вершкового масла з різними видами цитрусового пектину.

якій переважає коагуляційна. Ступінь руйнування їх структури мало різниться, але можна відмітити, що коагуляційний характер структури найбільше виражений в маслі з низькоетерифікованим пектином. В кристалізаційно-коагуляційній структурі контрольного зразка масла переважають кристалізаційні елементи.

Таким чином, дані ступеню руйнування структури дослідних зразків масла показали, що внесення цитрусового пектину спричинює формування кристалізаційно-коагуляційної структури вершкового масла, в якій переважає коагуляційна структура, яка сприяє утворенню оптимальної твердості та пластичності консистенції продукту.

Консистенція і структура вершкового масла взаємопов'язані. Важливою характеристикою консистенції вершкового масла є ступінь руйнування його структури та відновлення структури після руйнування. Згідно Хайгтону [13] при ступені руйнування структури 80 % і більше продукт має занадто тверду і крихку консистенцію, а в його структурі переважають кристалізаційні елементи, при ступені руйнування 70–75 % продукт характеризується оптимальною твердістю і пластичною консистенцією, в ньому переважає коагуляційна структура.

Результати дослідження ступеня руйнування структури зразків вершкового масла з різними видами цитрусового пектину наведено на рис. 1. Дані рисунка показують, що усі види масла з цитрусовим пектином мають кристалізаційно-коагуляційну структуру, в

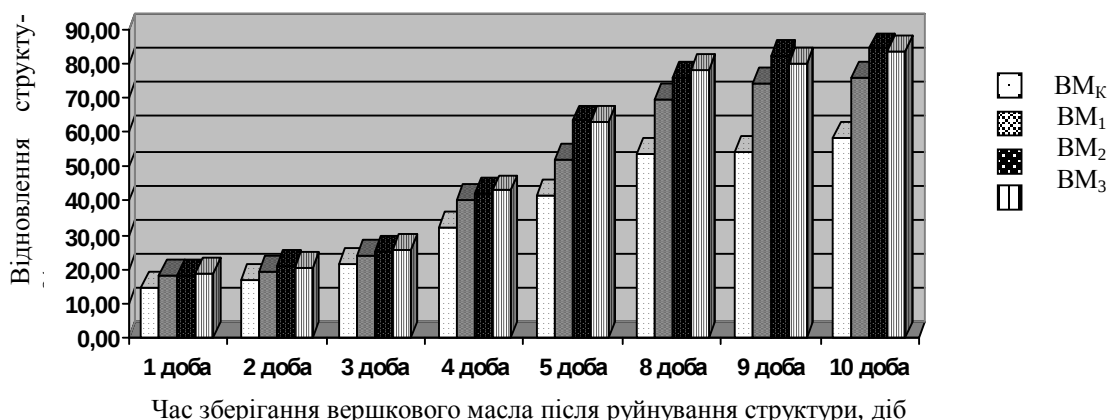


Рис. 2 – Відновлення структури зразків масла з різними видами пектину

Результати досліджень відновлення структури дослідних зразків показано на рис. 2. Із нього видно, що відновлення структури в зразках масла з цитрусовим пектином проходить швидше ніж в контрольному маслі. Процес відновлення структури в усіх зразках масла відбувається найбільш активно з четвертої до восьмої доби. На десятю добу показник відновлення структури усіх видів масла практично стабілізувався. Привертає увагу, що зразки масла з високоетерифікованим цитрусовим пектином з низьким і високим ступенем осадження (BM₁, BM₂) суттєво різняться за здатністю відновлювати структуру, що становить 75,8 та 83,5 % відповідно. Найбільший показник відновлення структури має зразок масла з низькоетерифікованим пектином BM₃ – 84,4 %, а найменший – контрольний зразок (58,4 %). Висока здатність зразків BM₂ та BM₃ відновлювати структуру вказує на перевагу в цих видах масла коагуляційних зв'язків. Згідно даних [13] в зразку BM₁ також виражена коагуляційна структура, хоча меншою мірою, а у BM_K більше виражена кристалізаційна структура. Викладене повністю узгоджується з результатами досліджень ступеню руйнування структури масла.

За результатами досліджень структуру усіх видів масла з цитрусовим пектином можна оцінити як кристалізаційно-коагуляційну, в якій переважає коагуляційна, а в контрольному зразку масла переважає кристалізаційна. Слід також відзначити, що органолептична оцінка, термостійкість, ступінь руйнування та відновлення структури вершкового масла, збагаченого цитрусовим пектином, добре узгоджуються з такими ж показниками вершкового масла з яблучним пектином [11], виготовленим способом ПВЖВ.

Висновки

1. Встановлено, що збагачення вершкового масла цитрусовим пектином поліпшує якісні показники продукту та сприяє формуванню кристалізаційно-коагуляційної структури, в якій переважає коагуляційна, що більше виражено при використанні низькоетерифікованого цитрусового пектину.

2. За результатами досліджень доведено доцільність використання цитрусового пектину в маслоробстві.

Література

1. Бойко С.А., Сімахіна Г.О. Пошук та розроблення засобів виведення радіонуклідів з організму людини // Наукові праці УДУХТ.-1998. - №4, ч.1.- С. 33-35.
2. Функціональне харчування у системі відновлення здоров'я та екологічного захисту населення / Г.О.Сімахіна, І.О.Гулий, А.І.Українець, Н.В.Науменко // Наукові праці НУХТ. -Київ:НУХТ.-2000. - №8.
3. Корзун В.Н. Харчування в умовах широкомасштабної аварії та її наслідків // Український медичний часопис:Наук. - практ. Загальномедичний журнал., -2002. - №6 - С. 99-105.
4. Рашевська Т.О. Вплив наноструктури на консистенцію вершкового масла «Пектинове» функціонального призначення // Молочна промисловість.-2005. -№10(25).- С.41-44.
5. Зайко Г.М. Использование пектина в профилактическом питании // Известия вузов.Пищевая технология. -1989. -№1. - С.77-80.
6. Карпович Н.С. Пектин. Производство и применение.- Киев: "Урожай". -1998. -89 с.

7. Рашевская Т.А. Разработка сливочного масла с пектином.//Мат. II междун. семинара «Экология человека: проблемы и состояние лечебно-профилактического питания». - Москва-Пятигорск: Академия технологических наук. - Пятигорск. -1993. - С.76.
8. Rashevskaya T.A. Influence of water phase condition on Microorganisms Growth in butter with Pectin additive // Proceeding of the Poster Session «Water management in the desing and Distribution of Quality Foods». -1998. – ISOPOW 7. - Helsinki (Finland). - P.200-201.
9. Rashevskaya T.A. Pectin influence in the forming of the butter structure // Published by the organizing Committee of the 3-rd International Conference on Physics of Agro and Food Products:ICAPAFP'98. - Lublin (Poland). -1998. - P. 107.
10. Рашевська Т.О. Вершкове масло «Пектинове» функціонального призначення // Молочна промисловість. -2005. - №7(22). - С.34-36.
11. Рашевська Т.О., Українець А.І. Перспективи створення нанотехнологій молочних продуктів функціонального призначення // Молочна промисловість. -2008. - № 1(44).- С.65 - 71
12. Сборник технологических инструкций по производству сливочного и топленого масла.- Углич:ВНИИМС.-1990.-295 с.
13. Haighton A.J. Worksaftening of Margarine and Shortening //“J. Amer. Oil. Chem. Soc.”, -1965. -Vol. 42. - P. 27-30.
14. Качераускис Д.В.. Реологические и некоторые структурные свойства масла и методы их определения // Тр. Литовского филиала. ВНИИМС.Вильнюс:Минтис. -1974. - т.9. - С.123-145

УДК 637. 2

МІКРОСТРУКТУРА ПОРОШКУ З НАСІННЯ ЛЬОНУ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА СТРУКТУРУ І КОНСИСТЕНЦІЮ ВЕРШКОВОГО МАСЛА

Українець А.І., д-р техн. наук, професор, Рашевська Т.О., канд. техн. наук, доцент,
Махоніна М.Ю., магістр, Степанищев М.І., студент.
Національний університет харчових технологій
м. Київ

Досліджено мікроструктуру водної суспензії порошку із насіння льону. Показано, що внесення порошку поліпшує показники структури і консистенції вершкового масла. Доведено доцільність внесення порошку із насіння льону у вершкове масло, що збагачує його поліненасиченими жирними кислотами ω -3 і ω -6, яких не вистачає у харчовому раціоні населення України.

Ключові слова: вершкове масло, насіння льону, суспензія, мікроструктура, консистенція, руйнування та відновлення структури.

Investigational of microstructure of suspension of powder from the seed of flax in water. It is rotined that the bringing of powder improves the indexes of structure and consistency of butter. Expedience of bringing of powder is well-proven from the seed of flax in butter, which enriches him of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids , which are not enough in the food ration of population in Ukraine.

Keywords: butter, the seeds of flax, suspension , microstructure, consistence, destruction and recovering the structure.

Внаслідок несприятливої екологічної ситуації, надмірної загазованості повітря, забруднення води і ґрунтів продуктами хімічної промисловості, зростання темпів виробництва і життя стали розповсюдженими нервові, серцево-судинні, алергійні і онкологічні захворювання. Ситуація стає дедалі гіршою, якщо врахувати вплив надмірного вживання фармакохімічних препаратів і особливості раціону харчування, який при всьому бажанні не можна назвати збалансованим.

Тому нині актуальним є розроблення продуктів здорового харчування, спрямованих не лише на насичення, а й на сприятливий вплив на шлунково-кишковий тракт та інші органи і системи організму. На сьогодні особливий інтерес викликають жирні кислоти ω -3, оскільки сучасний харчовий раціон неспроможний забезпечити їхнє надходження в організм у достатній кількості. Із усіх джерел поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) сімейства ω -3 (лососеві породи риб, деякі види морських водоростей, насіння

олійних рослин) економічно вигідним для України є насіння льону, оскільки на її території ця культура має достатню сировинну базу.

Однією з основних цінностей насіння льону є його олія, що містить у оптимальному співвідношенні для здоров'я людини ПНЖК: ω -3 і ω -6 як 1:3...1:5 [1]. Ненасичені жирні кислоти складають основу клітинних мембран, забезпечуючи їх гнучкість, текучість і необхідну проникність; регулюють надходження речовин в клітину і перешкоджають проникненню чужорідних організмів і сполук; істотно впливають на всі процеси, що протікають в клітинах, оскільки є одними з головних високоенергетичних молекул в природі.

Застосування ПНЖК ω -3 і ω -6 в медицині тісно пов'язане з їх впливом на функціонування клітинних мембран, трансмембранних іонних каналів і регулювання фізіологічних процесів шляхом синтезу ліпідних медіаторів. ПНЖК ω -3 вбудовуються у фосфоліпідний шар клітинних мембран, впливають на їх текучість, змінюючи основні функції, такі як ферментативна активність, передача імпульсів і робота рецепторів. Омега-6 жирні кислоти беруть участь в синтезі стероїдних і статевих гормонів, покращують функцію периферійної і центральної нервової системи [2].

Виявлено [3], що незамінні жирні кислоти типу ω -3 і ω -6 благотворно впливають на організм у декількох напрямках. Жирні кислоти типу ω -3 уберігають від серцево-судинних захворювань, знижують рівень холестерину і тригліцеридів, стабілізують аритмію, знижують артеріальний тиск та злипання кров'яних пластинок, яке може спричинити утворення тромбів, полегшують страждання хворих на ревматоїдний артрит і аутоімунні захворювання, оскільки вони сприяють очищенню артерій та запобігають розвитку запальних процесів. Незамінні жирні кислоти в цьому плані вважаються найбільш перспективними, оскільки вони можуть перетворюватись у натуральні протизапальні сполуки – простагландіни [3].

Американською кардіологічною асоціацією ВОЗ рекомендовано регулярне споживання жирних кислот типу ω -3.

Окрім ПНЖК насіння льону містить інші важливі компоненти рослинної природи, що позитивно впливають на організм людини: білкові речовини – 18-33 %, вуглеводи – 12-26 %, з них водорозчинних (слизів) 5-12 %, α -токоферол (Е) – 48-49 мг %, вітаміни А і С, мінеральні елементи – Р, Mg, K, Na, Fe, Cu, Mn, Zn, лігнани - 500-700 мг/г [4].

З літературних джерел відомо [5], що до складу водорозчинних полісахаридів насіння льону входять нейтральні арабіноксилани і кислі пектиноподібні речовини. Реологічні і функціональні властивості полісахаридів льону залежать від хімічного, мономерного, полісахаридного складу їхніх фракцій. Переважаючими моносахаридами водорозчинних полісахаридів є ксилоза (нейтральна фракція), арабіноза і галактуронова кислота (кисла фракція). Нейтральна фракція містить, головним чином, ксилозу; в цій фракції відсутня фукоза, рамноза і галактуронова кислота. Кисла фракція містить, переважно, галактуронову кислоту, рамнозу і арабінозу.

Склад і вплив насіння льону на організм людини вивчається вченими багатьох країн. За результатами досліджень Міністерством охорони здоров'я США та Канади рекомендовано обов'язкове щоденне споживання насіння льону з їжею. В Канаді насіння льону розглядається навіть як окремий вид харчового продукту, а не як харчова добавка. В Німеччині для виробництва хлібопекарської продукції і приготування різних страв щорічно використовується більше 60 тис. тн насіння льону, що становить 1кг на одну людину. Останніми роками роль харчових жирів є предметом бурхливих дискусій – причому іноді висловлюються протилежні думки. Враховуючи багатокомпонентний склад жирів і різноманітність функцій, які вони виконують в організмі людини, очевидно, що дебати на цю тему найближчим часом не закінчатся. Підвищення рівня обізнаності споживачів у цьому питанні спонукає спеціалістів розробляти нові, досконаліші продукти та роблять перспективною сферу створення "хороших" жирів [3]. Викладене свідчить про актуальність вивчення доцільності використання насіння льону у виробництві вершкового масла функціонального призначення.

На кафедрі технології молока і молочних продуктів Національного університету харчових технологій розроблено види вершкового масла функціонального призначення з рослинними харчовими добавками – полісахаридами пектином та інуліном і кріопорошками із рослинної сировини: традиційної – буряка червоного столового, моркви, топінамбуру та нетрадиційної – бруньок смородини чорної. Згідно ТІ передбачено їх виробництво способами сколочення і перетворення високожирних вершків (ПВЖВ). Комплексні дослідження вершкового масла з рослинними харчовими добавками, виготовленого способом ПВЖВ, показали, що внесення їх покращує органолептику та структуру і консистенцію масла. У подальшому за рекомендацією медиків була розроблена технологія збагачення виготовленого масла рослинними харчовими добавками, на яку отримано патенти. Вивчення якості вершкового масла з порошками моркви і бананів, виготовлених способом збагачення, показали перспективність розробленої технології, оскільки вона дає можливість виготовляти функціональні види масла безпосередньо в клініках і закладах громадського харчування та забезпечує високу якість продукту, у тому числі вишуканий смак.

За результатами комплексних досліджень вершкового масла з рослинними харчовими добавками виявлено, що природа внесеної добавки суттєво впливає на структуру та консистенцію продукту [6]. Нами розроблена технологія збагачення вершкового масла порошком із насіння льону, на яку отримано патент [7].

Мета даної роботи полягає у вивченні мікроструктури суспензії порошку із насіння льону та її впливу на структуру і консистенцію вершкового масла.

Предметом дослідження були вершкове масло збагачене порошком із насіння льону і водна суспензія порошку.

Вершкове масло з порошком із насіння льону було виготовлене способом збагачення згідно розробленої технології [7]. У вершкове масло з масовою частиною жиру 78 % вносили суспензію порошка із насіння олійного льону сорту «Орфей». Порошок був отриманий за розробленою нами технологією. Для підготовки суспензії порошок змішували з масляною температурою 30 °C і витримували при цій температурі протягом двадцяти хвилин. Вивчення дисперсності частинок порошку в суспензії показало, що до 50 % частинок знаходиться у нанорозмірному вимірі, а 50 % – у мікророзмірному діапазоні. Приготовлену суспензію впрацьовували у вершкове масло в процесі механічної обробки при температурі 16±2 °C. Варіювали дозу внесення порошку з насіння льону з розрахунку вмісту його у збагаченому маслі 0,8; 1,2; 1,6 %. Вміст вологи в усіх зразках становив 25 %. Контролем був зразок масла з впрацьованою масляною. Підготовлені зразки зберігали при температурі 5 °C. Дослідження проводили протягом 11 діб з інтервалом у 2 доби.

Мікроструктуру суспензії порошку із насіння льону вивчали методом мікроструктурного аналізу. Для приготування суспензії порошок з насіння льону змішували з водою при температурі 30±5 °C. Із отриманої суспензії готували мікроскопічні препарати і термостатували їх при температурі підготовки суспензії в спеціально виготовленій камері, яку закріпили на столику оптичного мікроскопа БІОЛАМ-ЛЮМО. Під мікроскопом вивчали формування мікроструктури суспензії, характерні поля зору фофографували.

Досліджували основні показники структури і консистенції вершкового масла: термостійкість, ступінь руйнування та відновлення структури. Здатність масла зберігати форму при підвищених температурах визначали пробую на термостійкість при 30 °C за стандартною методикою [8]. Про перевагу в структурі досліджуваних зразків вершкового масла коагуляційних зв'язків судили по ступеню руйнування (СР) та відновлення зруйнованої структури (при 18 °C), які визначали за методикою запропонованою Хайгтоном [9]. Твердість зразків масла з незруйнованою структурою (P_H) і після механічного руйнування структури (P_p) визначали на пенетрометрі АР 4/1 по глибині занурення конуса з кутом заточки 60°. P_p визначали щоденно до досягнення значень, що не змінюються протягом 2-3 діб. За даними пенетрації розраховували ступінь руйнування та відновлення структури.

На рис. 1 показано знімки мікроструктури суспензії порошку із насіння льону, термо-статованої протягом 5 і 20 хв. Із нього видно, що мікроструктура суспензії багатокомпонентна. Вона складається із безперервної фази водного розчину полісахаридів, що слугує матрицею, у якій розподілені елементи різної форми і природи. Із знімків бачимо, що мікро-структура суспензії змінюється в процесі термостатування.

Мікроструктура суспензії, термостатованої протягом 5 хв (рис. 1,а), містить частинки порошку з насіння льону **А**, глобули **Г** та дрібні краплини води **В**. Величина частинок порошку знаходиться у межах 1–20 мкм. Частинки порошку мають шорстку поверхню, що зумовлено наявністю великої кількості тріщин і пор розміром 1–2 мкм, які характерні для ендосперму насіння рослин [10]. Глобули мають в основному сферичну форму, а окремі – еліпсоїдну, розміри їх знаходяться в діапазоні 1–10 мкм. На знімку видно, що глобули розміщуються поряд з частинками порошку або утворюють скупчення з дрібними краплинами води $d \sim 1\text{--}3\text{ мкм}$, що вказує на їх спорідненість до води. Межі поділу частинок порошку і глобул з матрицею мають шорсткі поверхні з виступами шорсткості та плівками адсорбційно зв'язаної води.

Із знімку (рис. 1,б) видно, що витримка суспензії порошку протягом 20 хв сприяє подальшому формуванню її мікроструктури. Відбувається набухання частинок порошку, внаслідок чого величина частинок збільшується в 1,5–2 рази, а на поверхні частинок порошку формуються округлі та багатогранні структури. Набухання частинок порошку із льону згідно механізму взаємодії води із зерном, запропонованому Г. Егоровим [10], пов'язане з дифузією молекул води всередину частинок, що спричинює утворення мережі мікотріщин (на нашу думку і нанотріщин), які сприяють подальшому переносу молекул води вглиб частинок порошку.

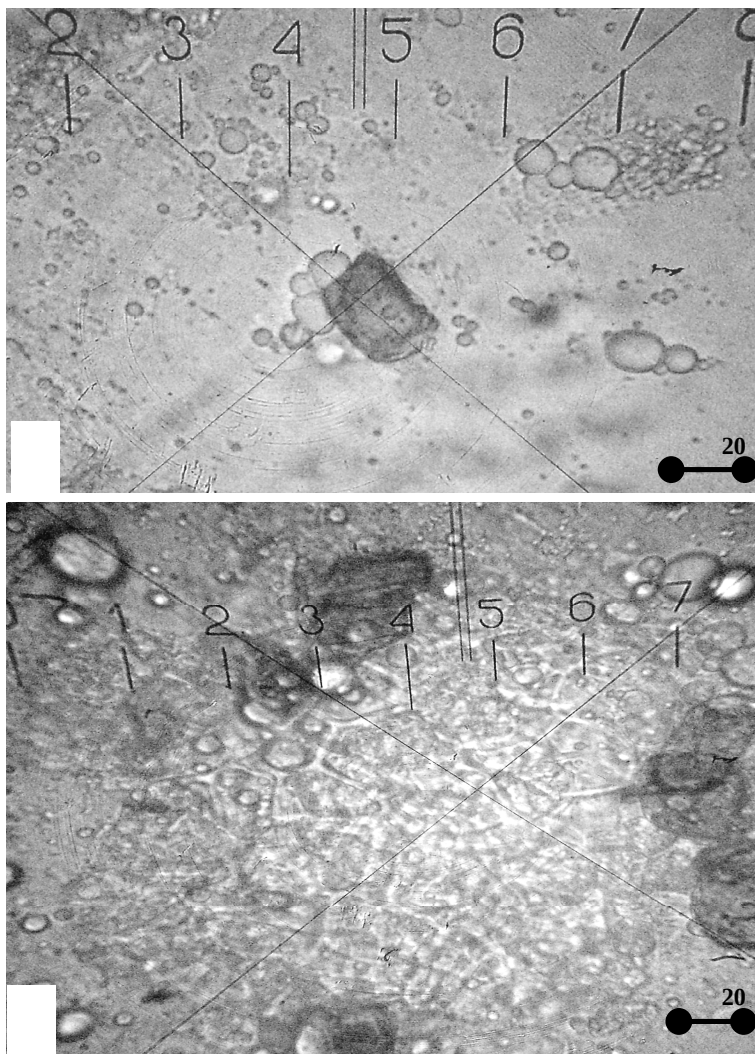


Рис. 1. Мікроструктура водної суспензії порошку з насіння льону, термостатована протягом: а – п'яти хвилин, б – двадцяти хвилин, А – частинки порошку із насіння льону, Г – глобули, В – краплини води, К – ділянка з комірчастою структурою, Б – ділянка з глобулярною структурою

різної величини та форми – сферичної та еліпсоїдної. Подальше термостатування суспензії протягом 20 хв призводить до формування ділянок з глобулярною та комірчастою структурою. Глобулярна структура **Б** (рис. 1, б) утворена однотипними глобулами еліпсоїдної форми довжиною 10–12 мкм і шириною 3–4 мкм, на поверхні меж поділу глобул виразно видно виступи шорсткості, які містять плівки адсорбційно зв'язаної води. Комірчаста структура **К** складається із багатограничних комірок, які включають сферичні частинки і краплини води, в цій структурі також проглядаємо початкове формування елементів дендритної структури, тому її можна віднести до комірчасто-дендритної структури. Утворення елементів дендритної структури пов'язане з переходом окремих сферичних частинок у лінійні структури та з розкручуванням глобул. Перехід із сферичних у лінійні дендритні структури раніше спостерігався нами при вивченні мікроструктури розчину полісахариду інулін та наноструктури вершкового масла з інуліном [6,13]. Отримані результати показали, що структура розчину внесеної добавки впливає на мікро- і наноструктуру вершкового масла.

Раніше нами було встановлено [6,13], що внесення структурованих розчинів полісахаридів пектину та інуліну спричинює змінення структури вершкового масла як на мікро- так і на нанорівні, що поліпшує якість продукту.

Результати органолептичної оцінки показали, що усі зразки вершкового масла з порошком із насіння льону мають приємний, чистий смак і запах, характерний для вершкового масла, без присмаку порошку

Одночасно, як видно з рис. 1, б, величина глобул зростає до 4–20 мкм, причому більшість глобул набувають еліпсоїдну форму, лише поодинокі невеликі глобули мають сферичну форму. В мікроструктурі суспензії сформувались окремі ділянки з глобулярною структурою **Б** та комірчастою структурою **К**. Отже, підготовлена до внесення в масло суспензія є структурованою.

В природі багато прикладів утворення глобул. В літературі наведено дані [11] щодо утворення глобул у різних матеріалах, а саме: полімерах, багатокомпонентних об'єктах, наприклад метал-полімерах, залізвуглецевих структурах, а також глобули з'являються в процесі самоорганізації геодезичних структур, яка триває століттями; в біологічних об'єктах – вірус гепатита.

А.Д. Зімон вважає [12], що глобули – це частинки, утворені із скручених макромолекул. В суспензії глобули утворюються за рахунок зв'язку між сусідніми ланками, а макромолекули якби скручуються на себе. Водна суспензія порошку із насіння льону є багатокомпонентною за своїм полісахаридним складом. В процесі термостатування суспензії порошка із насіння льону протягом п'яти хвилин відбувається фракціонування різновидів моно- та полісахаридів у багатокомпонентній системі суспензії, що спричинює формування глобул

із насіння льону, світло-жовтий однорідний колір і ніжну пластичну консистенцію. Найвищу оцінку отримав зразок масла з дозою порошку із насіння льону 1,2 %. Він характеризувався вишуканим смаком, доброю намазуваністю та пластичною консистенцією. Відмічено, що порошок із насіння льону добре поєднується з вершковим маслом.

Важливою характеристикою структури і консистенції вершкового масла є ступінь руйнування і відновлення його структури. Ступінь руйнування структури дослідних зразків і вершкового масла з порошком із насіння льону знаходиться в межах 73,4 – 75,5 %, і становить для зразків з дозою добавки 0,8 %, 1,2 %, 1,6 % відповідно 75,5 %, 75,0 %, 73,4 %. Для контрольного зразка цей показник становив 81,6 %. За даними Хайгтона [9], масло, ступінь руйнування якого знаходиться в межах 70-75 %, має оптимальну твердість та пластичну консистенцію, в його структурі більш виражений коагуляційний характер, а при ступені руйнування 80 % і більше продукт має занадто тверду і крихку консистенцію, в ньому переважає кристалізаційна структура. Отже, в контрольному маслі переважає кристалізаційний характер структури, а внесення порошку із насіння льону у вершкове масло сприяє утворенню коагуляційно-кристалізаційної структури з перевагою коагуляційної. Із наведених даних видно, що збільшення вмісту порошку в маслі сприяє зменшенню СР, відповідно посилюються коагуляційні зв'язки в його структурі та поліпшується пластичність масла.

На рис. 2 показано відновлення зруйнованої структури вершкового масла з різною дозою порошку з насіння льону в процесі його термостатування при 18 °С. Із нього видно, що з підвищенням концентрації порошку в маслі відмічається тенденція до поліпшення відновлення його структури. Привертає увагу, що відновлення зруйнованої структури контрольного зразка протікає дещо повільніше. На 11-ту добу зберігання відновлення структури контрольного зразка становить лише 47,0 %, у той час, як зразків з вмістом порошка 0,8 %; 1,2 % та 1,6 % становить 68,5 %; 70,9 % та 76,2 %.

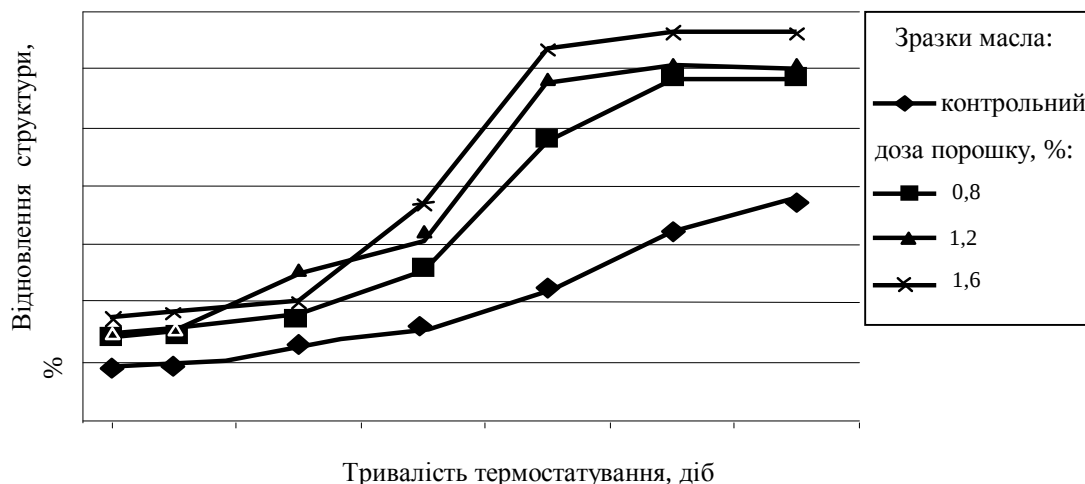


Рис.2 - Відновлення зруйнованої структури вершкового масла з різними дозами порошку із насіння льону

Це свідчить, що в усіх зразках масла сформувалась кристалізаційно-коагуляційна структура, але в контрольному зразку масла переважає кристалізаційна структура, а в зразках масла з порошком із насіння льону – коагуляційна. Отримані дані добре узгоджуються з результатами дослідження СР та органолептичною оцінкою зразків масла.

Зниження СР і поліпшення відновлення структури масла зі збільшенням дози внесеного порошку з насіння льону можна пояснити зростанням кількості частинок порошку в структурі масла і, відповідно, зменшенням відстані між ними. Між частинками порошку і складовими масла виникають додаткові міжмолекулярні та гідрофільні зв'язки, внаслідок чого в структурі вершкового масла збільшується густина вторинної просторової сітки. Саме цей факт, на нашу думку, сприяє утворенню більш вираженої коагуляційної структури у маслі.

Важливим показником якості масла є його здатність зберігати форму при підвищених температурах.

Результати досліджень показали (рис. 3.), що внесення порошку із насіння льону сприяє збільшенню термостійкості вершкового масла. В процесі зберігання термостійкість усіх зразків масла зростає, але з різною швидкістю. Термостійкість зразків масла з порошком із насіння льону стає сталою на третю добу, а контрольного зразка лише на 7-му добу. Поліпшення показників структури і консистенції вершкового масла з порошком із насіння льону, порівняно з контрольним зразком, можна пояснити міжмолекулярними зв'язками білків та водорозчинних полісахаридів, які містить насіння льону, з жировою фазою масла.

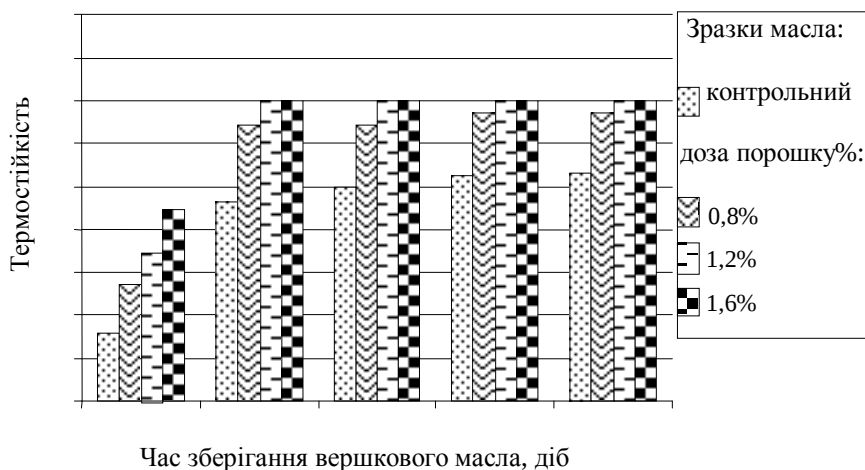


Рис. 3 – Вплив порошку з насіння льону на термостійкість масла в процесі зберігання

Висновки

1. Доведено доцільність використання порошку із насіння льону у виробництві вершкового масла функціонального призначення, що збагачує його поліненасиченими жирними кислотами ω -3 і ω -6, яких не вистачає у харчовому раціоні населення України, та поліпшує якість масла.

2. Встановлено, що мікроструктура суспензії порошку із насіння льону багатокомпонентна і структурована. Мікроструктура суспензії, термостатованої протягом 5 хв, містить частинки порошку розміром від 1 до 20 мкм, глобули сферичної та еліпсоїдної форми величиною 1-10 мкм. Термостатування протягом 20 хв спричинює подальше формування структури суспензії: величина частинок порошку збільшується в 1,5–2 рази, величина глобул зростає до 4–20 мкм, формуються окремі ділянки з глобулярною та комірчасто-дендричною структурою.

3. Встановлено, що масло з порошком із насіння льону має приємний чистий смак і запах, характерний для вершкового масла, без присмаку порошку із насіння льону, світло-жовтий однорідний колір та ніжну пластичну консистенцію.

4. Виявлено, що внесення порошку із насіння льону покращує структуру та консистенцію вершкового масла, яка має коагуляційно-кристалізаційну структуру, в якій переважає коагуляційна, що пов'язано з утворенням міжмолекулярних зв'язків жирової фази масла з компонентами порошка із насіння льону.

Література

1. Щукин С.А. Льняное масло – природный эликсир здоровья // Масла и жиры.- 2003. - № 10 (32). - С. 6-7.
2. Гаврисюк В.К. Применение Омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в медицине // Украинский пульмонологический журнал.- 2001. - № 3 - С.5 - 10.
3. Baker T. Good Fat.//Food ingredients.-2003.-October/November.- P.96-100.
4. Формазюк В.И. Энциклопедия пищевых лекарственных растений: Культурные и дикорастущие растения в практической медицине / Под ред. Н.П. Максютинной.- К.: Издательство А.С.К., 2003. -792 с.
5. Капрельянц Л.В., Юргачова К.Г. Функціональні продукти.- Одеса: Друк, 2003. - 312с.
6. Рашевська Т.О., Українець А.І. Перспективи створення нанотехнологій молочних продуктів функціонального призначення // Молочна промисловість.- 2008. - № 1(44).-С.65–71.
7. Патент на корисну модель 31220 Україна А 23С 15/16 Спосіб збагачення вершкового масла./ Українець А.І, Рашевська Т.О., Махоніна М.Ю., Шпачук Л.В.- Опубл. 25.03.2008 Бюл. №6.
8. Сборник технологических инструкций по производству сливочного и топленого масла.- Углич:ВНИИМС.-1990.-295с.
9. Haighton A.J. Worksoftening of Margarine and Shortening//“J. Amer. Oil. Chem. Soc.”,-1965. -Vol. 42. - P. 604-608.
10. Єгоров Г. Треба все-таки знати про особливості термодинамічної взаємодії зерна з водою. Надто борошномелам-технологам // Зерно і хліб. - 2005. - № 2. - С. 19-20.

11. Шпак А.П., Куницкий Ю.А., Карбовский В.Л. Кластерные и наноструктурные материалы. Том 1. - К: Академперіодика.- 2002. - 587 с.
12. Зимон А.Д. Коллоидная химия. - 5-е изд., доп. и исправления - М.: Агар, 2007. - 344 с.
13. Rashevskaya T.A. Micro- and Nanostructure a Butter With Inulin //Abstr. Of Oral Communicatioons and Posters International Workshop "World of Inulin and Fructose". -. Kiev(Ukraine).-2004.- P.23.

УДК 637.238.2 – 022.537

САМООРГАНІЗАЦІЯ МІКРО- І НАНОСТРУКТУРИ ВЕРШКОВОГО МАСЛА

Рашевська Т.О., канд. техн. наук, доцент, Українець А.І., д-р техн. наук, професор
Національний університет харчових технологій
м. Київ

За результатами електронно-мікроскопічних досліджень виявлено самоорганізацію наноструктури вершкового масла, механізм її базується на фазових перетвореннях та фракціонуванні гліцеридів. Фракціонування поглиблюється із збільшенням тривалості та зниженням температури зберігання вершкового масла.

Ключові слова: вершкове масло, наноструктура, фазові перетворення, фракціонування, самоорганізація, наноблоки, нанокраплини водної фази.

As a result of electronic-microscopic researches found the selforganization of nanostructure of butter, the mechanism of it based on a phase transformations and fractionating of glyceridess. Fractionating deepens with the increase of duration and decline of temperature of storage of butter.

Keywords: butter, nanostructure, phase transformations, fractionating, selforganization, nanoblocs, nanodrops of water phase.

Наука і технології XXI сторіччя будуть мати нанорозмірний характер. За багатьма прогнозами обриси XXI сторіччя визначатимуть нанотехнології подібно тому, як відкриття атомної енергії, винахід лазера та транзистора визначали обриси XX сторіччя. Нанонаука і нанотехнологія є стратегічним і перспективним напрямом розвитку науки і техніки. Нанонаука виникла в останні роки на стику різних областей знань і знаходить практичне застосування в енергетиці, в авіаційно-космічних системах, засобах наземного і супутникового зв'язку та інформації, системах безпеки та оборони і т. п. Програми розвитку науки про нанорозмірні системи і технології мають більше як 50 країн світу, вони стали важливим фактором науково-технічного прогресу та інноваційної складової економік багатьох країн. Провідні спеціалісти впевнені, що в найближчі десятиріччя саме розвиток нанотехнологій стане основою майбутньої промислової революції.

У наш час в Україні надається велика увага розвитку нанотехнологій. Пріоритетним напрямком є вивчення процесів самоорганізації, діагностики та моделювання наносистем, поверхневих явищ, гібридних нанокompatитів супрамолекулярних структур, біосумісних матеріалів і т. д.

В результаті проведеного комплексу дослідних робіт по вивченню процесів самоорганізації, розмірних ефектів, будови та властивостей наносистем було створено ряд матеріалів з прогнозованими властивостями, які знайшли своє застосування у народному господарстві України.

Останніми роками вчені розвинутих країн велику увагу приділяють розвитку нанонауки і нанотехнологій харчової індустрії [1,2]. Вони базуються на сукупності знань про властивості речовин на нанорівні та умінні цілеспрямовано створювати наноструктури харчових продуктів із заданими фізико-хімічними властивостями, що регулюються у нановимірному масштабі. Тому вивчення процесів і механізмів самоорганізації наноструктури багатокомпонентних харчових продуктів надзвичайно актуально для створення теоретичних основ майбутніх нанотехнологій харчової індустрії.

Вершкове масло належить до надзвичайно складних гетерогенних ліпідних систем. Співвідношення і взаємодія компонентів при формуванні структури вершкового масла визначає його фізико-хімічні властивості. Мікроструктура вершкового масла на сьогодні мало вивчена, а його наноструктура вперше вивчалась нами. Проведені нами дослідження показали, що формування структури продукту відбуваються на нанорівні [2-6].

Мета роботи – вивчення самоорганізації мікро- і наноструктури вершкового масла та її механізмів.

Мікро- і наноструктуру вершкового масла вивчали методом скануючої електронної мікроскопії з використанням заморожувально-розломлювальної техніки для підготовки препаратів [7, 8].

Досліджували зразки вершкового масла, виготовленого способом перетворення високо-жирних вершків, свіжовиробленого (ВМ_{св}) та після їх зберігання при 5 °С протягом 10 діб і мінус 18 °С протягом шести місяців (ВМ₅ і ВМ₁₈).

Жирова фаза вершкового масла представлена двома видами структур: безперервною емульсією вода/жир і розподіленими в ній жировими кульками. Мікроструктура свіжовиготовленого вершкового масла містить зруйновані та поодинокі ушкоджені жирові кульки $d \approx 1,5-3,5$ мкм, які занурені у міжглобулярну структуру продукту (рис.1), оболонки кульок частково або повністю зруйновані.

Оболонки складаються із концентричних мономолекулярних шарів товщиною 4-5 нм. На знімку видно два типи розлому кульок: уздовж концентричних шарів та поперечні розломи по товщині оболонки. На поверхнях поперечних розломів та на межах поділу жирових кульок з міжглобулярною структурою видно прошарки водної фази шириною 10-60 нм. Поперечні розломи оболонок окремих жирових кульок мають шорстку з виступами поверхню, уздовж якої розміщені наночастинки водної фази $d \approx 20-40$ нм, вони утворюють квазі-

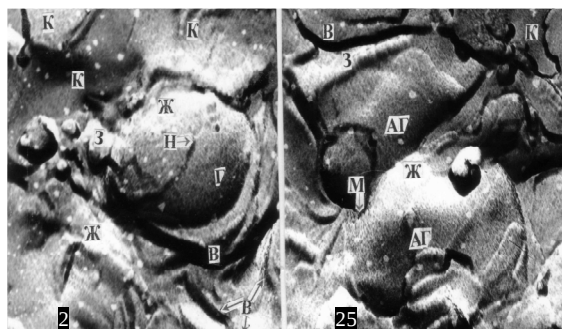


Рис. 1 – Мікроструктура ВМ_{св}(а) та її фрагменти (б, в). А, Б, Г, Е – жирові кульки, К – кристалічний шар, Ж – аморфний жир, М – наночастири жирової та водної фаз, 3 – шорстка поверхня розлому, Н – нанокраплини вологи, Д і К – водні нанодоріжки і наноканал, АГ – кристалічний агрегат.

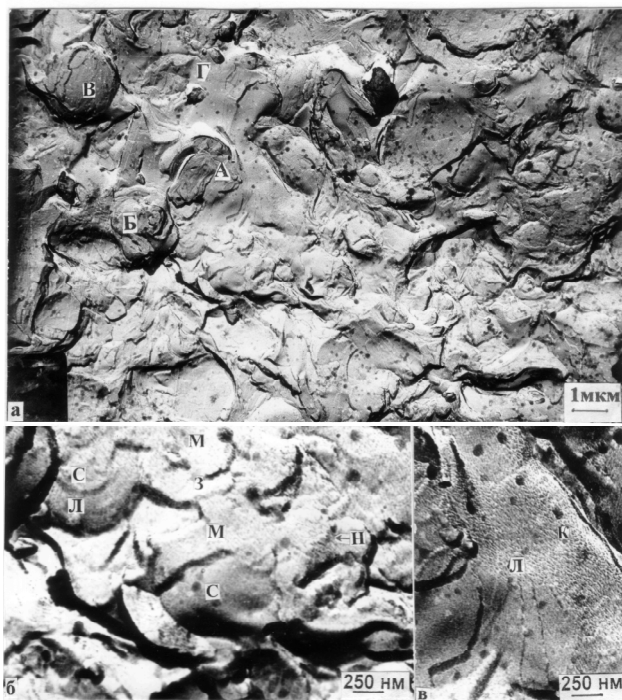


Рис. 2. Мікроструктура ВМ₅ (а) та її фрагмент (б,в). А, Б, В, Г – жирові кульки, М і С – кристалічні наноблоки, 3 – шорстка поверхня поділу, Л – ламельна наноструктура, Н – нано-капіляри

одновимірні ланцюги, водні доріжки та канали. Частина жирових кульок має поверхневий аморфний шар, в якому проглядає початкове формування комірчастої наноструктури з нанокраплинами водної фази $d \approx 2-5$ нм на межах поділу комірок. Міжглобулярна структура ВМ_{св} містить безліч кристалічних гліцеридних шарів довжиною 800-1600 нм, шириною 200-1000 нм, товщиною 20-100 нм. Шари щільно прилягають один до одного, при цьому деякі з них утворюють кристалічні агрегати.

На знімку мікроструктури вершкового масла, що зберігалось при температурі 5 °С (рис. 2,а), видно в основному зруйновані жирові кульки. Більшість залишків кульок закрита міжглобулярною жировою фазою. Виразно видно структуру розломлених кульок А і Б. Внутрішня структура цих кульок складається із концентрично розташованих кристалічних шаруватих агрегатів, шорсткі поверхні їх поділу містять доріжки і канали із нанокраплин вологи. Наноструктура кристалічних шарів складається із нанозерен діаметром 10...15 нм, із них сформовані ламелі, що чергуються з прошарками із нанокраплин вологи. Наноструктура кристалічних шарів агрегатів жирової кульки різниться. В процесі зберігання вершкового масла при 5 °С відбувається поділ окремих

агрегатів на наноблоки (рис. 2, б). Між кристалічними шарами агрегатів та наноблоків розміщені наночастинки води $d \approx 15-50$ нм, що складаються із множини сферичних частинок $d \approx 2-5$ нм. Все це вказує на самоорганізацію наноструктури масла в процесі його зберігання.

Процеси кристалізації та фазових перетворень гліцеридів, що протікають у жировій компоненті в процесі зберігання масла при 5°C , призводять до поділу кристалічних шарів агрегатів, сформованих в $\text{BM}_{\text{св}}$, на наноблоки багатогранної форми **М**, сферичні блоки **С** сформовані на основі залишків зруйнованих жирових кульок. Формування наноструктури блоків базується на фракціонуванні гліцеридів і утворенні ними ламельних наноструктур. Механізм самоорганізації багатогранного шаруватого кристалічного наноблока показано на рис. 4, а. Багатогранні блоки складаються із паралельних кристалічних шарів, які сформовані із мономолекулярних шарів. Між кристалічними шарами розміщуються прошарки із нанокраплин водної фази. На межах поділу шарів суміжних наноблоків розташовані нанопори, в яких формуються нанокраплини води діаметром $3...10$ нм. Нанопори паралельних мономолекулярних та кристалічних шарів утворюють нанокапіляри **Н**, які добре видно на поверхні розлому та на міжфазних поверхнях поділу наноблоків і нанокристалів (рис. 2, б). Розлом структури масла проходить саме по межі поділу суміжних кристалоутворень, тобто через нанокапіляри, і має шорстку з виступами поверхню. На поверхні розлому виразно видно скупчення наночастинок води в нанокапілярах, по яких вода дифундує в структурі вершкового масла.

Кристалічні шари наноблоків мають ламельну наноструктуру. Ламелі формуються із кристалічних нанозерен гліцеридів $d \approx 5$ нм. Між ламелями розміщені водні прошарки із нанокраплин води, що виразно видно на знімках. На знімку також виразно проявилась самоорганізація поверхневого аморфного шару наноблоків, внаслідок якої сформувалися багатогранні комірки з нанокраплинами водної фази на межах їх поділу.

У процесі тривалого зберігання масла при температурі мінус 18°C утворюється надзвичайно шарувата нано-структура (рис. 3).

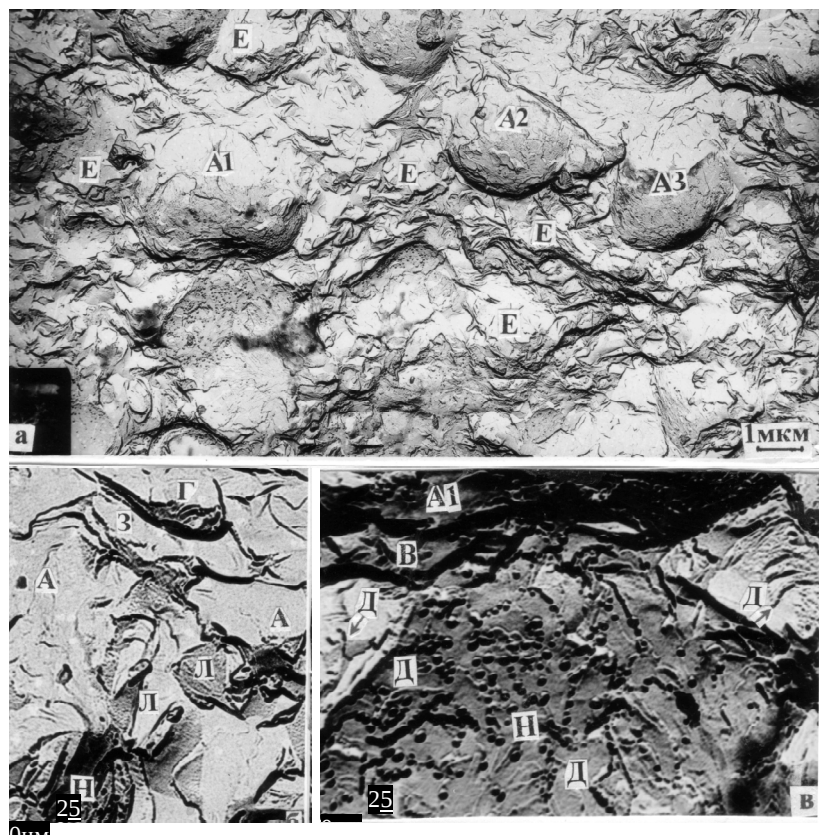


Рис. 3 – Мікроструктура BM_{18} (а) та її фрагменти (б, в): **A1, A2, A3 – жирові кульки, **Е** – кристалічні агрегати, **А** – аморфний шар, **Н** – нанокраплини водної фази, **Д** – водна нанодоріжка, **В** – водний наноканал, **Л** – ламельна наноструктура, **Г** – тераса, **З** – поверхня поділу з виступами шорсткості**

На поверхні зруйнованих в процесі маслоутворення жирових кульок і їх залишків формуються концентричні кристалічні шари, що утворюють шаруваті структури. Периферійний, найбільш віддалений від ядра кульки, гліцеридний шар має твердий аморфно-кристалічний стан. На знімках (рис. 3) виразно проявилась самоорганізація аморфного поверхневого шару кульки з утворенням дрібних та шаруватих кристалічних наноструктур. У зразках BM_{18} розлом структури жирових кульок проходить через концентричні кристалічні шари оболонки, а не через гліцеридне ядро, як у BM_5 . Поверхня розлому шарів жирової кульки у BM_{18} ступінчаста, оскільки проходить по поверхнях периферійного аморфно-кристалічного шару та кристалічних шарів жирової кульки. На поверхні кристалічних шарів сформувалися ламельні структури, що складаються із кристалічних нанозерен гліцеридів та прошарків із наночастинок водної фази.

У міру віддалення кристалічних шарів від ядра глобули

зростає легкоплавкість їх складових (гліцеридів) та зменшується величина нанокраплин води в наноструктурі шарів від 60 до 5 нм, збільшується площа контакту нанокраплин води з кристалічною жирною фазою, відповідно на поверхні поділу В/Ж зменшується крайовий кут θ . У цьому ж напрямку зростає вміст легкоплавких гліцеридів (ЛПГ) в кристалічних шарах. Такий висновок зроблено на підставі раніше отриманих нами даних [9], що в системі В/Ж кут θ більший для ВПГ, ніж для ЛПГ. Аморфно-кристалічний периферійний шар оболонки жирової кульки формується із найбільш легкоплавких гліцеридів. Таким чином, в процесі формування кристалічних шарів оболонки жирової кульки відбувається фракціонування гліцеридів. Величина нанокраплин водної фази може бути зондом для ідентифікації фізико-хімічних властивостей гліцеридів, із яких сформовані кристалічні шари.

Механізм формування кристалічних та аморфних шарів жирової кульки, являє собою надмолекулярну самоорганізацію наноструктури і базується на фракціонуванні гліцеридів жирової фази масла. В процесі фракціонування легкоплавкість гліцеридів мономолекулярних кристалічних шарів збільшується таким чином: на внутрішній поверхні жирових кульок – у напрямку від периферії до центру, а на зовнішній поверхні кульок у зворотному напрямку – від ядра до периферії. Механізм формування кристалічних шарів жирової кульки показаний на рис. 4, б. Він ідентичний раніше описаному нами механізму ритмічного і шаруватого формування кристалоутворень (сферолітів) із розплаву молочного жиру та його фракцій [10, 11].

В міжглобулярній області BM_{18} надзвичайно виражена шаруватість наноструктури, чим BM_{18} істотно відрізняється від $BM_{св}$ і BM_5 . Шаруватість наноструктури BM_{18} пов'язана з фракціонуванням гліцеридів жирової фази масла, яку спричинює їх уповільнена кристалізація при $t_{30} = -18^\circ\text{C}$. Механізм фракціонування гліцеридів у процесі формування кристалічних шарів наноструктури вершкового масла наведено на рис. 4, г. Із груп-фракцій гліцеридів формуються паралельні кристалічні шари, які містять наночастинки водної фази. Величина і форма водних наночастинок в кристалічних шарах суттєво різняться. На поверхні кристалічних шарів розміщені нанокраплинки води діаметром від 3 до 50 нм. Крайовий кут змочування θ нанокраплинки води/жирова фаза в різних шарах різниться, величина його коливається в межах $0 < \theta < 90^\circ\text{C}$. Згідно з даними [9] найбільші нанокраплинки належать кристалічним шарам, сформованим з ВПГ. В міру віддалення від них паралельних кристалічних шарів зменшується розмір та змінюється форма нанокраплин – збільшується площа контакту нанокраплинки з кристалічним шаром, відповідно зменшується крайовий кут змочування θ , що вказує на зростання легкоплавкості гліцеридів в кристалічних шарах. Наноструктура шарів із ЛПГ містить дрібні водні наночастинки $d \sim 2...10$ нм, які “прилипли” до поверхні кристалічного шару. Із вищевикладеного можна зробити висновок, що величина та форма нанокраплинки

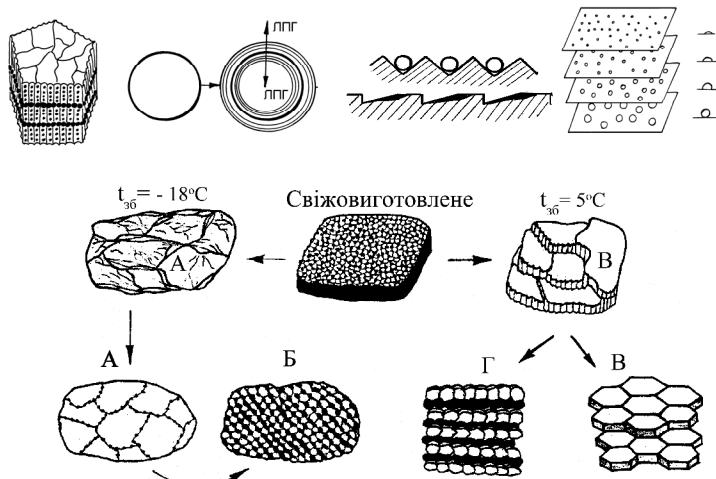


Рис. 4 – Модель і механізми самоорганізації наноструктури вершкового масла

Механізми самоорганізації елементів наноструктури: а - багатогранного шаруватого наноблоку, б - кристалічних шарів жирової кульки, в - міжфазні виступи шорсткості з нанокраплинами та плівками водної фази, г - фракціонування гліцеридів у процесі формування кристалічних шарів. Модель надмолекулярної самоорганізації наноструктури міжглобулярної області (е): А - поверхневий аморфний шар, Б - кристалічний шар під аморфним шаром, В - багатограний шаруватий кристалічний наноблок, Г - латемельна структура кристалічного шару.

водної фази може бути зондом для визначення фізико-хімічних властивостей фракцій гліцеридів, із яких сформовані мономолекулярні та кристалічні шари в міжглобулярній наноструктурі вершкового масла.

Міжглобулярна наноструктура BM_{18} містить кристалічні агрегати Е, що складаються із мономолекулярних і кристалічних наночастинок та поверхневого твердого аморфно-кристалічного шару, через який проходить розлом зразка. Аморфний шар формується із ЛПГ та водної фази, які витісняються фронтом кристалізації на поверхню. У процесі зберігання масла при -18°C відбувається поділ кристалічних шарів

агрегатів на наноблоки товщиною 60...140 нм і величиною 100...400 нм, в поверхневих аморфних шарах яких формуються багатогранні комірки з нанокраплинами води на межі їх поділу [12]. Наноблоки мають форму шаруватих багатогранників неправильної або видовженої форми, інколи вона наближається до овальної. Багатогранні кристалічні шари наноблоків мають ламельну наноструктуру, в якій чергуються ламелі із кристалічних нанозерен гліцеридів $d \sim 5...10$ нм та прошарків між ними із нанокраплин водної фази $d \sim 3...10$ нм. Між кристалічними шарами наноблоків та жирових кульок розташовані нанокраплини води $d \sim 10...70$ нм (рис. 3). На рис. 3, б виразно видно самоорганізацію наноструктури в міжглобулярній області: поділ кристалічних гліцеридних шарів та поверхневих аморфних шарів, утворення ламельних структур в кристалічних шарах, терас та виступів шорсткості на міжфазних поверхнях поділу. Довжина ламелей в наноструктурі кристалічних шарів оболонки жирових кульок і міжглобулярній області BM_{18} в 5...20 разів менша ніж у $BM_{св.}$ і BM_5 , що вказує на глибше фракціонування гліцеридів у BM_{18} . На міжфазній поверхні поділу суміжних кристалічних багатогранників розташовані нанокраплини з нанокраплинами води, що утворюють прошарки водної фази. Таким чином, в процесі зберігання вершкового масла відбувається самоорганізація наноструктури кристалічних гліцеридних шарів, які поділяються на багатогранні наноблоки, що мають поверхневий аморфний твердий шар, в наноструктурі якого формуються багатогранні комірки з нанокраплинами на межах їх поділу. Міжфазні поверхні поділу і поверхні розлому кристалічних шарів мають виступи шорсткості з нанокраплинами і плівками водної фази, механізм їх формування показано на рис. 4, в. Паралельні кристалічні шари на розломі утворюють тераси та фасетки сколювання.

Отримані дані показують, що із зниженням температури та збільшенням тривалості зберігання масла посилюється самоорганізація наноструктури, відбувається поділ кристалічних і аморфних шарів на багатогранники меншого розміру. Модель надмолекулярної самоорганізації наведено на рис. 4, е, вона базується на фракціонуванні гліцеридів та фазових перетвореннях у молочному жирі, що включають дискретну кристалізацію гліцеридів, їх перерозподіл у кристалічній жировій фазі, рекристалізацію та поліморфні перетворення. Все це спричинює диференціацію і фракціонування гліцеридів за фізико-хімічними властивостями та конформацією.

В усіх досліджуваних видах вершкового масла міжфазні поверхні поділу кристалічних шарів, наноагрегатів, наноблоків, нанозерен, комірок, пластинчастих кристалів мають шорстку з виступами поверхню. Водна фаза копіює шорстку міжфазну поверхню поділу кристалічних шарів та елементів наноструктури вершкового масла і утворює тонку плівку або нанокраплини у впадинах між виступами шорсткості. Шорсткість поверхні впливає на розтікання рідкої водної фази, яке залежить від висоти, кута і напрямку виступів поверхні. Нерівності шорсткої поверхні призводять до збільшення площі фактичного контакту водної фази з шорсткою поверхнею, а площа залежить від висоти і ширини основи виступів поверхні, їх частоти та інших величин, що визначають істинний профіль твердого тіла.

Із викладеного можна зробити висновок, що механізм самоорганізації наноструктури вершкового масла базується на фазових перетвореннях молочного жиру, а саме: кристалізації і диференціації гліцеридів, їх перерозподілі в кристалічній жировій фазі та поліморфних перетвореннях гліцеридів, а також на розподілі водної фази і її взаємодії з жировою фазою.

Отримані дані щодо процесів і механізмів самоорганізації наноструктури вершкового масла слугуватимуть теоретичною базою для створення нанотехнології вершкового масла та нанотехнологій інших продуктів харчової індустрії [2,13].

Висновки

Вперше виявлена самоорганізація мікро- і наноструктури вершкового масла в процесі маслоутворення та зберігання. Механізм її базується на фазових перетвореннях у молочному жирі, що включають дискретну кристалізацію гліцеридів, їх перерозподіл в кристалічній жировій фазі і поліморфні перетворення гліцеридів, та на розподілі водної фази і взаємодії жирової і водної фаз. Із зниженням температури та збільшенням тривалості зберігання масла посилюється самоорганізація його наноструктури.

Встановлено, що в процесі формування кристалічних шарів оболонки жирових кульок і кристалічних агрегатів відбувається фракціонування гліцеридів за їх фізико-хімічними властивостями і конформацією. В міру зростання легкоплавності гліцеридів, із яких сформовані кристалічні шари, зменшується величина нанокраплин водної фази в наноструктурі шарів.

Література

1. Materials Meeting «NANO and FOOD» (20-21 March 2008)-New York.-216 p.
2. Рашевская Т.А., Украинец А.И., Вашека О.Н. Перспективы развития нанонауки и создания нанотехнологий сливочного масла функционального назначения. //Сборник материалов международной на-

- учно-практической конференции «Перспективы нано и биотехнологии в производстве продуктов функционального назначения» (11-12 октября 2007 г.)-Краснодар: Изд. КубГТУ, 2007- С.206-209.
3. Rashevskaya T.A., Gulyi I.S. Formation of Gellular Crystal sub-microstructure in Butter with Admixtures.//Article Materials Research Society. - San Francisco (USA, California). - 2000. - P. 7.1-7.6.
 4. Identification of moisture nanoparticles in the butter sub-microstructure / T.A. Rashevskaya, I.S. Gulyi, A.I. Ukrainets, M.M. Nishchenko, S.P. Likhtorovich, E.V. Buzaneva.// Materials Science and Engineering C. (Elsevier). - 2002. - Vol. 19. - P. 33-35.
 5. Rashevskaya T.A., Ukrainets A.I. Nanostructure of Butter with Biopolimer Pectin Additive.// Book of Abstract European MRS Spring Meeting 2005. Symposium A "Current Trends in Nanoscience from Materials to Applications". - Strasbourg (France). - 2005 - P.A. - 56.
 6. Ukrainets A.I, Rashevskaya T.A. Nanostructure of Functional Butter with Plant Food Additive.// Book of Abstract European MRS Spring Meeting 2006. Simposium A "Current Trends in Nanoscience - from Materials to Applications". - Nice (France) - 2006. P. A. - 46.
 7. Рашевская Т.А., Гулий И.С. Электронно-микроскопические исследования микроструктуры межглобулярной области сливочного масла, выработанного способом преобразования высокожирных сливок. // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2001. - № 3. - С. 44-47.
 8. Precht D., Buchheim W. Elektronenmikroskopische Untersuchungen die physikalische Structur vor Streichfetten in Butter. I. Die Microstructur der Fettkugeln.// Milchwissenschaft.- 1979. – Bd. 34, H.12. – S. 745-749.
 9. Рашевська Т.О. Вплив фазових перетворень в молочному жирі на поверхневі явища в наноструктурі вершкового масла.// Харчова промисловість. Науковий журнал. - 2005. - №4. - С.65-68.
 10. Gulyi I.S., Rashevskaya T.A. Co-cristallization of Glicerides of Milk Fat.// Proc. International Dairy Federation Seminar "Protein and Fat globule modification by Heat Treatment, Homogenization and other Technological Means for High Quality Dairy Products". - Munich (Germany). - 1992. - P. 81-88.
 11. Рашевська Т.О., Тасенко Е.П. Роль легкоплавких гліцеридів у формуванні сферолітів молочного жиру.// Вісник Харківського технічного університету «ХПІ». – Харків: НГУ «ХПІ». – 2004. - №29. – С.36-42.
 12. Рашевская Т.А. Самоорганизация наноструктуры многокомпонентных жиросодержащих систем пищевых продуктов.// Тези конференції «Нанорозмірні системи, будова-властивості-технології» (21-23 листопада 2007 р.). – К.: НАНУ. – С. 70.
 13. Рашевская Т.А., Украинец А.И., Вашека О.Н. Перспективное направление регулирования наноструктуры сливочного масла функционального назначения.// Тези конференції «Нанорозмірні системи, будова-властивості-технології» (21-23 листопада 2007 р.). – К.: НАНУ. – С. 434.

УДК 637.146 : 632.981.3

РОЗРОБЛЕННЯ СПОСОБУ ОТРИМАННЯ МОЛОЧНО-ЖИРОВИХ ЕМУЛЬСІЙ ДЛЯ НОРМАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКТІВ НА МОЛОЧНІЙ ОСНОВІ

Лукіяничук Б.Я., аспірант, Поліщук Г.Є., канд.техн. наук, доцент,
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Анотація. Науково-дослідна робота присвячена розробленню способу отримання молочно-жирових емульсій та дослідженню їх фізико-механічних властивостей.

Завданням представленої роботи є розроблення способу нормалізації жиромістких молочних продуктів комбінованого складу шляхом внесення кокосової олії у молочні продукти у вигляді стійкої емульсії. Поставлене завдання реалізоване шляхом наукового обґрунтування хімічного складу та технологічних режимів одержання заміниника вершків, стабілізованого олеофільними та гідрофільними поверхнево-активними речовинами.

Ключові слова: харчова емульсія, кокосова олія, лецитин, фізико-хімічні властивості, заміниник вершків.

Annotation. Research work is devoted development of technology of production of dairy products of the combined composition after a fatty component. In quality a dispersion phase the refined coconut butter was select, and dispersion environment – fat free milk.

The task of the presented work is development of method of bringing of coconut butter in dairy products as proof emulsion. The put task can be realized by scientific thinks of technology of production of substitute of sucklings creams, stabilized natural matters and agents.

Keywords: food emulsion, coconut butter, lecithin, physical and chemical properties, substitute of sucklings' creams.

Одним з перспективних напрямків розвитку молочної промисловості є розроблення технологій продуктів з комбінованим за жировим компонентом складом. Подібні технології передбачають часткову або повну заміну молочного жиру на рослинні олії та продукти їх модифікацій. Жирові компоненти розподіляють в молочній основі шляхом диспергування при різному апаратурному оформленні технологічного процесу.

При застосуванні рослинних олій, особливо у виробництві рідких та пастоподібних продуктів, необхідно досягти максимальної стабілізації жирової фази для унеможливлення розшарування подібних харчових систем впродовж усього терміну їх зберігання. Зазвичай молочно-рослинні емульсії стабілізують за допомогою поверхнево-активних речовин та диспергують під дією значних зовнішніх зусиль (гомогенізація, перемішування та ін.), при цьому режими гомогенізації не відрізняються від загальноприйнятих у молочної промисловості. [6;7;8;9;11;12;14]. При гомогенізації відбувається значне збільшення загальної площі розділу фаз жир-плазма, внаслідок чого оболонкових речовин, присутніх у плазмі, часто не вистачає для стабілізації знов утворюваної поверхні жирових кульок. Це вимагає додаткового внесення, у першу чергу, саме олеофільних поверхнево-активних компонентів, які мають більшу спорідненість до жирової фази, ніж білки [8;9;11;12;14]. Очевидно, що дисперсні системи емульсійного типу в кожному конкретному випадку потребують ретельного вивчення умов їх диспергування та стабілізації.

Метою розробки науковців кафедри технології молока і молочних продуктів НУХТ є спосіб отримання стійких штучних емульсій, які б відігравали роль нормалізаційного жирового компонента при виробництві рідких та пастоподібних продуктів і які можна було б вносити у молочну основу на будь-якому етапі технологічного процесу. Подібний спосіб нормалізації має бути досить енергозощаджувачим з огляду на те, що внесення рослинних олій у вигляді жирового дрібнодиспергованого концентрату виключав би необхідність гомогенізації всієї молочно-рослинної суміші.

У жиромістких системах надзвичайно важливу роль при формуванні їх структури відіграє саме жирова фаза. Вміст жирів, їх фізичні властивості (температури плавлення та кристалізації, швидкість та ступінь кристалізації за різних температурних режимів), ступінь дисперсності жирових кульок в емульсіях прямого типу «жир у воді», ступінь зв'язування молекул води поверхнею жирових кульок – всі ці фактори обумовлюють фізико-механічні характеристики подібних систем [7;8;9;17]. Вивчення вищевказаних характеристик та прогнозування їх змін під впливом механічних та теплових процесів є надзвичайно актуальним питанням з огляду на необхідність збереження здатності емульсій до дозування та однорідного розподілення жирових кульок по всій масі продукту.

Науково-дослідна робота була виконана відповідно до наступних етапів: підбір жирового компонента для комбінування з молочними продуктами (напоями, рідкими та пастоподібними кисломолочними продуктами та десертами, морозивом) за органолептичними, фізико-хімічними показниками, біологічною цінністю та показниками безпеки; обґрунтування хімічного складу молочно-жирових емульсій; вивчення способів диспергування жиру; дослідження реологічних характеристик молочно-жирових емульсій з різним вмістом жиру за різних температурних режимів зберігання; розроблення рекомендацій щодо застосування молочно-жирових емульсій.

На першому етапі досліджень в якості дисперсної жирової фази для молочно-жирових емульсій було обрано рафіновану кокосову олію з температурою плавлення 24 °С.

Кокосова олія була обрана за певними критеріями. По-перше вона у великих обсягах постачається на внутрішній ринок України, при цьому її ціна принаймні у 1,5-2 рази нижча, ніж ціна на молочний жир, окрім того, кокосова олія – натуральний продукт рослинного походження, який має приємний смак, запах та нейтральний білий колір, пластичну консистенцію за температури 20 °С, стійкість при зберіганні, високі термостійкість та теплопровідність [1;3;4;5]. По-друге, кокосова олія на рівні з іншими рослинними оліями не вміщує холестерин, а також є постачальником цілого ряду вітамінів, в тому числі вітаміну Е. Слід відмітити, що кокосова олія, отримана шляхом рафінування, безпечніша, ніж олії, отримані шляхом хімічної гідрогенізації, яка знижує вміст ненасичених жирних кислот та сприяє утворенню транс-ізомерів [3;4;5].

З метою підтвердження правильності вибору рафінованої кокосової олії (за ГОСТ 10776) з точки зору безпеки було проведено дослідження її жирнокислотного складу у порівнянні з гідрогенізованою кокосовою олією (за ГОСТ 10776) та рядом замінників молочного жиру вітчизняного виробництва, які виготовляють за ТУ У 15.4.-31146251-003-2004; ТУ У 15.4.-31146251-003-2007; ТУ У 15.4.-31400118.001-2002; ТУ У 15.4.-31146251-003-2004. Вивчення безпеки жирових продуктів за вмістом транс-ізомерів було досліджено в умовах науково-дослідної лабораторії НДІ жирів та жирозамінників (м. Харків) методом інфрачервоної спектроскопії. Отримані результати досліджень свідчать про наступне:

- у кокосовій олії рафінованій з температурою плавлення 24 °С транс-ізомери жирних кислот відсутні;
- у кокосовій олії з температурою плавлення 32 °С транс-ізомери жирних кислот присутні у незначній кількості (0,5-1,0%);
- у замінниках молочного жиру вміст транс-ізомерів коливається в межах від 2,0 до 34,9%.

Таким чином, враховуючи підтвердження безпечності кокосової олії для споживання та той факт, що на сьогодні цю олію в молочній промисловості найбільш широко використовують лише для виробництва морозива [6], можна стверджувати, що нові технологічні рішення з метою розширення асортиментного ряду молочних продуктів з кокосовою олією є актуальними та доцільними.

В молочних продуктах комбінованого складу в якості емульгатора для підсилення дії білків, що входять до складу дисперсійного середовища, найчастіше використовують лецитин. Також, за результатами численних клінічних досліджень підтверджено, що приймання лецитину впродовж тривалого часу цілком безпечно [13]. Так, комітетом експертів «ФАО/ВОЗ» з питань харчових добавок встановлено, що безумовно допустимою нормою вживання лецитину для людини є 0-50 мг (у доповненні до щоденного раціону) та умовно-допустимою 50-100 мг на 1 кг ваги тіла. До середнього харчового раціону людини входить 1-5 г лецитину. Лецитин використовують також при виробництві хліба, кондитерських виробів, цукерок, шоколаду, напоїв тощо [15]. З технологічною метою лецитин використовують для покращення якісних характеристик емульсійних продуктів – пластичності, густини, відчуття жирності, стабільності структури при зберіганні. Лецитин також значно знижує відділення сироватки за рахунок збільшення вологостримуючої здатності згустків при виробництві кисломолочних продуктів [13;15].

Досліджувані зразки емульсії отримували за допомогою лабораторної мішалки пропелерного типу з частотою обертів 1200 хв⁻¹ при перемішуванні протягом 2 хв за температури 68-70 °С та охолодженні до температури 20 °С. Ефективність диспергування жирової фази та її дисперсність в емульсіях визначали за рядом показників: стійкістю емульсії, ступенем дестабілізації жиру, температурою плавлення жирової основи, середнім діаметром жирових кульок.

За попередньо проведеними дослідженнями було повністю підтверджено технологічну доцільність застосування саме лецитину у порівнянні з моногліцеридами, ефірами сахарози та полігліцеролполіріцинолеатом (PGPR). Далі було визначено оптимальний вміст лецитину при стабілізації емульсії на основі кокосової олії та дистильованої води з метою вивчення його емульгуювальної здатності за відсутності інших поверхнево-активних речовин, і тільки після цього було вивчено можливість поєднання технологічних властивостей лецитину та молочних білків.

Для того, щоб виявити оптимальний вміст лецитину в системах з різним вмістом жиру (від 10 до 50 %) у системах жир-вода було досліджено їх фізичні показники при варіюванні дози лецитину у діапазоні від 0,2 до 1,0 %. Максимальний вміст олії в емульсіях був обумовлений температурою її плавлення (24 °С) та кінетикою й ступенем кристалізації кокосової олії з метою запобігання можливої втрати текучості систем протягом декількох годин за температури зберігання [17]. Відповідно до проведеної серії експерименту були встановлені оптимальні дози внесення лецитину у системи жир/вода із заданим вмістом жиру з огляду на їх фізичні властивості (табл. 1).

Таблиця 1 - Фізико-хімічні показники систем кокосова олія/вода при оптимальному вмісті лецитину

Вміст жиру, %	Оптимальний вміст лецитину, %	Середній діаметр жирових кульок, мкм	Стійкість емульсії, %	Ступінь дестабілізації жиру, од.
10	0,4	9,24	36,0	0,65
20	0,6	9,18	32,0	0,69
30	0,8	9,10	31,0	0,70
40	0,8	8,99	29,0	0,71
50	0,4	10,25	26,0	0,74

Порівняльний аналіз результатів досліджень дозволяє зробити висновок, що системи з різним вмістом жиру для максимальної стабілізації потребують різної кількості емульгатора – в межах від 0,4 до 0,8 %. Це можна пояснити тим, що за різного вмісту жирової фази в емульсіях і за різної її дисперсності критична концентрація емульгатора залежить, в першу чергу, від питомої поверхні розділу фаз, яка для прояву максимальної стабілізуючої дії повинна бути насичена мономолекулярним шаром молекул поверхнево-активної речовини (ПАР). Для одержання об'єктивної оцінки щодо потреби системи в емульгаторі надалі було зроблено перерахунок концентрації лецитину на одиницю поверхні розділу фаз жир-плазма.

На другому етапі експерименту було перевірено можливість отримання емульсій на основі кокосової олії та відновленого знежиреного молока з вмістом зухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) 9 %, оскільки очевидно, що внесення емульгатора гідрофільної природи (молочних білків) може позитивно вплинути на склад і властивості оболонки жирових кульок емульсії. На поверхні жирових кульок спочатку можуть адсорбуватися інші, жиророзчинні ПАР і, якщо поверхня жиру вже зайнята іншим емульгатором, білки можуть або зовсім не адсорбуватися, або адсорбуватися, реагуючи з ним. Це залежить від знаків заряду на поверхні жиру і білків, міжфазної енергії, складу білків, наявності сторонніх речовин тощо [10;11;12;14]. Досліджувані зразки були приготовані за тих же умов, що і для емульсій на основі дистильованої води. Результати досліджень з оптимальним вмістом лецитину у системі жир/знежирене молоко з варіюванням масової частки жиру представлені у табл. 2.

Таблиця 2 - Фізико-хімічні показники систем кокосова олія/знежирене молоко за оптимального вмісту лецитину

Вміст жиру, %	Оптимальний вміст лецитину, %	Середній діаметр жирових кульок, мкм	Стійкість емульсії, %	Ступінь дестабілізації жиру, од.
10	0,4	4,17	87,0	0,14
20	0,6	4,15	85,0	0,16
30	0,6	4,11	86,0	0,13
40	0,6	4,10	84,0	0,15
50	0,4	5,12	83,0	0,18

Таким чином, встановлено, що емульсії з вмістом жиру від 10% до 50%, до складу яких, окрім лецитину, входить СЗМЗ, мають достатньо високі фізичні показники: середній діаметр жирових кульок від 4,10 мкм до 5,12 мкм; стійкість становить 83 – 87%; ступінь дестабілізації – 0,13 – 0,18 од. Отже, для емульсій з вмістом жиру від 10 до 50 % для максимальної стабілізації необхідно від 0,4 до 0,6 % лецитину.

З метою визначення критичної концентрації лецитину на поверхні розділу фаз, яка забезпечує максимальну стабілізацію емульсії, за середнім розміром жирових кульок та вмістом жиру було розраховано питому поверхню розділу фаз жир-вода у кожній із систем за показниками табл.1 та табл.2. В результаті проведених розрахунків встановлено наступне:

- витрата лецитину при його оптимальній кількості для емульсії на основі води становить: для 10% емульсії - 0,06 г/м²; для 20% емульсії – 0,04 г/м²; для 30% - 0,04 г/м²; 40% - 0,03 г/м²; 50% - 0,01 г/м²;

- витрата лецитину при його оптимальній кількості для 10% емульсії на основі знежиреного молока становить 0,03 г/м²; для 20% емульсії – 0,02 г/м²; для 30% - 0,01 г/м²; 40% - 0,01 г/м²; 50% - 0,007 г/м².

Таким чином, очевидно, що витрата лецитину для максимальної стабілізації емульсії значно зменшується при його сумарній дії разом з білками знежиреного молока, які є гідрофільними ПАР.

Цікавим моментом є те, що при збільшенні вмісту жиру в системі, зменшується потреба у кількості ПАР на одиницю поверхні розділу фаз. Очевидно, це є наслідком того, що при збільшенні вмісту жиру зменшується прошарок водної фази, при цьому система сама по собі стає більш структурованою, механічно стійкою і звідси, знижується максимально необхідна кількість як гідрофільного, так і олеофільного емульгаторів. Розрахована характеристика має дуже важливе значення у харчових технологіях, оскільки дає змогу заздалегідь визначати найбільш ефективну кількість ПАР для стабілізації харчових систем з урахуванням максимальної економії подібних високовартісних добавок.

В наступній серії експерименту умови одержання емульсій були максимально наближені до виробничих. Жиромістку суміш спочатку диспергували за допомогою лабораторної мішалки, а потім направляли на гомогенізатор клапанного типу марки «APV» (Великобританія). Тиск гомогенізації був заданий залежно від масової частки жиру в емульсіях: на першому ступені 7,0-12,0 МПа, на другому – 1,5-3,0 МПа. Температура гомогенізації була задана в межах від 68 до 70° С. Прогомогенізовану емульсію відра-

зу охолоджували при перемішуванні до температури $4 \pm 2^\circ\text{C}$ та досліджували її характеристики. Отримані результати досліджень свідчать про те, що гомогенізація забезпечує стійкість всіх зразків емульсій на рівні 99 - 100%, дестабілізація жиру - відсутня, а діаметр жирових кульок не перевищував 2 мкм.

Гомогенні емульсії додатково були досліджені за реологічними характеристиками на ротаційному віскозиметрі Reotest-2 за температури 24; 20; 10 та 4°C (табл. 3). Виявлено, що при зберіганні емульсії з масовою часткою жиру від 10 до 30% за температури 4°C не втрачали текучість протягом 24 год (ефективна в'язкість дорівнювала 0,0197 Па·с - 0,0514 Па·с), емульсія з вмістом жиру 40% втрачала текучість за температури 10 та 4°C . Емульсія ж з вмістом жиру 50 % не може бути використана як заміник вершків для нормалізації, бо вона відразу після охолодження за прийнятих температурних режимів втрачала текучість.

Таблиця 3 - В'язкість емульсій на основі кокосової олії та знежиреного молока при варіюванні масової частки жиру та температури

Вміст жиру, %	Оптимальний вміст лецитину, %	Ефективна в'язкість, $h \cdot 10^{-3}$; Па·с			
		Температура, $^\circ\text{C}$			
		24	20	10	4
10	0,4	2,9	3,6	9,6	19,7
20	0,6	5,0	6,1	21,3	32,4
30	0,6	19,0	25,0	43,0	51,4
40	0,6	23,8	36,0	втрата текучості	втрата текучості
50	0,4	втрата текучості	втрата текучості	втрата текучості	втрата текучості

Зниження температури зберігання та збільшення вмісту кокосової олії суттєво підвищують в'язкість харчових емульсій зростає, що пов'язано, в першу чергу, зі ступенем та швидкістю кристалізації їх жирової фази. Подібну структуру можна віднести до коагуляційної. Такі структури утворюються у дисперсних системах при взаємодії між дисперсними частинками крізь прошарки дисперсійного середовища за рахунок сил Ван-дер-ваальса. Також можна стверджувати, що в утворенні коагуляційних структур в жиромістких емульсіях суттєву роль відіграють ПАР та природа їх взаємодії не лише з жировою, але й водною фазами.

Таким чином, результатом представленої на розгляд наукової роботи є розроблення способу одержання молочно-жирових емульсій, які можна застосовувати як в якості готового продукту (питні рослини «вершки» з вмістом жиру 10 %), так і для нормалізації молочних сумішей при виробництві комбінованих за жировим компонентом складом продуктів на молочній основі (емульсії з вмістом жиру від 20 до 40 %). Рекомендацією при застосуванні подібних емульсій є те, що емульсію з масовою часткою жиру 40 % необхідно використовувати відразу після виготовлення з метою запобігання втрати нею текучості, емульсії ж з вмістом жиру від 10 до 30 % після виготовлення і до застосування можна зберігати за температур від 4 до 10°C протягом доби. На розроблений спосіб виготовлення жирового нормалізаційного компонента подано заявку на винахід.

Висновки

1. За результатами аналізу на вміст транс-ізомерів та за основними фізико-хімічними показниками для комбінування з молочними продуктами було обрано рафіновану кокосову олію з температурою плавлення 24°C .
2. Для стабілізації молочно-жирових емульсій обрано лецитин та встановлено його оптимальну концентрацію на поверхні розділу фаз жир-плазма для емульсій з вмістом жиру від 10 до 50 %: для систем жир-вода – вміст лецитину повинен становити від 0,01 до 0,06 г/м²; для систем жир-знежирене молоко – від 0,007 до 0,03 г/м². Таким чином, доведено, що потреба у лецитині для максимальної стабілізації емульсій зменшується при його сумарній дії разом з білками молока приблизно у 1,5-2 рази.
3. Підтверджено ефективність гомогенізації за стандартних режимів, прийнятих в молочній промисловості, для одержання стійких дрібнодисперсних емульсій, розміри жирових кульок яких не перевищують 2 мкм.
4. Рекомендовано емульсію з масовою часткою жиру 40 % використовувати відразу після виготовлення з метою запобігання втрати нею текучості, емульсії ж з вмістом жиру від 10 до 30 % після виготовлення і до застосування можна зберігати за температур від 4 до 10°C протягом доби.

Література

1. Технология переработки жиров./Под ред. Арутюняна Н.С. – М.: Пищепромиздат, 1999. – 452с.
2. Поліщук Г.С. Комбінування сировини у виробництві морозива // Молокопереробка. – 2007. – №4 (19). – С. 25-26.
3. Химия жиров./Под ред. Тютюнникова Б.Н., Гладкого Ф.Ф. – М.: Колос, 1992.- 459с.
4. Использование жиров немолочного происхождения в молочной промышленности./ Под ред. Самодурова В.А., Уманского М.С., Шилера Г.Г. – М., 1983.-34с.
5. Денисова С.А. Пищевые жиры. – М.: ОАО НПО издательство «Экономика», 1998. – 79с.
6. Ю.Вайткус В.В. Влияние диспергирования жира в обезжиренном молоке, пахте и сыворотке на молочный белок. – Тезисы Литовского филиала ВНИИМСа, 1976.- №10. – С.161-165.
7. Вайткус В.В., Зиберкайте Р.Б. Стабильность эмульсий и количественная адсорбция белка при диспергировании молочного жира в обрате, сыворотке и пахте. – Труды Литовского филиала ВНИИМСа, 1977.- №11.- С.58-63.
8. Вайткус В.В., Зиберкайте Р.Б. Адсорбции казеина и сывороточных белков на поверхности жира при эмульгировании в обрате и сыворотке. – Тезисы докладов симпозиума «Диспергирование жиров в производстве пищевых продуктов». – Каунас, 1978.- С.89-91.
9. Вайткус В.В., Зиберкайте Р.Б. Влияние природы жира на стабильность эмульсии на обрате. – Тезисы докладов симпозиума «Диспергирование жиров в производстве пищевых продуктов». – Каунас, 1978. – С.92-94.
10. Вайткус В.В., Зиберкайте Р.Б. Свойства эмульсий молочного жира, приготовленных на обрате, сыворотке и пахте. – Тезисы докладов краевой научно-технической конференции. – Ставрополь, 1977. – С.103-104.
11. Вайткус В.В., Зиберкайте Р.Б. Влияние эмульгаторов на стабильность молочных эмульсий. – Труды Литовского филиала ВНИИМСа, 1979. – Т.ХІІІ. – С. 70-75.
12. Мицкявичус Э., Матусявичюте А. Получение и механическое разрушение эмульсий молочного жира. – Труды Литовского Филиала ВНИИМСа, 1979. – Т.ХІІІ.- С.51-57.
13. Кочеткова А.А. Пищевые эмульсии и эмульгаторы: некоторые научные обобщения и практические подробности // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2002. – №2. – С.8-13.
14. Борисенко Е.В., Алексеева Ю.А., Климова С.А. Физико-химические основы производства эмульсий // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2002. – №2. – С. 14-16.
15. Тимошенко Ю.А., Федорова Е.Б. Лецитины в производстве молочных продуктов // Молочная промышленность. – 2007. – №10. – С.27-28.
16. Лукіянчук Б.Я., Поліщук Г.Є., Гончарук О.В. Дослідження фізико-механічних та фізичних властивостей харчових емульсій // Молочна промисловість. – 2007. – №8(43). – С.57-61.
17. Косой В.Д., Меркулов М.Ю., Юдина С.Б. Контроль качества молочных продуктов методами физико-химической механики. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005.

УДК 673.134:519.876.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИНАКТИВАЦИИ МИКРОФЛОРЫ МОЛОКА, ОБРАБОТАННОГО ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Сукманов В.А., д-р техн. наук, профессор, Малыгина В.Д., канд. экон. наук, доцент,
Кийко В.В., Нога И.В.,

Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского, г. Донецк
Донецкий Национальный Университет, г. Донецк

В представленной работе приведено обоснование рациональных режимов пастеризации молока, позволяющих получить высокой степени безопасный продукт повышенной пищевой и биологической ценности. На основании полученных данных была разработана математическая модель, описывающая кинетику воздействия высокого давления на микрофлору молока.

The ground of the rational modes of paskalisation milk, allowing to get a high degree the safe product of enhanceable food and biological value is resulted in the presented work. On the basis of findings a mathematical model, describing kinetics of influence high-pressure on the microflora of milk, was developed.

Ключевые слова: высокое давление, микрофлора молока, математическое моделирование, технология

Постановка проблемы. Несмотря на постоянное совершенствование технологического оборудования и появление новых способов обработки молока, проблема производства стойкого, обладающего высокими потребительскими свойствами продукта остается одной из наиболее актуальных.

Анализ состояния данной проблемы с целью определить перспективные направления развития технологии существующих способов обработки показал, что необходимо переходить к созданию и внедрению принципиально новых, прорывистых технологий обработки молока.

По нашему мнению, будущее принадлежит нетепловым высокоэффективным технологическим процессам обработки со щадящим воздействием на состав молока, максимально сохраняющим в обеззараженном молоке ценные вещества выдоенного чистого молока.

Одной из подобных технологий является «паскализация», сущность, которой заключается в обработке молока высоким давлением (ВД) на гидростатических установках при различных температурных режимах.

Выявленные на основании глубоких исследований по влиянию паскализации на качество, пищевую, биологическую ценность и степень безопасности молока, и внедрение полученных результатов в производство определяют актуальность данной работы.

Формулировка цели и задач. При выработке питьевого молока важно подобрать такие режимы паскализации, применение которых позволило бы получить безопасный продукт с точки зрения его микробной обсемененности и не нарушить единую равновесную систему молока, обусловленную тесной взаимосвязью между отдельными дисперсными фазами.

В литературе существует большой разброс данных относительно использования как достаточно низких, так и высоких режимов давления [1,2]. Однако, нет единого подхода к анализу результатов при обосновании применения различных режимов обработки (параметры режимов от 100 до 600 МПа) и их влияния на микрофлору и составные части молока. Подробное изучение механизма инактивации микрофлоры молока при различных режимах обработки его высоким давлением в сочетании с температурой и временем воздействия лежит в основе технологического процесса паскализации.

Основной целью данной работы является обоснование оптимальных режимов обработки молока высоким давлением с точки зрения его санитарно-бактериологической чистоты и сохранения стабильности всей системы.

Основной материал. В основе способа обработки молока высоким давлением лежат параметры температурного (с использованием низких температур нагревания) и временного режимов.

В результате проведения ряда экспериментов с учетом степени влияния высокого давления на микробиологические, физико-химические и органолептические характеристики молока нами были определены рациональные режимы паскализации, а именно: давление – 250-330 МПа, температура выдержки – 40-45 °С, длительность выдержки – 30-45 мин.

Экспериментально установлено, что давление 250-330 МПа имеет угнетающее воздействие как, на патогенную микрофлору, так и на показатель общей микробной обсемененности. Воздействие высоким давлением не влечет за собой глубокой денатурации белков и потерю пищевой ценности молока.

Температура 40-45 °С является губительной для многих мезофильных микроорганизмов, в том числе и для патогенных, и при такой температуре наблюдаются минимальные изменения физико-химических и биологических свойств молока, что позволяет максимально сохранить нативную биологическую ценность продукта.

Продолжительность обработки в пределах 30-45 минут повышает эффект действия высокого давления на патогенную микрофлору молока и способствует ее максимальному уничтожению. Более короткая экспозиция воздействия (5-15 минут) не приводит к желаемому инактивирующему эффекту относительно микроорганизмов, находящихся в молоке.

Использование более высоких параметров давления: 400, 500, 600 МПа позволяет добиться полной инактивации микроорганизмов, однако такие режимы параллельно вызывают значительные изменения состава молока. При таких давлениях молоко приобретает не свойственные органолептические свойства, а именно: образуется полупрозрачная надосадочная жидкость (супернатант) и сметанообразный осадок, запах и вкус приобретают кисловатый оттенок. Причем степень прозрачности надосадочной жидкости и плотность осадка зависят от величины используемого высокого давления. То есть, с повышением давления наблюдалось более четкое расслоение системы. По нашему мнению эти изменения свидетельствуют о процессе коагуляции

казеина, что привело к выпадению его в осадок, а это говорит о глубоком нарушении дисперсности системы и дает основание отклонить данные режимы обработки молока.

При использовании более щадящих режимов давления 200 и 100 МПа, наблюдалось незначительное снижение микрофлоры молока по сравнению с контрольным (сырым) молоком. Были отмечены изменения в органолептических показателях: вкус и запах молока, обработанного давлениями 100 и 200 МПа, приобрели слегка кисловатый оттенок, что можно объяснить более интенсивным развитием микроорганизмов и накоплением молочной кислоты.

Полученные результаты также хорошо согласуются с данными исследователей: так, Клоустон и Виллс (1969, 1970); Гоулд, и другие, 1970; Gould и Сейл, 1970 утверждали, что сравнительно низкие давления (200 МПа и ниже) могут вызывать прорастание споры. Хейнц и Кнорр (1998) при исследовании *Bacillus subtilis* обнаружили, что максимальный уровень прорастания спор микроорганизмов находился в диапазоне между 100 и 200 МПа [3, 4].

Увеличение показателя титруемой кислотности молока при температуре 23 и 22 °C и давлении 100 и 200 МПа соответственно, можно объяснить накоплением молочной кислоты в ходе развития молочно-кислой микрофлоры.

На основании полученных авторами ранее экспериментальных данных [5], была разработана математическая модель, позволяющая обосновать оптимальность подобранных режимов и кинетику инактивации микрофлоры молока в зависимости от технологических параметров процесса обработки (давление, температура, продолжительность обработки).

Инактивация микроорганизмов под действием высокого давления и повышенной температуры и рассматривается как одноступенчатая химическая реакция, когда в системе поддерживается определенное давление и температура, а внешние потоки вещества отсутствуют. Под концентрацией реагирующего вещества подразумевается число микроорганизмов, выживших после обработки высоким давлением и повышенной температурой.

Изменение концентрации в зависимости от времени $C(t)$ описывается уравнением распада, поскольку инактивация микроорганизмов, как правило, необратима. Таким образом, имеем:

$$\frac{dC}{dt} = -kC \quad (1)$$

где k – константа скорости инактивации:

$$k = A \exp\left(-\frac{U + P\Delta V}{RT}\right) \quad (2)$$

определяемая из условий термодинамического равновесия, поскольку процесс инактивации протекает бесконечно медленно по сравнению с характерными временами столкновений между молекулами.

Решение уравнения (1) имеет вид:

$$C(t) = C(0) \exp(-kt) \quad (3)$$

Выявить роль влияющих факторов на стабильность системы молока достаточно сложно. Для обработки и анализа экспериментальных данных нами был введен безразмерный параметр x , как комбинация факторов P , T и t , однозначно определяющих величину концентрации

$$C = C_0 \exp[-\exp(x)] \quad (4)$$

где

$$x = \ln\left[-\ln\left(\frac{C}{C_0}\right)\right] = \ln(At) - \frac{1}{RT}(U + P\Delta V) \quad (5)$$

Таким образом, записывая для каждой экспериментальной точки равенство (5), получаем систему N_{exp} линейных уравнений с тремя неизвестными $\ln(A)$, U и ΔV

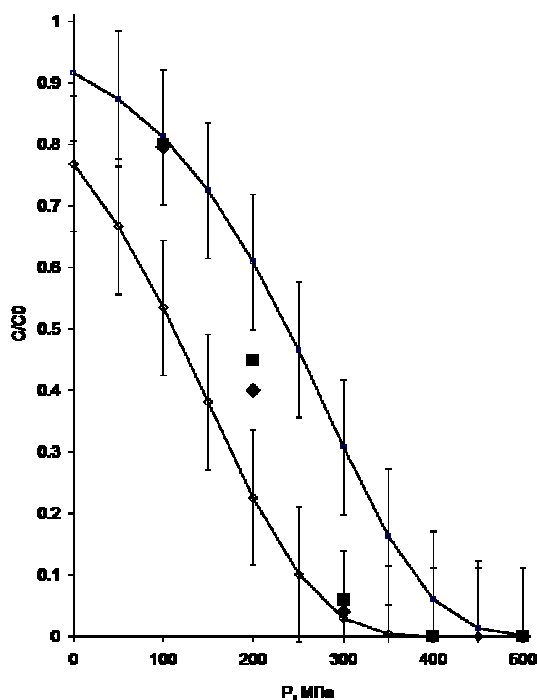
$$\ln(A) - \frac{1}{RT_i}U - \frac{P_i}{RT_i}\Delta V = \ln\left[-\ln\left(\frac{C_i}{C_0}\right)\right] - \ln(t_i), \quad i = 1..N_{\text{exp}} \quad (6)$$

где N_{exp} – общее число экспериментальных точек в наборе.

Переопределенная система (6) решена методом наименьших квадратов и получен набор параметров $\ln(A)$, U и ΔV , при котором теоретические кривые будут наилучшим образом проходить через все экспериментальные данные. Значимость полученного решения заключается в том, что с помощью всего трех

параметров можно получить реакцию системы на любое сочетание внешних воздействий – давления, температуры и времени.

На рис. 1 представлены кривые, рассчитанные с использованием найденных параметров, в сравнении с экспериментальными данными.



Крупные маркеры – эксперимент, кривые с мелкими маркерами – расчет при тех же условиях с найденными параметрами

Рис. 1 – Сравнение теоретических и экспериментальных зависимостей относительной концентрации МАФАнМ, КОЕ/см³ в молоке от давления для случаев T=40 °C, t=5мин (квадраты) и T=40 °C, t=15мин (ромбы)

Приведенные данные позволяют констатировать, что в целом теория вполне удовлетворительно описывает эксперимент, кривые передают правильный ход концентрации выживших микроорганизмов в зависимости от давления и времени обработки.

Полученные результаты свидетельствуют в пользу применимости линейной кинетики для описания деградации биосистем под действием высокого давления.

Возможные причины расхождений между теорией и экспериментом следующие. Во-первых, многие важные химические реакции в биосистемах протекают с участием ферментов. Такие реакции имеют общие константы скорости, которые охватывают константы скоростей нескольких промежуточных реакций [6], так что общая скорость реакции не обязательно описывается уравнением (2). Во-вторых, соблюсти и точно проконтролировать постоянство внешних условий при проведении измерений не всегда возможно. Все эти факторы вносят погрешность в результаты измерений, и они также не учитывались в проведенных расчетах.

Зависимость концентрации микроорганизмов от температуры и давления можно представить в виде поверхности (рис. 2).

Представленная зависимость отображает, что при низких температурах критическим давлением для микроорганизмов являются более высокие давление порядка 400-600 МПа. С повышением температуры порог стерилизации сдвигается в сторону меньших давлений, т.е. уже при температуре 40 °C для желаемого стерилизующего эффекта достаточно 300-330 МПа. Этот факт подтверждает правильность выбора рациональных режимов пастеризации молока, обоснованных ранее.

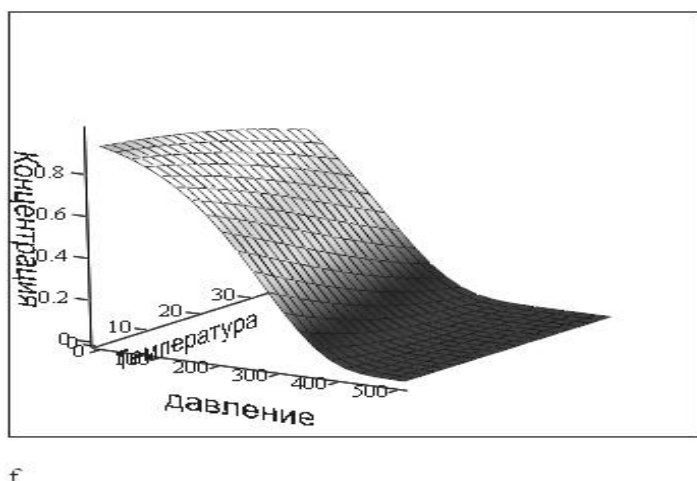


Рис. 2 – Зависимость концентрации МАФАнМ, КОЕ/см³ молока от факторов воздействия (давлением, температурой)

Выводы. Теоретическая интерпретация проведенных измерений позволяет оптимизировать процесс обработки продуктов питания высоким давлением и открывает новые возможности для усовершенствования этого процесса.

Практическое внедрение полученных результатов позволяет планировать режимы пастеризации молока, оптимизировать параметры для сохранения стабильности системы и позволит получить желаемый продукт с максимальным сохранением нативных свойств.

Литература

1. Johnston, D.E., Austin, B.A., & Murphy, R.J. (1992). Effects of the high hydrostatic pressure on milk // *Milchwissenschaft*, 44(12). 760-763.
2. Schrader, K., Buchheim, W., & Morr, C.V. (1997). High pressure effect on the colloidal calcium phosphate and the structural integrity of micellar casein in milk: 1. High pressure dissolution of colloidal calcium phosphate in heated milk systems. *Nahrung-Food*, 41 (3), 133-138.
3. Clouston, J.G., & Wils, P.A. (1970). Kinetics of initiation of germination of *Bacillus pumilus* spores by hydrostatic pressure. *J. Bacteriol.*, 140-143
4. Gould G.W., & Sale, A.J.H. (1970). Initiation of germination of bacterial spores by hydrostatic pressure. *J. Gen. Microbiol.* 335.
5. Сукманов В.О., Малигіна В.Д., Кійко В.В. Спектральний аналіз молока різних видів обробки. – Донецьк.: ДонНУЕТ. – збірнику наукових праць ДонНУЕТ імені Михайла Туган-Барановського міжнародної наукової конференції «Обладнання та технології харчових виробництв», Випуск 18, 2008. – 86-91.
6. Березин И.В., Мартинек К. Основы физической химии ферментативного катализа. – М.: Высшая школа, 1977. – 280с.

УДК 001.8:620.2.003.121.: 663.05:664.346

ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ И ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ БЕЛКОВО-ЛИПИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ИХ ПЕРЕД СОЛЕПЛАВЛЕНИЕМ

Павлюк Р.Ю., д-р техн. наук, профессор, Погарская В.В., канд. техн. наук, профессор, Юрьева О.А., ассистент, Афанасьева В.А., канд. техн. наук, доцент, Максимова Н.Ф., доцент Харьковський державний університет харчових технологій, г. Харків

Настоящая работа посвящена созданию новых функциональных молочных продуктов – плавленых сыров обогащенных растительными биологически активными веществами и разработке новых техно-

логических приемов, которые бы позволили существенно снизить количество солей-плавителей при их изготовлении. В качестве таких приемов использовано замораживание и механоактивация.

The real work is devoted to creation of new functional chhanas – the melted cheeses of enriched by the active matters vegetable biologically and development of new technological receptions, which would allow substantially to reduce the amount of salts – melting at their making. As such receptions, freezing and mechanical activating is used

Ключевые слова: механоактивация, белково-липидные комплексы, сычужные сыры, солеплавление.

Известно, что плавленые сыры пользуются большой популярностью у всех слоев населения во всех странах мира. Это связано с высокими вкусовыми свойствами, питательной ценностью и достаточно простой технологией изготовления. Они являются ценными источниками для организма человека важных функциональных нутриентов – полноценных белков, липидов, минеральных веществ, витаминов и др. Однако они отличаются низким содержанием биологически активных веществ и пониженными срокам при хранении. Ассортимент плавленых сыров с высоким содержанием БАВ в Украине ограничен. Трудности при их получении с использованием в качестве сырья – сычужных сыров связаны с тем, что они имеют сложные слабо-растворимые параказеинкальцийфосфатные комплексы (ПККФК), в которых полипептидные цепи настолько сильно переплетены между собой при помощи кальциевых мостиков, дисульфидных и фосфоамидных связей, водородных как внутримолекулярных так и межмолекулярных и других связей, что препятствует их пептизации и растворению при плавлении сыров и получению однородной текучей массы. Кроме того, пептизацию белков тормозит высокое содержание липидов, которые с белком образуют сложные липидобелковые кальцийфосфатные комплексы. Одной из основных технологических операций при получении плавленых сыров является размягчение сыров, получение однородной текучей массы при нагревании в присутствии солей-плавителей. При этом одновременно происходит и пастеризация продукта. Традиционно при изготовлении плавленых сыров для увеличения пептизации ПККФК, размягчения и приобретения сырной массой текучести используют различные соли-плавители такие как соли лимонной кислоты, пирофосфаты, фосфаты и др. в количестве от 30 до 100 кг на 1 т продукта, которые являются далеко небезвредными для организма человека [1]. В связи с этим актуальным является поиск технологических приемов, которые позволили бы существенно уменьшить количество солей-плавителей при изготовлении плавленых сыров.

В связи с этим настоящая работа направлена на поиск технологических приемов направленных на дезагрегацию, деструкцию и гидролиз полипептидных цепей, увеличение их растворимости – пептизации, получение текучей сырной массы с целью уменьшения количества солей-плавителей при получении плавленых сыров с использованием в качестве основного компонента сычужных сыров. В качестве такого приема нами рассматривается использование замораживания сычужных сыров и процессов механоактивации при предварительной их обработке перед солеплавлением. В молочной промышленности такие процессы не использовались при изготовлении плавленых сыров. Отсутствуют литературные данные по этому вопросу. Научной школой проф. Павлюк Р.Ю. в течение 25 лет изучалось применение криогенного измельчения и процессов механоактивации (без применения холода) и замораживания в пищевой промышленности при получении мелкодисперсных порошков и гомогенных паст из фруктов, ягод, овощей, лекарственного и пряно-ароматического растительного сырья, продуктов пчеловодства. Впервые в мировой практике были выявлены новые явления и эффекты, раскрыты их механизмы, и показано, что процессы механоактивации и замораживания приводят к существенной деструкции и дезагрегации биологических комплексов – биополимер-БАВ, а также биополимеров (белков, полисахаридов, целлюлозы, пектиновых веществ), которые приводят к эффекту «обогащения» и более полному извлечению из сырья низкомолекулярных БАВ таких как: витамины, свободные аминокислоты, фенольные соединения моно и дисахариды, растворимые пектиновые вещества и др.

Некоторыми учеными было выявлено, что криогенное измельчение желатина приводило к существенному изменению его исходных свойств и к растворению при комнатной температуре. Выявлено также, что использование процессов механоактивации при измельчении полимеров приводило к снижению их молекулярной массы, появлению новых функциональных групп и звеньев, к изменению их растворимости. В связи с этим можно было предположить, что использование процессов механоактивации и замораживания приведет к деструкции, и дезагрегации и пептизации сложных комплексов сычужных сыров, в конечном счете, к увеличению пластичных свойств сырных масс, что будет способствовать их лучшему плавлению и получению высокого качества сырных изделий и уменьшению солей-плавителей. В молочной промышленности идет непрерывный поиск приемов с целью уменьшения количества солей-плавителей. Ведущими учеными Украины и России, удалось их количество уменьшить всего на 20 % [2].

В задачу настоящих исследований входило изучение влияния процессов механоактивации и замораживания на липидопротеиновые кальцийфосфатные комплексы сычужных сыров, трансформацию связанных аминокислот в свободные, конформационные изменения белковой глобулы, соотношение гидро-

фобных и гидрофильных остатков аминокислот и дезагрегацию нерастворимых параказеинкальцийфосфатных комплексов увеличение их растворимости с целью уменьшения количества солей-плавителей при получении плавленых сырных изделий из сычужных сыров.

Проведены модельные эксперименты по выявлению влияния процессов механоактивации при замораживании и механическом (двухступенчатом) измельчении твердых сычужных сыров. Замораживание проводили в скороморозильной камере. Измельчение проводили двухступенчато – на первом этапе замороженный сыр измельчали до размера 200...500 мкм, на втором – до 30...100 мкм.

Впервые установлено, что при замораживании, механоактивации, двухступенчатом измельчении твердых сычужных сыров и дальнейшем их гидролизе соляной кислотой происходит существенное увеличение общего количества связанных аминокислот – в 1,4-2,5 раза выше чем в исходном сыре (табл. 1, 2, рис.1), то есть происходит более полный гидролиз белка до аминокислот.

Таблица 1 – Влияние процессов механоактивации и замораживания на гидролиз и на трансформацию связанных и свободных аминокислот белков твердых сычужных сыров при предварительной обработке перед солеплавлением

Название аминокислоты	Связанные аминокислоты твердого сычужного сыра				Свободные аминокислоты твердого сычужного сыра			
	в исходном сыре, г в 100 г	после замораживания и измельчения, мг в 100 г	% к исходному	увеличение к исходному, раз	в исходном сыре, мг в 100 г	после замораживания и измельчения, мг в 100 г	% к исходному	увеличение к исходному, раз
1	2	3	4	5	6	7	8	9
г в 100 г сычужного сыра								
Аспаргиновая	1,33	2,31	174,4	1,7	0,20	0,49	247,5	2,4
Треонин	0,71	1,24	174,1	1,7	0,12	0,24	198,3	2,0
Серин	1,10	1,84	167,3	1,7	0,31	0,37	116,5	1,2
Глутаминовая	4,41	4,70	106,6	1,1	1,62	1,79	110,7	1,1
Пролин	1,72	2,76	160,0	1,6	0,06	0,15	250,0	2,5
Глицин	0,41	0,56	136,6	1,4	0,07	0,14	189,3	1,9
Аланин	0,58	1,20	206,9	2,0	0,09	0,26	284,4	2,8
Цистин	0,30	0,30	100,0	1,0	0,54	0,42	128,5	1,3
Валин	0,45	1,08	240,0	2,4	0,34	0,96	282,3	2,8
Метионин	1,04	1,12	106,7	1,1	0,40	0,60	150,0	1,5
Изолейцин	0,92	2,10	229,5	2,3	0,65	1,25	191,6	1,9
Лейцин	2,30	2,55	111,0	1,1	0,13	0,25	196,1	2,0
Тирозин	2,21	1,63	73,7	-	0,24	0,34	140,0	1,4
Фенилаланин	1,07	1,48	138,8	1,4	0,23	0,64	280,0	2,8
Гистидин	1,01	1,24	122,8	1,2	0,08	0,15	193,7	1,9
Триптофан	0,70	0,70	100,0	1,0	0,40	0,40	100,0	1,0
Лизин	1,24	3,14	253,2	2,5	0,36	0,55	149,8	1,5
Аргинин	1,91	1,30	67,9	-	0,43	0,87	200	2,0
Аспаргиновая	4,25	7,41	174,4	1,7	0,64	1,58	247,5	2,4
Треонин	2,28	3,98	174,1	1,7	0,38	0,76	198,3	2,0
Серин	3,52	5,88	167,3	1,7	1,00	1,17	116,5	1,2
Глутаминовая	14,08	15,01	106,6	1,1	5,17	5,72	110,7	1,1
Пролин	5,51	8,82	160,0	1,6	0,19	0,48	250,0	2,5
Глицин	1,30	1,79	136,6	1,4	0,24	0,45	189,3	1,9
Аланин	1,85	3,83	206,9	2,0	0,29	0,82	284,4	2,8
Цистин	0,96	0,96	100,0	1,0	1,72	1,34	128,5	1,3
Валин	1,44	3,45	240,0	2,4	1,09	3,07	282,3	2,8
Метионин	3,33	3,56	106,7	1,1	1,28	1,92	150,0	1,5
Изолейцин	2,92	6,71	229,5	2,3	2,09	4,01	191,6	1,9
Лейцин	7,35	8,16	111,0	1,1	0,41	0,81	196,1	2,0
Тирозин	7,06	5,21	73,7	-	0,75	1,05	140,0	1,4
Фенилаланин	3,42	4,74	138,8	1,4	0,73	2,06	280,0	2,8

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
г в 100 г белка								
Гистидин	3,23	3,96	122,8	1,2	0,26	0,49	193,7	1,9
Триптофан	2,24	2,24	100,0	1,0	1,28	1,28	100,0	1,0
Лизин	3,96	10,03	253,2	2,5	1,17	1,75	149,8	1,5
Аргинин	6,12	4,15	67,9	-	1,39	2,78	200	2,0

Так, наибольшее количество образуется следующих аминокислот: лизина (в 2,5 раза), валина (в 2,4 раза), аланина (в 2,0 раза), аспарагиновой кислоты, треонина, серина (в 1,7 раза). Наименьшее количество образуется цистина, лейцина, тирозина (в 1,1 раза). Разная степень образования различного количества аминокислот при гидролизе белка связана, по-видимому, со специфичностью аминокислотного состава белков сычужных сыров. Механизм этого процесса связан, по-видимому, со следующим – повышенная устойчивость параказеинкальцийфосфатных комплексов к нагреванию, гидролизу кислотами, растворению, пептизации, обуславливается наличием в их составе Са и Р, которые в комплексах соединены при помощи кальциевых мостиков, фосфоамидных связей, а также большого количества липидов, которые тормозят гидролиз белков на отдельные аминокислоты.

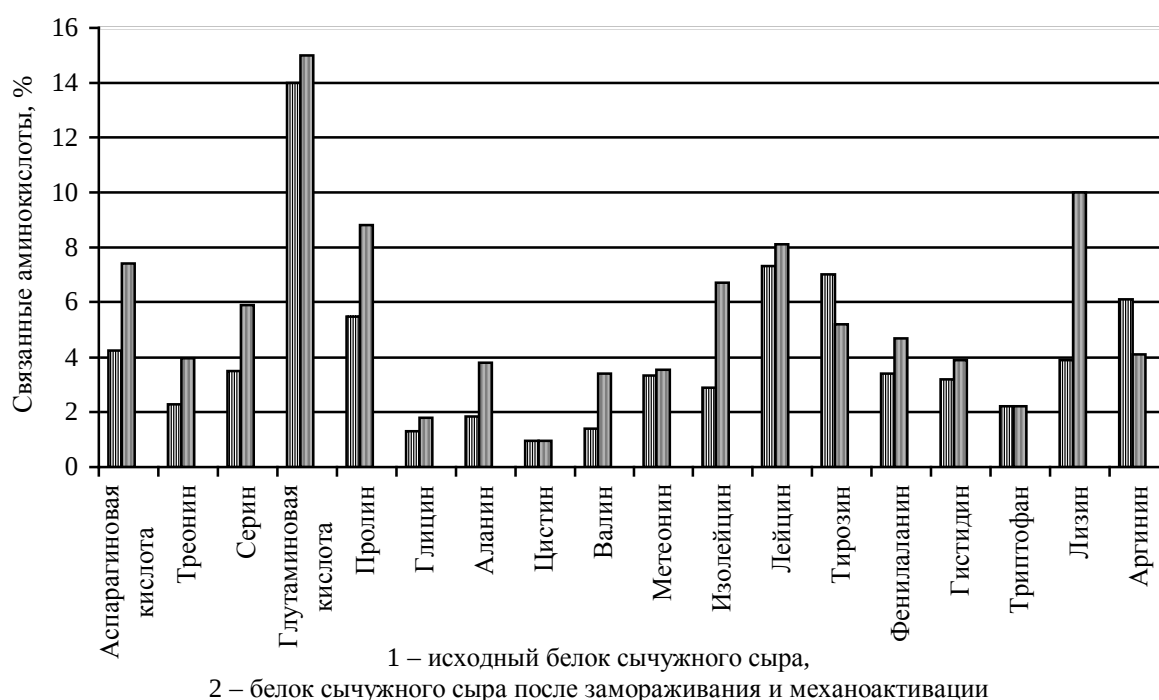


Рис. 1 – Влияние замораживания и механоактивации на деградацию липиднопептидного комплекса на гидролиз соляной кислотой пептидных связей белков сычужных сыров и более полное высвобождение связанных аминокислот

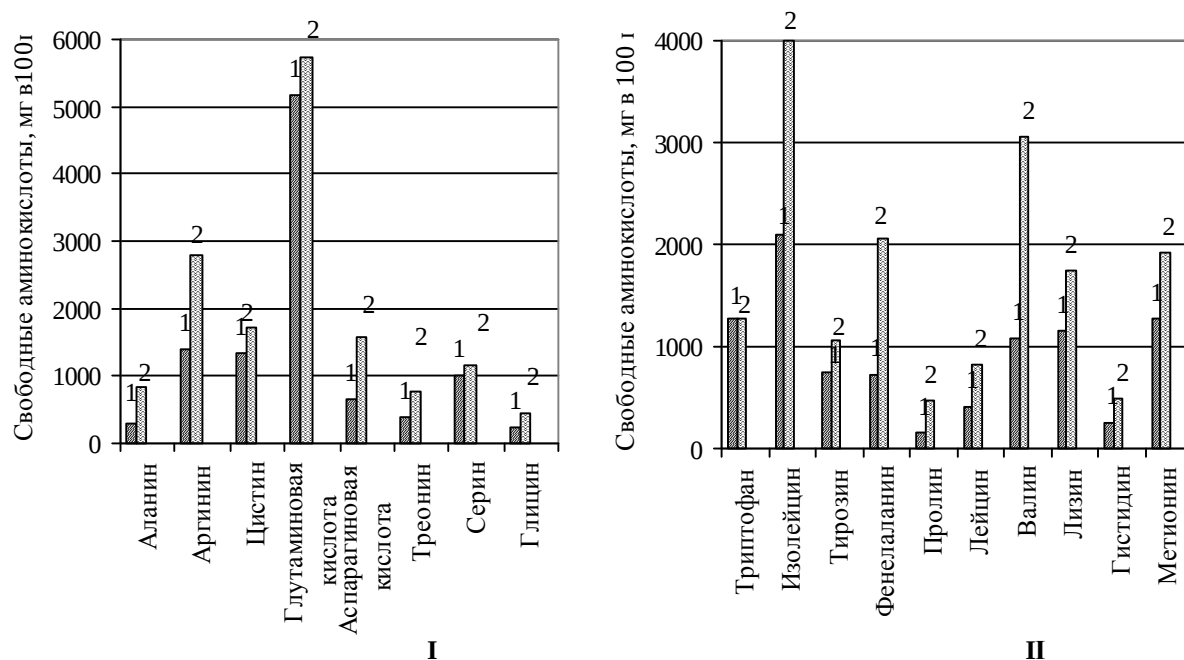
Известно, что липиды в сырах диспергированы в гелевой структуре белка в виде жировых крупных микрозерен, с размером от 8 до 14 мкм, что в 2-4 раза превышает диаметр жировых шариков в молоке, т.е. белки и жиры в сычужных сырах находятся в липидопротеиновых кальцийфосфатных комплексах. По-видимому, липиды могут обволакивать мицеллы и субмицеллы параказеинкальцийфосфатных комплексов, образовывать трудно-растворимые липидопротеиновые комплексы, в которых доступ к пептидным связям между отдельными аминокислотами затруднен стерически, что может препятствовать доступу кислоты к пептидным связям для гидролиза белка и его пептизации при изготовлении плавленых сыров. Известно, что денатурация белков и их гидролиз существенно понижается в присутствии кислот жирного ряда. Кроме того, в сырах значительная часть липидов, по-видимому, находится в связанном состоянии с параказеинкальцийфосфатным комплексом, что затрудняет гидролиз белков и их пептизацию. Известно, что в пищевых продуктах белки и липиды находятся в липопротеиновых комплексах. По-видимому, это имеет место и в сычужных и плавленых сырах.

Установлено, что при механоактивации и замораживании происходит дезагрегация и деградация липопротеиновых комплексов, механический гидролиз белков, увеличение свободных аминокислот (в

1,4...2,8 раза по отношению к исходному количеству), часть α -аминокислот из связанного состояния трансформируется в свободные аминокислоты (от 3,5 % до 80 %) (табл. 2, рис. 2). Так, количество свободных аминокислот таких как аланин, валин, фенилаланин, увеличивается больше всего в 2,8 раза, количество пролина и аспарагиновой кислоты в 2,5...2,4 раза, количество треонина, глицина, изолейцина, лейцина, гистидина и аргинина увеличивается в 1,4 - 2,0 раза. Наименьшее количество свободных аминокислот наблюдалось у глутаминовой кислоты, триптофана и цистина (табл. 1, 2, рис. 2).

Таблица 2 – Влияние процессов механоактивации и замораживания на связанные аминокислоты белков сычужных сыров

Название аминокислоты	Связанные аминокислоты белка сычужного сыра		Уменьшение, % к исходному
	в исходном белке сыра, %	после замораживания и механоактивации в белке сыра, %	
Аспарагиновая к-та	6,77	5,83	14,0
Треонин	6,77	5,83	13,9
Серин	4,87	4,70	3,5
Глутаминовая к-та	9,85	9,29	5,7
Пролин	8,63	8,33	3,5
Глицин	1,55	1,33	14,2
Аланин	3,55	3,01	15,3
Цистин	3,83	0,77	80,0
Валин	2,37	0,38	84,0
Метионин	2,28	1,64	28,1
Изолейцин	4,62	2,70	42,0
Лейцин	7,75	7,35	5,8
Тирозин	4,46	4,16	6,8
Фенилаланин	4,01	2,69	33,0
Гистидин	3,7	3,46	6,5
Триптофан	0,96	0,96	-
Лизин	8,87	8,28	6,7
Аргинин	2,76	1,37	50,4



1 – исходный белок сычужного сыра, 2 – белок сычужного сыра после замораживания и механоактивации

Рис. 2 – Влияние процессов механоактивации и замораживания на трансформацию связанных аминокислот в свободные аминокислоты белка – гидрофильные (I) гидрофобные (II) твердых сычужных сыров при обработке их перед солеплавлением

Показано, что механическое измельчение замороженных сычужных сыров существенно интенсифицирует разрушение белково-липидных комплексов и способствует механолизу белков до отдельных свободных аминокислот (рис. 2), т.е. происходит отщепление низкомолекулярных соединений – аминокислот. Механизм этого процесса связан, по-видимому, с тем, что при механическом измельчении в результате механокрекинга возникают такие критические энергетические напряжения в звеньях биополимерной цепи белка, которые приводят к разрыву, гидролизу пептидных, а также водородных связей, разрыву кальциевых мостиков и гидролизу белка до свободных аминокислот. По-видимому, происходит истирание глобул макромолекул белков и уменьшение их молекулярной массы. Продукт после измельчения имеет качественно новый химический состав, приобретает новые свойства, что, по-видимому, будет способствовать лучшей пептизации белков при плавлении с уменьшением солей-плавителей.

Выводы. Таким образом, показано, что использование замораживания и интенсивного измельчения твердых сычужных сыров приводит к значительной деструкции и дезагрегации гелевой структуры белка, липидопротеиновых комплексов, интенсификации гидролиза белка и существенному увеличению отдельных свободных α -кислот за счет механолиза белков т.е. происходит пептизация белков. По-видимому, при воздействии замораживания и механоактивации происходит не только гидролиз, но и деструкция и дезагрегация ПККФ комплекса разрушается четвертичная, третичная структура белков, кальциевые мостики, внутримолекулярные водородные связи, уменьшается объем белковой глобулы, происходит ее истирание или механический гидролиз, что способствует пептизации белков, и лучшему и быстрому плавлению сыров и уменьшению количества используемых солей-плавителей. При этом выявлен целый ряд закономерностей и предполагаемых механизмов этих процессов.

Использование такого технологического приема перед плавлением сыров как замораживание и механоактивация сычужных сыров позволило при изготовлении плавленных сыров уменьшить количество солей-плавителей в 3 раза и скорость плавления в 2,5-3 раза.

Применение такого технологического приема позволило получить новые плавленные сыры высокого качества. Разработаны новые плавленные сыры, такие как «Лактокаротинка», «Лактофит», «Лактооранжик» с использованием каротиноидных добавок из моркови и тыквы, а также чеснока и пряностей с высоким содержанием БАВ. Разработаны ТУ на новые плавленные сыры, проведена их апробация в промышленных условиях.

Литература

1. Павлюк Р.Ю., Черевко А.И., Гулый И.С. и др. Новые технологии витаминных углеводсодержащих фитодобавок и их использование в продуктах профилактического действия. Харьк. гос. академия технологии и организации питания, Укр.гос ун-т пищевых технологий. Харьков - Киев 1997.-285 с.
2. Павлюк Р.Ю. Яницкий В.В., Крячко Т.В. и др. Новые технологии антоциановых добавок. Харьк. гос. ун-т пит. и торговли; Департамент пищ. пром-ти министр. агр. полит. Украины. – Харьков - Киев, 2008. - 261 с.
3. Погарська В.В., Павлюк Р.Ю., Макаренко О.Г. и др. Новые технологии функциональных оздоровительных продуктов. Харьк. гос. ун-т пит. и торговли. - Харьков, 2007. – 262 с.
4. Нове покоління молочних продуктів в підвищенні імунітету / Р.Ю. Павлюк Р.Ю.// Зб. наук. праць Харьк. держ. ун-ту харчування та торгівлі «Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі». – Харків: ХДУХТ, 2003. – ч.1. – С. 93-99.

УДК 637.3.04:578

ВИКОРИСТАННЯ ЕКСТРАКТУ ЕХІНАЦЕЇ У ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАВЛЕНИХ СИРІВ

**Печар Н.П., аспірант, Буцяк В.І., д-р с.-госп. наук, професор, Гачак Ю.Р., канд. біол. наук, доцент
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького, м. Львів**

Рекомендовано виробництво нового виду плавленого сиру, у якому як наповнювач використовується екстракт ехінацеї пурпурної, яка значно підвищує імунітет, покращує роботу шлунково-кишкового тракту.

A new kind of melt chess was recommended to process, in which as filler was used extract of Echinacea purpurea, that increase the immunity and improve the work of stomach.

Ключові слова: плавлений сир, виробництво, ехінацея, важкі метали, молоко, переробка, забруднення.

Забруднене навколишнє середовище впливає на життєдіяльність організму, спричиняє в ньому патологічні процеси. Спочатку шкідливі речовини накопичуються в тканинах і органах, у тому числі в шкірі, кістках, волоссі, нігтях. Накопичення полутантів понад порогового рівня в організмі викликаються розлади (зміна активності ферментних систем, імунологічної реактивності, порушення діяльності органів дихання, кровообігу, нервової та ендокринної систем). Захворювання, пов'язані з недостатнім або, навпаки, надлишковим вмістом деяких елементів у навколишньому середовищі відносяться до ендемічних [6].

Незбалансоване харчування займає одне з основних місць серед багатьох факторів, що негативно впливають на організм людини [5]. Невід'ємною складовою якісного харчування є молочні продукти. Кожна група молочних товарів (кисломолочні, масло, сири, молочні консерви) не тільки відіграє надзвичайно важливу роль у забезпеченні збалансованого харчування, але й виконує лікувально-профілактичні функції. З медико-біологічної точки зору збагачення продуктів різноманітними біодобавками є корисним, але за умови безпечності, корисності та ефективності даних компонентів [5].

Окремою групою молочних продуктів є плавлені сири, їх виготовляють із сичужних сирів («Голландського», бринзи, «Російського» та ін.) із додаванням кисломолочного сиру, вершкового масла, солей-плавителів (триполіфосфат натрію) та різноманітних наповнювачів, в тому числі і біодобавок. Вони використовуються для підвищення харчової та біологічної цінності продуктів, покращення їх смакових якостей, аромату та підвищення лікувально-профілактичних і дієтичних властивостей [1].

Перспективним є розширення асортименту плавлених сирів, в основному шляхом внесення різноманітних наповнювачів, серед яких вагоме місце займають рослинні біодобавки.

Ехінацея є однією з таких харчових добавок, вона характеризується лікувальними властивостями. На основі ехінацеї пурпурної виготовлено велику кількість лікувальних препаратів [2]. Ехінацея має широкий спектр дії, це пов'язане з тим, що в її склад входять речовини, які відносяться до класу кумаринів, для яких характерні протизапальні, антиаритмічні, спазмолітичні і протекторні властивості. Також є дані про стимулюючий вплив ехінацеї на центральну нервову систему тому рекомендується використовувати її за депресивних станів, фізичному і нервовому виснаженні [4]. Антиоксидантні та детоксикаційні властивості ехінацеї пурпурової зумовлені наявністю у ній біофлавоноїдів, поліфенолів, ненасичених жирних кислот, кофейної кислоти, вітамінів С та Е, макро- і мікроелементів, зокрема цинку та селену, пектинів, клітковини, геміцелюлози [3]. Враховуючи те, що використання ехінацеї немає побічної дії на організм людини [4], метою нашої роботи було виготовити плавлений сир з наповнювачем (екстрактом ехінацеї) та дослідити його фізико-хімічні та органолептичні показники.

Матеріали і методи

Відібрані проби плавленого сиру протирають через дрібну сітку, перемішують і відбирають лабораторний зразок. Середні зразки до досліджень зберігають у сухому чистому посуді з щільно закритою кришкою. Дослідження жиру у плавлених сирах виконувались за загальноприйнятими методами. Визначення вологи у плавлених сирах здійснювались експрес-методом. Цукрозу досліджували рефрактометричним методом. Активну кислотність визначали за допомогою рН-метра.

Органолептичну оцінку проводили за температури плавленого сиру (18 ± 2) °C за стандартними показниками: смак і запах, консистенція, колір тіста, вид на розрізі, зовнішній вигляд.

Підготувавши проби за стандартною методикою у сирі визначали вміст важких металів шляхом атомно-абсорбційної спектрофотометрії використовуючи режим абсорбції у повітряно-ацетиленовому полум'ї на спектрофотометрі ААС – 30 (Прайс В. 1976).

Результати та обговорення

Сир плавлений з екстрактом ехінацеї за своїми характеристиками (органолептичними та фізико-хімічними) належить до IV групи плавлених сирів. При виробництві даного виду сиру використовували такі складові, як сичужний сир «Голландський», з одночасним додаванням кисломолочного сиру 9 % жирності, а також вершкове масло «Селянське», як сіль-плавитель – триполіфосфат натрію (у формі 20 % водного розчину). Крім того до складу сирної маси додатково вносили цукор та екстракт ехінацеї. Рецепт нового виду плавленого сиру з екстрактом ехінацеї наведена (табл. 1) при співвідношенні компонентів на 10 кг готового продукту (в кг).

Таблиця 1 – Рекомендована рецептура для виробництва плавленого сиру з екстрактом ехінацеї (кг)

Сир сичужний «Голландський»	1,750 – 1,970
Кисломолочний сир, із вмістом жиру 9 %	1,340 – 1,442
Масло «Селянське»	2,030 – 2,135
Молоко коров'яче, сухе	0,050 – 0,620
Солі-плавители (триполіфосфат натрію)	0,510 – 0,519
Цукор	2,020 – 2,575
Екстракт ехінацеї	0,010
Вода питна	0,900 – 1,032

Виготовлений плавлений сир відповідав всім вимогам, щодо органолептичних показників даної групи плавлених сирів. Смак солодкий із специфічним присмаком. Консистенція ніжна та еластична, поверхня чиста та блискуча. На розрізі спостерігався однорідний рисунок без пустот. Порівнюючи його органолептичні показники з прототипом (плавленим сиrom «Фруктовим»), не виявлено вагомих відмінностей. За допомогою екстракту ехінацеї пурпурної при її внесенні в плавлений сир, відповідно, є змога збагатити його поживними речовинами (табл. 2).

Таблиця 2 – Характеристика органолептичних показників плавленого сиру з екстрактом ехінацеї та традиційного плавленого сиру «Фруктовий»

Назва показника	Традиційний плавлений сир «Фруктовий»	Сир плавлений з екстрактом ехінацеї
Смак і запах	Виражений солодкуватий, фруктовий	Солодкий смак, оригінальний
Консистенція	Пластична, ніжна	Ніжна, еластична на дотик
Колір тіста	Залежно від наповнювача	Від світло-жовтого до жовтого
Вид на розрізі	Допускається невелика кількість повітряних пустот	Однорідність рисунку без пустот
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, не підсохша, не запліснявіла	Поверхня чиста, блискуча

Фізико-хімічні показники плавленого сиру також були в межах стандартних вимог (табл. 3).

Таблиця 3 – Фізико-хімічні показники плавленого сиру традиційного виробництва («Фруктового») та плавленого сиру з екстрактом ехінацеї

Назва сиру	Вміст, %				рН сиру	Форма і маса (г)
	жиру в сухій речовині	вологи, не менше	солі, не менше	цукрози, не менше		
Нормативні вимоги, щодо плавленого сиру «Фруктового»	30	49	–	25	5,6–5,7	батон масою 100 г
Сир плавлений «Фруктовий»	30	49	–	25	5,6	батон масою 100 г
Сир плавлений з екстрактом ехінацеї (солодкий)	31	49	–	25	5,8	батон масою 100 г

Вміст цукрози та рівень вологи в плавленому сирі з екстрактом ехінацеї не відрізнялись від плавленого сиру «Фруктовий». З одночасним вмістом жиру в сухій речовині, вищим на 1 %.

На відміну від сирів зі штучними барвниками та наповнювачами, біодобавка у вигляді ехінацеї є натуральним інгредієнтом з широким спектром дії, а також врахувавши органолептичні та фізико-хімічні показники, даний вид плавленого сиру відповідає всім вимогам стандарту щодо плавлених сирів.

Висновки

1. Запропоновано та розроблено рецептуру для виробництва сиру плавленого з екстрактом ехінацеї.
2. Даний вид плавленого сиру відповідає нормативним органолептичним, фізико-хімічним та технологічним показникам.

3. Плавлений сир з екстрактом ехінацеї заслуговує на увагу виробників молочної продукції з метою розширення асортиментного ряду плавлених сирів, адже солодкі плавлені сири практично зникли з повсякденного вжитку.

Література

1. Гаврилова Н.Б., Жунусова Г.С., Абдижамієва А.Ж. Биотехнология молочных продуктов с использованием пищевых добавок// Молочное дело. – 2006, №4. – С. 50 – 51.
2. Зузук Б.М., Куцик Р.В., Рибак О.В. та ін. Сучасний стан використання препаратів з ехінацеї у гомеопатії// Ліки. – 2000, №6. – С. 28 – 32.
3. Кметь Т.І. Гігієнічне значення комбінованої дії нітрату натрію та хлориду кадмію з урахуванням вікових особливостей та характеру метаболізму: Автореферат дис. ...канд. мед. наук/ інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України. – К., 2006. – 19 с.
4. Кушко Л.Я., Никольский И.С. Иммуномодулирующие и терапевтические свойства эхинацеи// Український медичний часопис. – 1998, №5(7) – IX/X. – С. 45 – 48.
5. Рогов А.И., Антипова Л.В., Шуваева Г.П. Пищевая биотехнология. Кн.1. Основы пищевой биотехнологии. – М: КолосС. – 2004. – 440 с.
6. Чайка В.Є. Екологія. Навчальний посібник. Вінниця: Книга-Вега. – 2002. – 408 с.

УДК 664.144-035. 67:637. 142. 2. 022. 33

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ КАРАМЕЛІЗАЦІЇ НАНОРЕТЕНТАТУ ПІДСИРНОЇ СИРОВАТКИ

Коваленко Н. О., асистент, Василів О. Б., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Представлені результати узагальнення експериментальних досліджень при обґрунтуванні раціональних параметрів процесу карамелізації наноретентату підсирної сироватки.

The results of experimental research generalization are presented at the ground of rational parameters of nanoretentat sweet whey caramelization process.

Ключові слова: наноретентат підсирної сироватки, теплова обробка, карамельний барвник, кольоровість, органолептичні показники, математична обробка, раціональні параметри, узагальнення.

Актуальність проблеми і постановка задачі дослідження. При розробці технологічних режимів процесу термічної обробки наноретентату підсирної сироватки з метою виробництва карамельних барвників важливе значення мають кольоровість і органолептичні показники. Тому при узагальненні експериментальних досліджень та при обґрунтуванні раціональних для даного процесу параметрів, орієнтувалися саме на них.

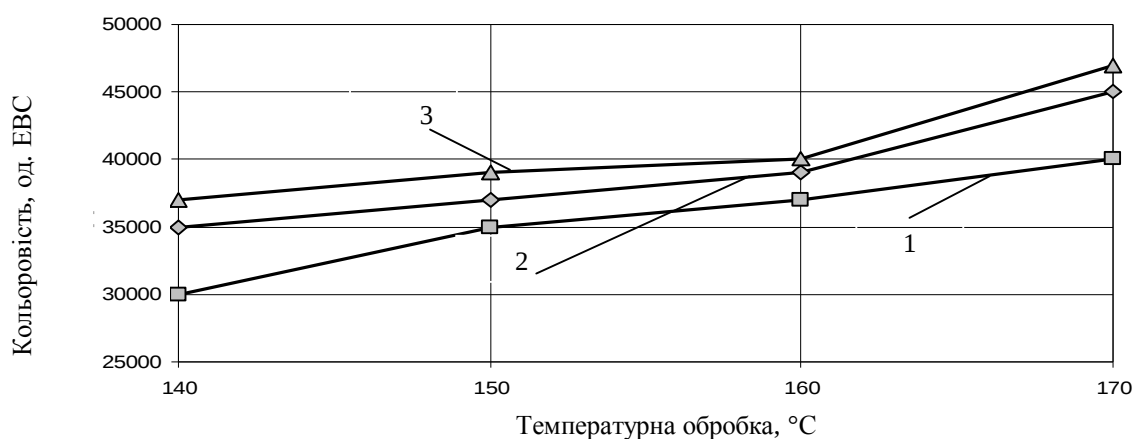
Вплив теплової обробки на органолептичні показники термічно обробленого наноретентату підсирної сироватки. Визначення органолептичних показників карамельних барвників, отриманих при різних режимах теплової обробки наноретентату підсирної сироватки, має велике значення для подальшого їх застосування в харчових продуктах. В зв'язку з цим було досліджено вплив різних режимних параметрів на такі органолептичні показники як колір, смак, аромат, консистенція згідно з методикою [9, 136]. Результати експериментальних досліджень по вивченню органолептичних показників карамелізованих зразків наноретентату представлені в табл.1.

Аналізуючи результати досліджень можна відмітити наступне: 1) режимні параметри процесу карамелізації, а саме температура і тривалість, суттєво впливають на органолептичні показники зразків наноретентату; 2) при температурних режимах вище 150 °С органолептичні показники карамелізованих продуктів погіршуються. В них з'являється кислуватий смак і горілий аромат; 3) при температурних режимах нижче 150 °С тривалість процесу незначно впливає на колір, смак, аромат та консистенцію продукту.

Таблиця 1 – Органолептичні показники карамелізованих зразків наноретентату

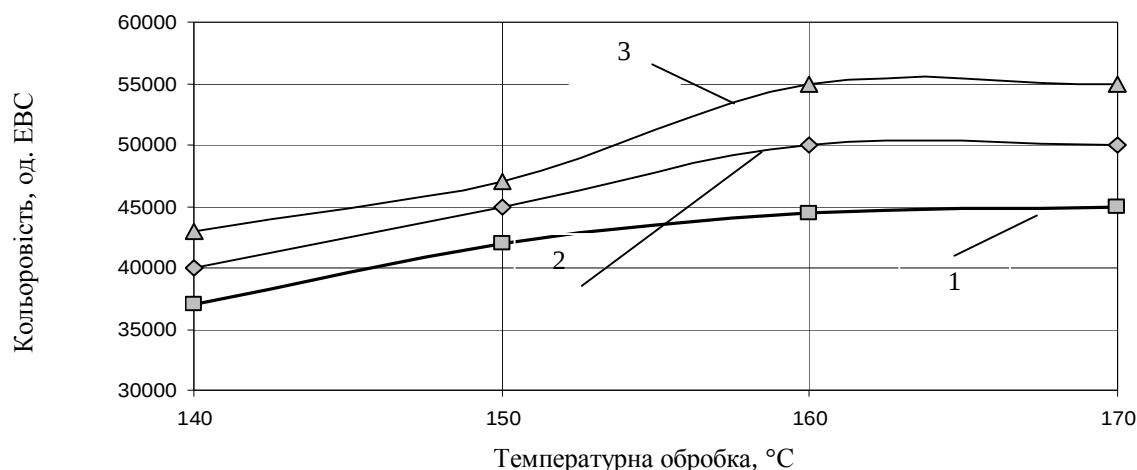
Режим обробки		Показники			
		Колір	Смак	Аромат	Консистенція
T , °C	τ , год				
140	1	коричневий	приємний карамельний	приємний карамельний	в'язка рідина
	2	коричневий	легкий карамельний присмак	приємний карамельний	в'язка рідина
	3	коричневий	легкий карамельний присмак	приємний карамельний	в'язка рідина
150	1	коричневий	карамельний присмак	карамельний	в'язка рідина
	2	коричневий	карамельний присмак	карамельний	в'язка рідина
	3	коричневий	карамельний присмак	карамельний	в'язка рідина
160	1	коричневий	кислуватий	горілий	в'язка рідина
	2	коричневий	горілий, кислуватий	горілий	в'язка рідина
	3	коричневий	горілий, кислуватий	горілий	в'язка рідина
170	1	коричневий	горілий, кислуватий	горілий	в'язка рідина
	2	коричневий	горілий, кислуватий	горілий	в'язка рідина
	3	коричневий	горілий, кислуватий	горілий	в'язка рідина

Вплив теплової обробки на показник кольоровості карамелізованого наноретентату підсирної сироватки. В технологіях виробництва карамельних барвників велике значення має такий якісний показник як кольоровість (К, од. ЕВС). Цей показник характеризує динаміку накопичення темнозabarвлених речовин і пов'язує такі важливі параметри технологічного процесу як температура і тривалість обробки. Деякі результати розрахунку показника кольоровості представлені у вигляді графічних залежностей (рис.1, 2).



1 - $\tau=60$ хв; 2 - $\tau=120$ хв; 3 - $\tau=180$ хв.

Рис. 1 – Вплив режимних параметрів процесу карамелізації на значення показника кольоровості зразків наноретентату підсирної сироватки (початкова масова частка лактози – 4,5 %)



1 - $\tau=60$ хв; 2 - $\tau=120$ хв; 3 - $\tau=180$ хв.

Рис. 2 – Вплив режимних параметрів процесу карамелізації на значення показника кольоровості зразків наноретентату підсирної сироватки (початкова масова частка лактози – 45 %)

Аналізуючи результати проведених досліджень (рис.1-2) можна відмітити наступне: 1) при збільшенні вмісту лактози в зразках, що карамелізуються, значення показника кольоровості зростає; 2) із збільшенням тривалості процесу карамелізації показник кольоровості карамелізованих зразків наноретентату підсирної сироватки підвищується. Це свідчить про утворення більшої кількості темнозбарвлених речовин.

Математична обробка результатів досліджень. На першому етапі узагальнення отриманих результатів було проведено математичну обробку бази даних по дослідженню температури та тривалості процесу на зміну показника кольоровості наноретентату. Математична обробка результатів здійснювалася за допомогою прикладних математичних пакетів «Статистика» та «Excel». В результаті математичної обробки отримане рівняння виду:

$$y = 973,2x_1 + 726,5x_3 - 22,5x_2 - 4,6x_3^2 - 2,2x_1^2 - 1,4x_1x_3 + 0,6x_1x_2 - 0,2x_2x_3 - 0,1x_2^2 - 67236, \quad (1)$$

де y – значення показника кольоровості, од. ЕВС;

x_1 – температура термічної обробки наноретентату, °C;

x_2 – тривалість процесу термічної обробки наноретентату, хв;

x_3 – початкова концентрація лактози в наноретентаті, %.

Рівняння (1) справедливе при зміні параметрів процесу в діапазонах: для температури процесу – від 140 до 170 °C; тривалості процесу – від 60 до 180 хв; концентрації лактози – від 4,5 до 45 %; показника кольоровості – від 30000 до 50000 од. ЕВС.

Значимість отриманого рівняння полягає у тому, що з його допомогою можна моделювати процес карамелізації наноретентату при будь-яких сукупностях режимних параметрів процесу в указаних вище діапазонах.

Результати порівняння експериментальних (y_e) та розрахункових (y) по залежності (1) значень показника кольоровості представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати порівняння експериментальних та розрахункових значень показника кольоровості по залежності (1)

x_1	x_2	x_3	y_e	y	x_1	x_2	x_3	y_e	y
140	60	4,5	30000	31439,1	160	60	22,5	44400	44890,5
140	120	4,5	35000	33971,1	160	120	22,5	47000	47926,5
140	180	4,5	37000	35783,1	160	180	22,5	50000	50242,5
150	60	4,5	35000	35088,1	170	60	22,5	45000	47407,5
150	120	4,5	37000	37980,1	170	120	22,5	50000	50803,5
150	180	4,5	39000	40152,1	170	180	22,5	55000	53479,5
160	60	4,5	37000	38297,1	140	60	45	42000	43216,5

Продовження таблиці 2

x_1	x_2	x_3	y_e	y	x_1	x_2	x_3	y_e	y
160	120	4,5	39000	41549,1	140	120	45	45000	45262,5
160	180	4,5	40000	44081,1	140	180	45	48000	46588,5
170	60	4,5	40000	41066,1	150	60	45	44000	46298,5
170	120	4,5	45000	44678,1	150	120	45	47500	48704,5
170	180	4,5	47000	47570,1	150	180	45	50000	50390,5
140	60	22,5	37000	38536,5	160	60	45	47000	48940,5
140	120	22,5	40000	40852,5	160	120	45	50400	51706,5
140	180	22,5	43000	42448,5	160	180	45	55000	53752,5
150	60	22,5	42000	41933,5	170	60	45	50400	51142,5
150	120	22,5	45000	44609,5	170	120	45	53000	54268,5
150	180	22,5	47000	46565,5	170	180	45	57000	56674,5

Середньоквадратичне відхилення розрахункових значень показника кольоровості від експериментальних складає $R^2=0,983$. Така величина середньоквадратичного відхилення свідчить про достатню і прийнятну для технічних розрахунків точність рівняння і дозволяє використовувати його для оптимізації режимних параметрів процесу карамелізації.

Оптимізація параметрів процесу. Наступним, після математичної обробки даних, етапом узагальнення результатів експериментальних досліджень було знаходження оптимальних режимних параметрів процесу карамелізації наноретентату. Яку критерій оптимізації був вибраний показник питомих вартісних витрат на процес карамелізації. Цей показник відображає відношення вартості енергетичних витрат на процес отримання барвника із заданим вмістом сухих речовин до маси барвника в перерахунку на суху речовину (ПВ, грн/кг):

$$ПВ = \frac{C_e}{m_c}, \quad (2)$$

де C_e – загальна вартість енергетичних витрат на процес отримання карамельного барвника, грн;

m_c – маса готового барвника в перерахунку на суху речовину, кг.

Перерахунок маси барвника на суху речовину здійснювався по рівнянню:

$$m_c = m_6 \cdot \frac{L}{100}, \quad (3)$$

де m_6 – маса готового барвника, кг;

L – концентрація лактози в барвнику, %.

При розрахунку вартості енергетичних витрат виходили з таких міркувань. Найбільш енергоємними процесами в технології отримання карамельних барвників є процеси концентрування випаровуванням та карамелізація. Тоді залежність для розрахунку вартості енергетичних витрат на процес можна представити рівнянням наступного виду:

$$C_e = C_E + C_K, \quad (4)$$

де C_E – вартість енергетичних витрат на процес концентрування наноретентату від початкової до заданої кінцевої концентрації лактози в ньому, грн;

C_K – вартість енергетичних витрат на процес карамелізації, грн.

Розрахунок вартості енергетичних витрат на процес випаровування здійснювався наступним чином. Спочатку розраховувалася кількість води, що видаллялася з початкового продукту при підвищенні в ньому концентрації лактози від початкової (L_{II} , %) до кінцевої (L_K , %) за рівнянням:

$$W = m_{II} \cdot \left(1 - \left(\frac{L_{II}}{L_K}\right)\right), \quad (5)$$

де W – кількість видаленої води з наноретентату в процесі його концентрування, кг;

m_{II} – маса наноретентату на початок процесу концентрування, кг.

Далі розраховувалася вартість енергетичних витрат (по парі) на процес концентрування:

$$C_E = W \cdot 1,1 \cdot 0,07, \quad (6)$$

де 1,1 – коефіцієнт, що відображає питомі витрати пару в реакторах періодичної дії, кг пару/кг виділеної вологи;

0,07 – вартість 1 кг пару, грн.

Вартість витрат на процес карамелізації розраховувалася наступним чином. Спочатку визначалася загальна кількість теплоти (Q_o , Дж), що була витрачена на нагрівання наноретентату з певною концентрацією лактози до заданої температури та витримку його при цій температурі протягом певного часу. Цей розрахунок здійснювався по рівнянням теплових балансів. Потім визначалася вартість енергетичних витрат на процес карамелізації за рівнянням:

$$C_K = Q_o \cdot \frac{0,4}{3,6 \cdot 10^6} \quad (7)$$

де 0,4 – вартість електричної енергії, грн/кВт год;

$3,6 \cdot 10^6$ – коефіцієнт перерахунку витрат енергії із Дж в кВт-години.

Метою оптимізації режимних параметрів процесу карамелізації була мінімізація витрат на процес. Оптимізація здійснювалася шляхом перебору параметрів. Результати розрахунку вартості енергетичних витрат на процеси концентрування та карамелізації наноретентату, а також питомого вартісного показника для деяких сукупностей параметрів процесу наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Результати розрахунку критерію оптимізації

x_1 , °C	x_2 , хв	x_3 , %	y , од. ЕВС	Св, грн	Ск, грн	ПВ, грн/кг
140	60	5	31676,5	0	22,71	0,45
140	120	5	34202,5	0	45,43	0,91
140	180	5	36008,5	0	68,14	1,36
150	60	5	35318,5	0	25,39	0,51
150	120	5	38204,5	0	50,77	1,02
150	180	5	40370,5	0	76,16	1,52
160	60	5	38520,5	0	28,06	0,56
160	120	5	41766,5	0	56,12	1,12
160	180	5	44292,5	0	84,18	1,68
170	60	5	41282,5	0	30,73	0,61
170	120	5	44888,5	0	61,46	1,23
170	180	5	47774,5	0	92,19	1,84
140	60	20	37729	63	5,68	1,37
140	120	20	40075	63	11,36	1,49
140	180	20	41701	63	17,04	1,60
150	60	20	41161	63	6,35	1,39
150	120	20	43867	63	12,69	1,51
150	180	20	45853	63	19,04	1,64
160	60	20	44153	63	7,01	1,40
160	120	20	47219	63	14,03	1,54
160	180	20	49565	63	21,04	1,68
170	60	20	46705	63	7,68	1,41
170	120	20	50131	63	15,37	1,57
170	180	20	52837	63	23,05	1,72
140	60	34	41510,4	71,65	3,34	1,50
140	120	34	43688,4	71,65	6,68	1,57
140	180	34	45146,4	71,65	10,02	1,63
150	60	34	44746,4	71,65	3,73	1,51
150	120	34	47284,4	71,65	7,47	1,58
150	180	34	49102,4	71,65	11,20	1,66
160	60	34	47542,4	71,65	4,13	1,52
160	120	34	50440,4	71,65	8,25	1,60

Продовження таблиці 3

x_1 , °C	x_2 , хв	x_3 , %	y , од. ЕВС	C_v , грн	C_k , грн	$ПВ$, грн/кг
160	180	34	52618,4	71,65	12,38	1,68
170	60	34	49898,4	71,65	4,52	1,52
170	120	34	53156,4	71,65	9,04	1,61
170	180	34	55694,4	71,65	13,56	1,70
140	60	40	42579	73,5	2,84	1,53
140	120	40	44685	73,5	5,68	1,58
140	180	40	46071	73,5	8,52	1,64
150	60	40	45731	73,5	3,17	1,53
150	120	40	48197	73,5	6,35	1,60
150	180	40	49943	73,5	9,52	1,66
160	60	40	48443	73,5	3,51	1,54
160	120	40	51269	73,5	7,01	1,61
160	180	40	53375	73,5	10,52	1,68
170	60	40	50715	73,5	3,84	1,55
170	120	40	53901	73,5	7,68	1,62
170	180	40	56367	73,5	11,52	1,70

Аналізуючи результати, представлені в табл. 3 встановили, що мінімальні питомі вартісні витрати досягаються при режимі, коли концентрація лактози в наноретентаті складає 5 %, температура становить 150 °C, а тривалість процесу дорівнює 60 хв. Але такий висновок не буде вірним, тому що при аналізі отриманих даних необхідно враховувати ще обмежуючі фактори представлені в табл. 1. Такими факторами є існуючі вимоги [1-6] до карамельних барвників. Цими вимогами регламентується, що показник кольоровості карамельного барвника повинен бути не меншим за 42000 од. ЕВС, а по органолептичним показникам карамельний барвник не повинен мати горілий аромат і не повинен гірчити та містити обвуглені включення. З урахуванням таких обмежуючих факторів, мінімальні питомі вартісні витрати на процес отримання карамельного барвника досягаються при режимі, коли концентрація лактози в наноретентаті складає 34 %, температура становить 150 °C, а тривалість процесу дорівнює 60 хв.

Висновки

На основі методів математичного моделювання встановлено оптимальні умови виробництва карамельного барвника із наноретентату підсирної сироватки: підзгущення до масової частки сухих речовин 34 %, температура теплової обробки – 150 °C, тривалість обробки – 60 хв.

Література

1. Кардаш С. Натуральные красители // Продукты и ингредиенты. – 2005. – №3. – С.12 – 13.
2. Коваленко Н.О., Чагаровський О. П. Карамельні барвники та нові напрямки у технології їх виробництва. – Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2006. – №29. – С. 109-114.
3. Download A. Colouring our foods in the last and next millennium/ A. Download, P. Collins//International Journal of Food Science and Technology. – 2000. – Vol.35-P.5 – 22
4. Chapel, C.I.& Howell, J.C. (1992). Caramel colours – A historical introduction. Food and Chemical Toxicology 30(5) 351-357.
5. Greenshields, R.N. Caramel – Part 2: Manufacture, composition and property. Process Biochem. Vol. 8, April, 1985.
6. CAMEL COLOURS. Prepared at the 55th JECFA (2000) and published in FNP 52 Add 8 (2000), superseding specifications prepared at the 31st JECFA (1987), published in FNP 38 (1988) and in FNP 52 (1992).

УДК: 637.33

ЗАСТОСУВАННЯ ВАКУУМНОЇ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЇВ

Турчин І.М., канд. техн. наук, ст. викладач, Наговська В.О., канд. техн. наук, доцент,
Сливка Н.Б., канд. техн. наук, ст. викладач
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького, м. Львів

Ефективним засобом підвищення стійкості молочних продуктів до зберігання є вакуумна гомогенізація. Встановлений вплив вакуумної гомогенізації на фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники при виробництві молочних продуктів.

Properties of dairy products due to application of vacuum homogenization of raw vamerial. The sufficient degree of dispersion of fat for the deboosting process of its settling-out in the finished products, developed by way of vacuum homogenization is established. It's demonstrated, that owing to the mage of vacuum homogenization the heat tolerance of the normalized milk is mereased, its acidity is reduced, the microbiological parameters of milk are improved and storage terms of the milk products is prolonger.

Ключові слова: молоко, нормалізована суміш, вакуумна гомогенізація, кефір, йогурт.

У сучасному високотехнологічному суспільстві подальший поступ держави можливий лише на основі розвитку науки та якнайширшого освоєння її передових досягнень усіма галузями господарства. Українська академія аграрних наук вбачає перспективу розвитку агропромислового комплексу тільки в контексті інноваційного розвитку [2,5].

З молока виготовляють широкий асортимент високоцінних молочних продуктів: масло, кисломолочний сир, сметану, кисломолочні напої, тверді та м'які сири, морозиво та інші продукти. Молоко – незамінний продукт харчування. У раціональному харчуванні молоко не має ні конкурентів, ні замінників. Поживна цінність його характеризується високою калорійністю, багатогранністю складових частин. Висока біологічна і харчова цінність молока та молочних продуктів полягає в тому, що воно містить всі речовини і в такому стані, які забезпечують нормальний ріст та розвиток організму. Молочні продукти легко засвоюються, часто використовуються як дієтичні та лікувальні засоби. Однак, молоко – продукт, що швидко псується. Тому важливим є не лише отримання молока, але й вміло і вчасно його доставити до споживача чи переробити на високоякісні молочні продукти [1].

Ефективним засобом підвищення стійкості молочних продуктів до зберігання є гомогенізація. В молочній промисловості для здійснення цього процесу переважно використовують апарати клапанного типу. Доцільним є впровадження у виробництво молочних продуктів нових методів гомогенізації, що характеризуються позитивним впливом на технологічні показники та меншим енергоспоживанням порівняно із традиційними. В цьому напрямку заслуговують увагу дослідження, пов'язані із використанням вакуумної гомогенізації та вивченням її впливу на якісні характеристики молочної сировини та молочних продуктів [3,4].

Метою роботи є вдосконалення існуючої технології молочних продуктів за рахунок використання вакуумних гомогенізаторів у технологічних лініях. Відповідно до поставленої мети в роботі вирішувались наступні задачі:

1. Дослідити ефективність вакуумної гомогенізації залежно від технологічних параметрів процесу при виробництві кисломолочних напоїв.
2. Вивчити вплив вакуумної гомогенізації на жирову фазу молока та кисломолочних напоїв.
3. Дослідити вплив вакуумної гомогенізації на органолептичні, мікробіологічні показники кисломолочних напоїв.

Дослідження проводили на філії «Львівський молочний комбінат» ПП КФ «Прометей» та ВАТ «Львівський міський молочний завод».

Для встановлення впливу вакуумної гомогенізації сировини на якість готової продукції, зокрема, на стабілізацію жирової фази, здійснювали порівняльний аналіз ступеня дисперсності жирових кульок та ефективності процесу залежно від виду гомогенізації. Встановлено, що ступінь дисперсності жирових кульок при обробці молока на вакуумному гомогенізаторі достатній для уповільнення відстоювання жиру. Середній діаметр жирових кульок становить від 1,0 до 1,5 мкм, частка жирових кульок, розмір яких не перевищує 2 мкм, складає 85...95 %, ступінь відстоювання жиру, залежно від температури процесу, змінюється від 8 до 18 %.

Виявлено, що вакуумна гомогенізація сприяє зменшенню кількості дестабілізованого жиру у 1,5-3 рази. Подібні результати були отримані для зразків, оброблених на клапанних гомогенізаторах.

В ході наших досліджень асоціати жирових кульок не спостерігались, кількість дестабілізованого жиру була незначною, тому можна стверджувати, що сформовані адсорбційні оболонки характеризуються достатньою стабільністю і тим самим забезпечують агрегативну стійкість системи в цілому.

Вплив тиску у вакуумній камері на ефективність гомогенізації незначний на відміну від клапанних апаратів, для яких цей фактор є одним із впливових (табл. 1). У випадку вакуумної гомогенізації можна лише говорити про деяку тенденцію зменшення ступеня відстоювання жиру із збільшенням розрідження.

Таблиця 1 – Величина ефективності гомогенізації молока для різних тисків клапанного гомогенізатора

Тиск гомогенізації, МПа	4,9	9,8	14,7	17,2	19,6	24,5
Ефективність гомогенізації, %	39-47	58-67	70-77	75-80	78-85	86-88

Вакуумну гомогенізацію здійснювали при постійних значеннях тиску 8...10 кПа в діапазоні температур 74...95 °С, що включає основні режими теплової обробки, які застосовуються в молочній промисловості. Клапанну гомогенізацію проводили на апараті А1-ОГМ за загальноприйнятим температурним режимом 60...65 °С під тиском 10...12 МПа. Для порівняння використовували вихідне сире молоко.

У разі вакуумної гомогенізації було виявлено негативний зв'язок між зміною кількості дестабілізованого жиру і температурою гомогенізації, але він не настільки тісний порівняно з клапанною гомогенізацією. Характер зміни кількості дестабілізованого жиру із зростанням температури при вакуумній гомогенізації був дещо іншим. На відміну від пропорційного зниження для клапанної гомогенізації, у зразках, гомогенізованих за вакуумною технологією, із зростанням температури потоку рідини ефект зниження кількості дестабілізованого жиру посилювався і, починаючи з 85 °С, ставав практично постійним. Ці дані узгоджуються з результатами досліджень впливу температури на ефективність гомогенізації (табл. 2), які виявили низький ступінь відстоювання жиру (7...14 %) в гомогенізованих зразках саме при температурах понад 85 °С.

Таблиця 2 – Залежність ступеня відстоювання жиру від температури вакуумної гомогенізації

Температура гомогенізації, °С	Ступінь відстоювання жиру, %
75	25
85	14
95	6

Експериментально виявлено, що ступінь відстоювання жиру зменшується із зростанням температури, причому найбільш різке падіння відбувається в області високих температур. При температурі гомогенізації від 80 до 100 °С ступінь відстоювання жиру складає 5...15 %.

Аналіз розподілу класів ліпідів (фосфоліпіди, моно- та диацилгліцеролі, етерифікований холестерол) в молоці, яке піддавалось механічному впливу – гомогенізації (клапанного та вакуумного типу), показав зміни у їх перерозподілі (табл. 3).

В гомогенізованому молоці серед ліпідних фракцій збільшився вміст дигліцеридів, фосфоліпідів, вільних жирних кислот та зменшився вміст триацилгліцеролів. Мінімальних змін зазнали етерифікований та вільний холестерол.

Зокрема, вміст фосфоліпідів в молоці, що підлягало клапанній гомогенізації зріс на 0,82 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 0,92 %; вміст моно- та диацилгліцеролів в молоці, що підлягало клапанній гомогенізації зріс на 0,97 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 1,01 %; вміст холестеролу в молоці, що підлягало клапанній гомогенізації зріс на 0,02 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 0,01 %; вміст неетерифікованих жирних кислот в молоці, що підлягало клапанній гомогенізації зріс на 0,48 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 0,51 %; вміст триацилгліцеролів в молоці, що підлягало клапанній гомогенізації зменшився на 2,27 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 2,45 %; вміст етерифікованого холестеролу в молоці, що підлягало клапанній гомогенізації зменшився на 0,02 % відповідно до контролю, а при вакуумній не змінився. Змінами від 0,01 % до 0,02 % нехтуємо, оскільки вони знаходяться в межах помилки.

Такий перерозподіл ліпідних фракцій, очевидно, можна пов'язати з тим, що під дією механічних сил тригліцеролі розпадаються до дигліцеролів, моногліцеролів та вільних жирних кислот, тому останніх кількість зростає, натомість кількість тригліцеролів зменшується. Фосфоліпіди характеризуються біоло-

гічно-активними властивостями та належать до лімітуючих факторів харчування. Фосфоліпіди входять до складу оболонкового матеріалу жирових кульок. Ймовірно, що при гомогенізації, внаслідок перебудови оболонок, фосфоліпіди частково переходять в плазму молока, що і пояснює їх зростання (як при клапанному, так вакуумному типі гомогенізації). Незначні коливання в перерозподілі холестеролу і етерифікованого холестеролу показує, що це досить стійкі ліпідні фракції, на які в незначній мірі впливає зовнішня механічна дія.

Таблиця 3 – Співвідношення ліпідних фракцій у молоці, %

Ліпідні фракції	Контроль	Клапанна гомогенізація	Вакуумна гомогенізація
Фосфоліпіди	2,08	2,90	3,00
Моно-, диацилгліцероли	1,70	2,67	2,71
Холестерол	2,50	2,52	2,51
Неетерифіковані жирні кислоти	6,92	7,40	7,43
Триацилгліцероли	85,00	82,73	82,55
Етерифікований холестерол	1,80	1,78	1,80

В йогурті і кефірі серед ліпідних фракцій збільшився вміст дигліцеридів, фосфоліпідів, вільних жирних кислот та зменшився вміст триацилгліцеролів. Мінімальних змін зазнали етерифікований та вільний холестерол (табл. 4, 5).

Зокрема, вміст фосфоліпідів в йогурті, що підлягав клапанній гомогенізації зріс на 0,69 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 0,85 %; вміст фосфоліпідів в кефірі, що підлягав клапанній гомогенізації зріс на 0,82 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 0,86 %.

Таблиця 4 – Співвідношення ліпідних фракцій у йогурті, %

Ліпідні фракції	Контроль	Клапанна гомогенізація	Вакуумна гомогенізація
Фосфоліпіди	2,12	2,81	2,97
Моно-, диацилгліцероли	1,68	2,66	2,70
Холестерол	2,48	2,50	2,49
Неетерифіковані жирні кислоти	6,92	7,4	7,45
Триацилгліцероли	84,88	82,69	82,50
Етерифікований холестерол	1,92	1,90	1,89

Вміст моно- та диацилгліцеролів в йогурті, що підлягав клапанній гомогенізації зріс на 0,98 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 1,02 %; вміст моно- та диацилгліцеролів в кефірі, що підлягав клапанній гомогенізації зріс на 0,96 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 1,02 %.

Вміст холестеролу в йогурті, що підлягав клапанній гомогенізації зріс на 0,02 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 0,01 %; вміст холестеролу в кефірі, що підлягав клапанній гомогенізації зріс на 0,01 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 0,01 %.

Таблиця 5 – Співвідношення ліпідних фракцій у кефірі, %

Ліпідні фракції	Контроль	Клапанна гомогенізація	Вакуумна гомогенізація
Фосфоліпіди	2,11	2,93	2,97
Моно-, диацилгліцероли	1,67	2,63	2,6
Холестерол	2,48	2,49	2,49
Неетерифіковані жирні кислоти	6,89	7,42	7,41
Триацилгліцероли	84,92	82,60	82,52
Етерифікований холестерол	1,93	1,93	1,92

Вміст неетерифікованих жирних кислот в йогурті, що підлягав клапанній гомогенізації зріс на 0,52 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 0,53 %; вміст неетерифікованих жирних кислот в кефірі, що підлягав клапанній гомогенізації зріс на 0,53 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 0,52 %.

Вміст триацилгліцеролів в йогурті, що підлягав клапанній гомогенізації зменшився на 2,19 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 2,38 %; вміст триацилгліцеролів в кефірі, що підлягав клапанній гомогенізації зменшився на 2,32 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 2,40 %.

Вміст етерифікованого холестеролу в йогурті, що підлягав клапанній гомогенізації зменшився на 0,02 % відповідно до контролю, а при вакуумній на 0,03 %; вміст етерифікованого холестеролу в кефірі,

що підлягав клапанній гомогенізації не змінився відповідно до контролю, а при вакуумній зменшився на 0,01 %.

Принцип перерозподілу ліпідних фракцій у кефірі та йогурті аналогічний як і у молоці.

Дослідження органолептичних показників йогурту і кефіру із застосуванням гомогенізаторів клапанного і вакуумного типів показали, що колір кефіру, виготовленого при гомогенізації на клапанному апараті молочно-білий, злегка кремовий, рівномірний по всій масі, а після вакуумної гомогенізації спостерігалось посилення білизни кефіру. Колір йогурту, виготовленого при гомогенізації на клапанному апараті, молочно-білий, а після вакуумної гомогенізації з більш вираженою білизною. Це пояснюється тим, що при вакуумній гомогенізації зростає дисперсність кульок жиру і міцел казеїну.

Запах, смак і аромат кефіру та йогурту, виготовлених при гомогенізації на клапанному апараті, кисло-молочні, освіжаючі, смак злегка гострий, але відчувається ледь кормовий, «сонячний» та окислений присмак. Кефір та йогурт, виготовлені при вакуумній гомогенізації, мають більш виражений смак, запах і аромат. Покращення запаху і смаку кисло-молочних продуктів пояснюється зниженням, приблизно на 90% вмісту кисню в молоці, обробленому на вакуумному гомогенізаторі, що запобігає розвитку «сонячного» та окисленого присмаків, характерних для гомогенізованого молока. За рахунок парової дистеляції летких речовин, розчинених у плазмі, що надають продукту неприємного кормового присмаку, покращуються органолептичні показники сировини. Таким чином, вакуумний гомогенізатор додатково відіграє роль дезодоратора.

Консистенція кефіру, виготовленого при застосуванні клапанної гомогенізації, однорідна; з порушеним згустком, на поверхні виділяється сироватка не більше 2 % об'єму продукту, газоутворення у вигляді окремих вічок, викликане розвитком нормальної мікрофлори. Кефір, виготовлений при вакуумній гомогенізації, стає більш гомогенним (підвищується в'язкість), немає відстоювання жиру. Консистенція йогурту, виготовленого при гомогенізації на клапанному апараті, однорідна, в міру в'язка, з порушеним згустком, а йогурт, який виготовлений при вакуумній гомогенізації стає більш гомогенним, без відстоювання жиру. Це пояснюється тим, що при вакуумній гомогенізації істотніше підвищується дисперсність кульок жиру і міцел казеїну.

Покращення мікробіологічних показників, а саме зниження загального бактеріального обсіменіння молока, після вакуумної гомогенізації пояснюється повторною тепловою обробкою у камері гомогенізації (адіабатне кипіння потоку рідини у вакуумі) та підвищенням її ефективності внаслідок рівномірного, практично миттєвого нагріву та дегазації обробленого молока. Дослідження мікробіологічних показників йогурту і кефіру показано в табл. 6, 7.

Таблиця 6 – Мікробіологічні показники йогурту

Кількість бактерій в 1 мл продукту (КУО)	Тривалість зберігання, доби					
	1	2	5	8	11	14
Молочнокислі бактерії	$2,0 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^8$	$0,5 \cdot 10^8$	$0,2 \cdot 10^8$

Розвиток мікрофлори, внесеної в нормалізовану суміш, залежить від хімічного складу сировини (нормалізованої суміші). На початок сквашування кількість вуглеводів у нормалізованій суміші відповідає кількості їх у молоці. Максимальний період розвитку молочнокислої мікрофлори (як це видно з табл. 6 і 7) припадає на 5 добу.

Таблиця 7 – Мікробіологічні показники кефіру

Кількість бактерій в 1 мл продукту (КУО)	Тривалість зберігання, доби					
	1	2	5	8	11	14
Молочнокислі бактерії	$2,0 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^8$	$0,5 \cdot 10^8$	$0,2 \cdot 10^8$

В цей період під впливом ферментів мікроорганізмів молочний цукор зброджується до молочної кислоти. По мірі того, як кількість лактози зменшується, активність розвитку молочнокислих мікроорганізмів знижується. На 14 добу кількість мікроорганізмів у йогурті та кефірі складає $0,2 \cdot 10^8$ КУО.

Висновки

1. Проведено теоретичний та практичний порівняльний аналіз гомогенізації в апаратах клапанного і вакуумного типів.

2. Вивчено вплив вакуумної гомогенізації на стабільність жирової фази молока та отримано розподіл жирових кульок за розмірами на підставі дисперсного аналізу.

3. Доведено, що вакуумна гомогенізація сприяє покращенню органолептичних показників йогурту і кефіру.

4. Доведено, що вакуумна гомогенізація сприяє покращенню мікробіологічних показників в нормалізованих молочних сумішах.

Література

1. Владыкина Т.Ф. Гомогенизация молока и сливок //Обзор. Информ. Сер. Молочная пром-сть. – М.: АгроНИИТЭИММП. 1993. – 61 с.
2. Dunkley W.L., Sommer H.A. The creaming of milk //Wis. Agr. Expt. Sta. Res. Bull. – 1994. – № 151.
3. Ромоданова В.О., Кочубей О.В., Шурчкова Ю.О. Для гомогенізації молока //Харчова і переробна промисловість. – 1998. - №3. – с. 25-26.
4. Кочубей О.В. Вакуумна гомогенізація як фактор підвищення якості молочної сировини //Матеріали шостої міжнарод. наукової-технічної конф. «Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості» - К.: УДУХТ. – 2000. – ч. II. – с. 49-50.
5. R. J. Baer, J. Ryali, D. J. Schingoethe, K. M. Kasperson, D. C. Donovas, A.R. Hippen, S. T. Franklin. Composition and Properties of Milk and Butter from Cows Fed Fish Oil. – American Dairy Science Association, 2001. – P. 345-347.

УДК 637.2:664.34

ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА МАСЛА ВЕРШКОВОГО

Непочатих Т.А., канд. техн. наук, доцент, Золотухіна І.В., канд. техн. наук,
Карбівнича Т.В., асистент
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Дана екологічна характеристика процесу виробництва вершкового масла. Наведено заходи, які необхідно вживати для охорони навколишнього середовища і науково обґрунтованого, раціонального використання водних ресурсів, землі та атмосфери під час виробництва вершкового масла

Given is ecological feature of the process production butter cream. Broughted actions, which necessary to use for guard surrounding ambiances and scientifically motivated, rational use water resource, land and atmosphere during production butter cream

Ключові слова: масло вершкове, виробництво, екологічна експертиза

При зростанні процесів виробничої діяльності людського суспільства збільшується кількість викидів у навколишнє середовище промислових, побутових відходів і т.д. Окрім цього, людина застосовує для своїх потреб природу та її ресурси, при цьому суттєво змінюючи її.

В сучасний період стічним водами промислових підприємств забруднюються водні басейни, сотні гектарів родючих земель залишаються невикористаними, тони шкідливих газів викидаються в атмосферу, вміст токсичних речовин у вихлопних газах автомобілів значно перевищує загальноприйняті норми, спостерігається значне забруднення навколишнього середовища продуктами життєдіяльності людини, що в цілому негативно впливає на природні резерви країни.

Необхідно контролювати підприємства, тому що з розвитком науково-технічного прогресу суспільство все більше спричиняє негативний вплив на навколишнє середовище, який є надзвичайно відчутним. Саме тому треба знижувати та передбачати їх негативний вплив на навколишнє середовище. Це можливо здійснювати шляхом проведення екологічної експертизи виробничих підприємств. Метою екологічної експертизи є попередження негативного впливу антропогенної активності на стан навколишнього середовища та здоров'я людей, а також оцінка ступеня ефективної екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях і об'єктах.

Об'єктами екологічної експертизи були підприємства, які займаються випуском масла вершкового, тому що під час їх роботи забруднюючі речовини викидаються в атмосферу, здійснюється водоспо-

живання та забруднення вод. Метою роботи було оцінити діяльність об'єкта за станом навколишнього середовища, здоров'я людей, якості природних ресурсів, а також установлення відповідності об'єкта експертизи вимогам екологічного законодавства, санітарних норм і правил.

Маслозаводи ставляться до водоемних об'єктів, які мають також джерела викидів в атмосферу (холодильне, теплове, механічне устаткування, автотранспорт), і вимагають регулярного входного контролю сировини та поточного контролю викидів у середовище з метою дотримання лімітів, ПДК, ПДВ, ПДС.

Об'єкт виступає як споживач теплової та електричної енергії з міської тепло- і електромережі. Вода в технологічному процесі необхідна для допоміжних цілей (мийка сировини та устаткування, дезінфекції і роботи лабораторії). Для транспортування використовується автотранспорт (завантаження, розвантаження сировини і продукції). При виробництві масла утворюються тверді відходи, тому далі розглядали викиди в атмосферу, водопостачання та водовідвід, утворення твердих відходів.

При одержанні масла на підприємстві відбуваються викиди в атмосферу: при роботі нагрівального устаткування, автотранспорту, під час ремонту устаткування і роботи лабораторії.

Перелік шкідливих речовин та їх ПДК наведені в таблиці 1.

З таблиці видно, що на підприємстві в атмосферу можуть попадати дев'ять видів шкідливих речовин із двох організованих і двох неорганізованих джерел. При роботі підприємства в атмосферу викидають шкідливі речовини другого і четвертого класу небезпеки, при роботі транспорту викидається свинець і бензапірен, які мають перший клас небезпеки.

Кількість викидів шкідливих речовин в атмосферу не перевищує гранично припустимих концентрацій на границі СЗЗ.

Таблиця 1 – Перелік основних забруднюючих речовин, які надходять у воду

Технологічні операції	Забруднюючі речовини	Одиниці виміру	Припустимі рівні забруднення	Фактичні рівні й можливості переробки	Плата за скидання забруднення
Мийка устаткування, приміщень, тари	СПАВШІ та дезінфікуючі засоби, (гіпохлорити)	мг/дм ³	0,2	Не перевищує	69,0
	органічні з'єднання (речовини)	мг/дм ³	500	-	14,0
	ХПК	мг/дм ³	500	-	14,0
	БПК	мг/дм ³	450	-	1,0
	Зважені частки жири	мг/дм ³	4	-	183,0

На підприємствах потрібно проводити такі заходи щодо зниження викидів:

- регуляція режимів спалювання палива;
- раціональне розташування ділянок автотранспорту;
- раціональне проведення зварювальних робіт;
- встановлення газоочисного устаткування;
- дотримання режиму вентиляції і повітря в цехах.

У технології передбачається використання води, як сировинного компонента в невеликій кількості при підготовці сумішей харчосмакових домішок. Якості технологічної води повинні відповідати ДСТУ 2874-82 "Вода питна", а також центрального водопостачання санітарним правилам і нормам. На підприємстві, що досліджувалось, відсутнє кондиціонування води, тому що вода не має потреби в підвищенні якості.

Велика кількість забруднюючих речовин, що попадають у води, надходить від мийки сировини та тари. До вод попадають дезінфікуючі і зважені, а також органічні сполуки.

У цілому в стокові води попадає п'ять видів забруднень. Але узагальненими показниками забруднення вод є хімічне споживання кисню (ХСК) і біохімічне споживання кисню (БСК).

До скидання в каналізаційну мережу зважених частин використовується фільтрація або відстоювання. Після скидання відбувається біологічне очищення на міських очисних спорудах. Найнебезпечнішою забруднюючою речовиною вод є жири, які гальмують біологічні процеси очищення, тому на підприємстві потрібно приділити увагу зниженню вмісту жирів. Для цього встановлюють жироловлювачі, що також дозволяє використовувати жир, як вторинну сировину.

До твердих відходів допоміжного виробництва відносять відходи тари, упакування, спецодягу, а також люмінесцентні лампи, які містять пари ртуті (табл. 2).

Таблиця 2 – Характеристика твердих відходів

Технологічна операція	Тверді відходи		Орієнтовний склад	Спосіб утилізації
	харчові	нехарчові		
Одержання масла вершкового	немає	Залишки тари	Поліетилен, папір, картон	Вторинне використання
		Відходи спецодягу	Бавовна	
		Люмінесцентні лампи	Стекло, метал	Знешкодження

Як відомо, відходи промисловості та сільськогосподарського виробництва називають також виробничими відходами. Вони можуть бути токсичними і нетоксичними.

Токсичні – це відходи, які викликають отруєння або інша шкідлива дія на живих істот.

На підприємстві тверді харчові відходи під час виробництва кисломолочних продуктів не утворюються, а утворюються тверді нехарчові відходи при допоміжних процесах.

Утилізація люмінесцентних ламп відбувається в окремий контейнер. Перед утилізацією їх відправляють на знешкодження. Токсичних відходів на підприємстві немає.

На підприємстві здійснюється контроль за наявністю пестицидів, антибіотиків, нітратів і нітритів, важких і рідких металів, які можуть потрапити в продукт. Цей контроль здійснюється в лабораторії підприємства. На всю сировину, що надходить у підприємство від постачальників є сертифікати та паспорти якості, а також гігієнічні висновки.

При виробництві продуктів також потрібно відзначити стан екологічного та радіаційного навколишнього середовища на Україні, де є можливість забруднення сировини радіаційними елементами (радіонуклідами). Тому, на підприємстві здійснюється вибірковий контроль сировини на вміст радіаційних елементів α і β -радіонукліди. Вміст радіонуклідів сировини наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Значення припустимих рівнів вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Cr сировини й продукту

Продукт, сировина	Припустимі рівні	
	^{137}Cs	^{90}Cr
Вершки	100	20
Масло вершкове	100	20
Вода питна	2	2

Можливим джерелом забруднення сировини у виробництві масла вершкового є наявність радіоактивних речовин і важких металів у кормі, яким годували худобу. Тому сировина повинна поставлятися з екологічно чистих районів.

Крім того велику увагу приділяють таким антропогенним забрудненням, як токсичні елементи, мікотоксини та інші (табл. 4).

Таблиця 4 – Токсичні елементи: мкг/кг

Свинець	0,1 (0,05)
Кадмій	0,03 (0,02)
Миш'як	0,05
Ртуть	0,005
Мідь	1,0
Цинк	5,0
Антибіотики:	
Тетрациклінової групи	<0,01
Пеніцилін	<0,01
Гормональні препарати:	
Естрадіол-17	0,0002
Пестициди:	
Гексахлоран	0,05
Мікотоксини	
Афлатоксини	0,0005

Важливим питанням є переміщення радіонуклідів у харчових продуктах. У зв'язку із цим необхідно робити продукти з добавками біологічно активних речовин, які, діючи, як радіопротектори, виводили б з організму радіонукліди.

Висновки

Виробництво масла вершкового є об'єктом підвищеної екологічної небезпеки, тому що в процесі виробництва утворюються забруднені жирами води та тверді нехарчові відходи.

Шкідливі речовини, які викидаються в атмосферу, не перевищують норми ПДК і тому під час виконання всіх правил і норм виробництва, а також періодичності контролю сировини та допоміжних матеріалів, продукція, що виробляється на підприємстві, буде екологічно чистою.

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

НАУКОВІ ПРАЦІ

ВИПУСК 33



**ОДЕСА
2008**

Міністерство освіти і науки України



НАУКОВІ ПРАЦІ ОНАХТ

Випуск 33, 2008
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 Переліку наукових фахових видань,
затвердженого ВАК України, в яких можуть публікуватися основні результати
дисертаційних робіт
(Бюлетень ВАК України, 1999, №4)

Головний редактор

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор

Заступник головного редактора

Капрельяни Л.В., д-р техн. наук, проф.

Відповідальний редактор

Станкевич Г.М., д-р техн. наук, професор

Редакційна колегія:

Амбарцумянц Р.В., д-р тех. наук, проф.

Безусов А.Т., д-р тех. наук, проф.

Бурдо О.Г., д-р тех. наук, проф.

Віннікова Л.Г., д-р тех. наук, проф.

Гапонюк О.І., д-р тех. наук, проф.

Гладушняк О.К., д-р тех. наук, проф.

Жуковський Е.Й., д-р тех. наук, проф.

Іоргачова К.Г., д-р тех. наук, проф.

Моргун В.О., д-р тех. наук, проф.

Черно Н.К., д-р тех. наук, проф.

Харківський Д.Ф., д-р екон. наук, проф.

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 5.09.2008 р.

**За достовірність інформації
відповідає автор публікації**

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: 2008. – Вип. 33. – 234 с.

Адреса редакції:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

© Одеська національна академія
харчових технологій, 2008 р.



РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ І ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Увага!

Для швидкого пошуку необхідної статті у полі «Знайти» редактору Adobe Reader введіть прізвище (або його частину) автора статті та натискайте клавішу «Enter».

ЗМІСТ

КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ КОНДИТЕРСЬКОЇ ГАЛУЗІ В УМОВАХ ВСТУПУ УКРАЇНИ ДО СОТ	
Янковий О.Г., Чернишова О.Б.	209
ІНВЕСТИЦІЙНА СКЛАДОВА КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ ВИНОРІБНИХ ПІДПРИЄМСТВ	
Дідух С.М., Шілов П.О.	214
НАПРАВЛЕННЯ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ В ВИНОГРАДАРСКО-ВИНОДЕЛЬЧЕСКОМ ПОДКОМПЛЕКСЕ АПК УКРАИНЫ	
Фрум О.Л.	218
РОЗВИТОК КАДРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Римаренко В.О.	222
СУТНІСТЬ КОНЦЕПЦІЇ ІННОВАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ З ПОЗИЦІЇ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ	
Федулова І.В.	224

КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ КОНДИТЕРСЬКОЇ ГАЛУЗІ В УМОВАХ ВСТУПУ УКРАЇНИ ДО СОТ

Янковий О.Г., д-р екон. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса,
Чернишова О.Б., аспірантка
Одеський державний економічний університет, м. Одеса

Проаналізовано види конкурентноздатності як економічної категорії, розглянуто сучасні проблеми конкурентоспроможності українських товаровиробників кондитерської галузі харчової промисловості у зв'язку зі вступом країни до Світової організації торгівлі. Наведено думки фахівців з приводу впливу даної події на стан конкуренції на ринку кондитерських виробів та подальший розвиток галузі.

Types of competitive ability as economic category were analyzed. Modern problems of competitive ability of Ukrainian commodity producers of confectionary branch of food industry in connection with entry of the country into WTO considered. Opinions of specialists by influence of this event on condition of competition on the market of confectionary goods and further development of the branch were given.

Ключові слова: конкурентна боротьба, конкурентноздатність, конкурентоспроможність, кондитерська галузь, конкурентні переваги.

Метою даної роботи було встановлення впливу на рівень конкурентноздатності вітчизняних підприємств кондитерської промисловості вступу України до СОТ, оскільки розвиток конкурентних відносин, підвищення конкурентоспроможності національної продукції та її виробників є важливим засобом забезпечення ефективності функціонування економіки в цілому.

З відкриттям кордонів імпорتنій продукції українські товаровиробники харчових продуктів відчували суттєвий конкурентний тиск з боку аналогічних зразків іноземного виробництва. Хоча у переважній більшості випадків вітчизняні продукти харчування відрізняються вищим рівнем якості, вони дещо дорожчі у порівнянні з закордонними аналогами внаслідок відсутності фінансової підтримки українського товаровиробника з боку держави.

Конкуренція є економічною трансформацією біологічного явища природного відбору живих організмів на суб'єкти підприємницької діяльності. Як показали дослідження фахівців, нині економічна конкуренція проявляється у трьох основних формах: 1) змагання (цивілізована форма – аукціони, тендери, біржі тощо); 2) боротьба (також цивілізована форма конкуренції в межах закону, проте пов'язана з придушенням і знищенням конкурентів шляхом застосування нових технологій, освоєння нових ринків збуту, цінової політики та ін.); 3) війна (рейдерство, недобросовісна конкуренція, фізичний вплив, збройні конфлікти тощо) [1, с.18–19].

Останніми роками намітилася стійка тенденція до розвитку саме третьої форми конкурентних дій. Це пов'язано, в першу чергу, із загальним прагненням до „швидких” грошей і мінімальних строків окупності інвестицій. Така ситуація характерна як для промисловості, так і для інших галузей народного господарства. У харчовій промисловості України застосовуються головним чином перші дві форми прояву конкуренції, що зумовлено специфікою самої галузі, відсутністю неprivатизованих об'єктів.

Здатність (спроможність) підприємства вести суперництво у базовій галузі, на міжгалузевому та світових ринках отримала втілення в категорії „конкурентоспроможність” („конкурентноздатність”). Одним із головних завдань, які стоять сьогодні перед господарюючими суб'єктами в українській економіці, є забезпечення на досягнутому рівні та підвищення їхньої конкурентоспроможності як протидії, способу зменшення негативного впливу ринкових сил та чинників конкуренції.

Зрозуміло, що конкурентоспроможність проявляється тільки в умовах конкуренції і через конкуренцію. Необхідно відмітити, що єдиного підходу до визначення даної категорії у вітчизняній та зарубіжній науці не існує. Аналіз економічної літератури щодо логічного встановлення змісту цього поняття свідчить про наявність багатоаспектного трактування терміну „конкурентоспроможність”.

Незважаючи на відомість даної категорії з 60–х років ХХ століття, кожний дослідник укладає у поняття „конкурентоспроможність” свій зміст та свою систему позначень. Тому до теперішнього часу немає загальноприйнятого термінологічного тлумачення цього поняття. Аналіз численних визначень категорії „конкурентоспроможність” („конкурентноздатність”) [2, 3] дозволив авторам виділити основні ознаки даного поняття, які наведені в таблиці.

Таблиця – Класифікація конкурентоспроможності

Ознака	Види конкурентоспроможності
1. Територіально-географічна сфера	– міжнародна – внутрішньо національна – регіональна
2. Рівень конкуруючих об'єктів	– галузі (комплексу галузей) – підприємства – товару
3. Фіксація у часі	– на визначену дату в минулому – поточна – прогнозна

Міжнародна конкурентоспроможність – дуже складне, багато аспектне поняття, що не має загальновизнаного універсального визначення. Воно звичайно розуміється як концентроване вираження економічних, науково-технічних, виробничих, управлінських, маркетингових та інших можливостей, реалізованих у товарах і послугах, що успішно протистоять конкуруючим з ними закордонним товарам і послугам як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках. Але це лише одна, найбільш видима сторона поняття.

Інша сторона – це переваги системи державного й суспільного устрою країни, політико-правової організації й регулювання всіх сторін громадського життя суспільства, здатність держави забезпечити стійкий, динамічний розвиток національної економіки й пов'язаний із цим матеріальний добробут членів суспільства, що не поступається світовим стандартам.

Тобто, щоб досягти міжнародної конкурентоспроможності, необхідно створити конкурентоспроможне суспільство, що володіє незаперечними перевагами в різних сферах людської діяльності, конкурентноздатну економіку з розвиненими системами інформації, виробництва, кредитування, підтримки та правового забезпечення розвитку бізнесу. В даний час тільки невелике коло українських товарів кондитерської галузі можуть досить успішно конкурувати на світовому ринку, головним чином, за рахунок більш дешевої робочої сили.

Внутрішньо національна і регіональна конкурентоспроможність характеризують локальну здатність товару успішно протистоять конкуруючим з ним товарам, в тому числі і закордонним, на внутрішньому (регіональному) ринку. Для більшості українських товарів характерна в основному внутрішньо національна і регіональна конкурентоспроможність. У даній дисертаційній роботі ми будемо розглядати саме цей різновид конкурентної боротьби.

За рівнем економічних об'єктів, що конкурують, розглядають конкурентоспроможність галузі, підприємства, товару.

Конкурентоспроможність галузі визначається наявністю в ній технічних, економічних та організаційних умов для створення, виробництва й збуту (з витратами не вищими, ніж інтернаціональні) продукції високої якості, що задовольняє вимогам конкретних груп споживачів. Конкурентоспроможність галузі – здатність підприємств (фірм) входити до складу галузі, швидко реагуючи на зміну в її структурі, брати до уваги тенденції до зміни, відновлювати свої соціально-економічні системи і зберігати та підвищувати досягнутий рівень ефективності виробництва й управління.

Конкурентоспроможність підприємства – здатність виробляти й реалізовувати свою продукцію швидко, дешево, якісно, продавати її в достатній кількості, при високому технологічному рівні обслуговування. Конкурентоспроможність підприємства – це можливість ефективно розпоряджатися власними й позиковими ресурсами в умовах конкурентного ринку.

Шершньова З.Є., Оборська С.В. визначають: „Конкурентоспроможність підприємства – рівень його компетенції відносно інших підприємств-конкурентів у нагромадженні та використанні виробничого потенціалу певної спрямованості, а також його окремих складових: технології, ресурсів, менеджменту (особливо – стратегічного поточного планування), навичок і знань персоналу тощо, що знаходить вираження в таких результатуючих показниках, як якість продукції, прибутковість, продуктивність тощо.

Конкурентоспроможність продукції – ступінь її відповідності на певний момент вимогам цільових груп споживачів або обраного ринку за найважливішими характеристиками: технічними, економічними, екологічними тощо” [4, с.59].

Конкурентоспроможність товару відображає його здатність більш повно відповідати запитам покупців порівняно з аналогічними товарами, представленими на ринку. Вона визначається

конкурентними перевагами: з одного боку, якістю товару, його технічним рівнем, споживчими властивостями, з іншого боку – цінами, установлюваними продавцями товарів.

Крім того, на конкурентоспроможність впливають переваги в гарантійному й післягарантійному сервісі, рекламі, іміджі виробника, а також ситуація на ринку, коливання попиту. Високий рівень конкурентоспроможності товару свідчить про доцільність його виробництва й можливості вигідного продажу.

Іванов Ю. пише: „По–перше, під конкурентоспроможністю розуміють ступінь відповідності конкретного товару в кожний даний момент часу вимогам обраного ринку по технічних, економічних і інших характеристиках. По–друге, це комплекс факторів, що відображають як техніко–економічні характеристики продукції, так і умови їхньої реалізації. По–третє, під конкурентоспроможністю товару розуміється комплекс споживчих і вартісних характеристик, у зв'язку з якими відбувається розподіл попиту між ним і іншими товарами, що обертаються на ринку.

Незважаючи на наявні розходження у формулюваннях, загальним є те, що конкурентоспроможність товару проявляється на ринку в момент обміну, тобто реалізації продукції. Рівень конкурентоспроможності товару визначається в остаточному підсумку покупцем, який, здобуваючи продукцію, визнає її відповідність своїм потребам” [5, с.11].

Бідіхова І. С. вважає, що „конкурентоспроможність товару – це його здатність бути успішно реалізованим на ринку товарів–конкурентів, обумовлена ступенем відповідності споживчих і вартісних властивостей (характеристик) товару вимогам споживачів на даному ринку й тим, наскільки повно він задовольняє потреби покупців у порівнянні з конкуруючими товарами... Конкурентоспроможність товару може бути оцінена тільки при порівнянні його з товаром–зразком, що користується заслуженим попитом споживачів, відповідає їхнім вимогам і максимально задовольняє їхні потреби, або ж при порівнянні даного товару із пріоритетними товарами–конкурентами, представленими на даному ринку” [6, с.165].

Разом з тим конкурентоспроможність товару – це не тільки висока якість і технічний рівень, але й уміле маневрування в ринковому просторі та у часі, а головне – максимальний облік вимог і можливостей конкретних груп покупців. Причому об'єктивна оцінка всіх аспектів рівня конкурентоспроможності може бути вироблена тільки на основі критеріїв, якими оперує споживач, для якого цей товар призначений. Причини конкурентоспроможності товару необхідно шукати в конкурентних перевагах окремих його характеристик, що є наслідком більш ефективного управління процесом розробки, реалізації й експлуатації пропонованої продукції.

Конкурентоспроможність продукції й конкурентоспроможність підприємства співвідносяться між собою як частина й ціле. Зазвичай можливість фірми конкурувати на певному товарному ринку безпосередньо залежить від конкурентоспроможності її товарів (послуг), а також сукупності економічних методів управління господарською діяльністю, що впливають на результати конкурентної боротьби.

У теперішній час на ринку кондитерських виробів іде розподілення виробників на дві групи: перша – лідери, компанії, які постійно нарощують обсяги виробництва,кладають великі ресурси в нове обладнання і систему продажів. Витіснення з ринку малих виробників, досягається не тільки за рахунок збільшення обсягів виробництва, а й за рахунок підвищення якості, відновлення асортименту середнього і преміального цінового сегментів, розширенням дистриб'юторської мережі, нових підходів до логістики.

Друга група – це аутсайдири, підприємства, котрі постійно втрачають частку ринку, не розвивають канали реалізації і не мають можливості відновлювати ресурси виробництва. Їх майбутнє – бути поглинутими, як „Дніпропетровська кондитерська фабрика”, або звернути бізнес, як „Миколаївська кондитерська фабрика”.

Так, до першої групи найбільш потужних виробників кондитерської продукції України входять кондитерська корпорація (КК) „Рошен” (частка ринку понад 25 %), „Конті” (13 %), „АВК” (12 %), „Nestle” („Світоч” 9 %) і „Kraft Foods International” (8 %).

До найпотужніших підприємств і тих, що динамічно розвиваються, завоювали визнання споживачів і закріпились на ринку, належить КК „Рошен”, головна причина успіху якої полягає у стратегії підтримки вітчизняного виробництва традиційних, відомих ще з радянських часів, кондитерських марок (торт „Київський”, цукерки „Барбарис”, „Белочка”, шоколад „Театральний”, „Чайка” та інші). Ще одна конкурентна перевага „Рошен” – широкий асортимент продукції.

КК „Рошен” – лідер з виробництва шоколадних цукерок у коробках (більш 50 % ринку). Тут вперше розпочато виробництво нових ексклюзивних шоколадних цукерок у коробках („Версаль” і „Вар'єте”), які виробляють на сучасній італійській лінії. Ці цукерки позиціонуються у ціновому сегменті преміум, що дозволить компанії вже найближчим часом скласти конкуренцію світовим брендам цього сегменту [7].

Потужності великих підприємств, особливо тих, чия продукція активно експортується, використовуються практично зі 100 % віддачею, а іноді і вище, якщо врахувати 3-х змінну роботу на деяких кондитерських фабриках (при 2-х змінному режимі роботи багатьох технологічних ліній). Невеликі фабрики, що відчувають труднощі зі збутом (Чернігівська, Чернівецька „Буковинка”, Запорізька, Луцька), характеризуються низьким рівнем завантаження потужностей.

Протягом ряду років, починаючи із серпня–вересня, у кондитерській промисловості спостерігаються сезонні тенденції нарощування виробництва й розширення асортименту в кожній з товарних груп. Стрімке сезонне зростання попиту на кондитерські вироби (у 1,5–4 рази залежно від товарної групи) починається з осіннього настання холодів. Саме в цей час спостерігається зниження споживацького інтересу до холодних солодощів (морозива), зменшення пропозиції свіжих фруктів та збільшення попиту на продукцію кондитерської галузі.

Сучасні економічні умови вимагають від підприємств пошуку нових, дієвих форм господарювання. Майже 94 % іноземних інвестицій у кондитерську галузь було вкладено в підприємства: „Kraft Foods International”, „Донецьку кондитерську фабрику”, „Житомирські ласощі”, „АВК”, „Світоч”, „Харківську бісквітну фабрику”, „Кременчуцьку кондитерську фабрику”. Асортимент кожної з цих компаній останніми роками кардинально змінився. Тепер вони не женуться, як колись, за величезними обсягами виробництва, а вибирають найбільш дохідні сегменти, зокрема шоколадний. Рентабельність виробництва шоколаду експерти оцінюють у два з половиною рази вище (25 %), ніж виробництва карамелі.

„Ринок доріс практично до межі й перейшов у фазу якісного зростання. Уже зараз спостерігається інтенсивне витіснення дешевої продукції дорожчою. Цей переділ ринку найдошкульніше вдарить по дрібних виробниках”, – вказує Соколов О., начальник аналітичного відділу агенції Pro-Consulting. Щоб вижити, дрібним виробникам потрібно шукати інвесторів. Але припливу іноземного капіталу в кондитерську галузь не передбачається [8].

Основними пріоритетами в побудові виробничої програми підприємств стає висока якість кондитерської продукції з одночасним розширенням її асортименту. Крім цього, для зростання збуту продукції та виходу на нові ринки підприємства повинні працювати над впровадженням міжнародних стандартів якості ISO 9001:2000, здійснити сертифікацію своєї продукції для виходу на світові ринки.

Теперішній час можна назвати технічною революцією галузі. Адже зі вступом України до СОТ вітчизняним кондитерам доводиться конкурувати з закордонними виробниками солодощів: на окремих підприємствах ще застосовуються застарілі технології, що мають відставання у 2–3 роки навіть від Росії. Основне зростання для виробника забезпечують нові вироби. Але щоб упровадити 3–4 новинки, іноді розглядається до 20 розробок технологів. Це вказує на високий рівень праце- і капіталомісткості інноваційного процесу в даній галузі.

Для передових підприємств характерно здійснення планомірної, постійної реструктуризації асортименту продукції. Для кожної технологічної лінії розробляється довгостроковий план оновлення продукції, який враховує ринкову кон'юнктуру і життєвий цикл продукції.

Українським кондитерам доцільно використовувати „стратегію переваг”, яка передбачає створення стабільних переваг над конкурентами за допомогою здійснення змін у технології, сервісі, логістиці. Це дає змогу проводити нецінову конкуренцію за рахунок випуску кондитерських виробів, які займають на ринку гідне місце завдяки своїм унікальним і неперевершеним характеристикам.

Поступово змінюються канали збуту: дистриб'юторські фірми або йдуть з ринку, або трансформуються в логістичні компанії, котрі мають власні склади і розподільчі центри в різних регіонах країни. Договори укладаються між виробниками і крупними сітовими продавцями, а функцію по доставці беруть на себе логістичні компанії.

Стрімко розвиваються сітові клієнти різних форматів. Це міняє структуру продажів у цілому по країні, що приводить за собою зміну структури виробництва у бік випуску фасованої продукції з великими строками реалізації і стабільною ціною на значні відрізки часу.

Зростання платоспроможного попиту населення вплинуло на збільшення виробництва в усіх сегментах кондитерської галузі: цукристій, борошністої та в шоколадних групах. Протягом останнього періоду вітчизняні кондитери не лише збільшили обсяги випуску, а й майже витіснили іноземну продукцію із споживчого ринку.

Важливі зміни відбулися і в сегментації ринку. Оскільки поступове зростання добробуту споживачів веде до зміни їх споживчих симпатій у бік високоякісної й дорогої продукції (шоколадні цукерки, цукерки в коробках, фасоване печиво), відбулося зростання цього сегменту. В перспективі очікується подальший ріст продукції преміум сегменту, хоча нині на ринку ще превалує частка дешевих кондитерських виробів. Продовжуватиметься сегментація ринку за споживчими перевагами до торгових марок, певних виробників, конкретних видів продукції. Це веде до консолідації підприємств галузі, впровадження вузької спеціалізації.

Таким чином, для сучасного ринку кондитерських виробів характерні зростання попиту в цілому, суттєва сегментація споживчих смаків та активізація попиту на дорогі кондитерські вироби, створення відомих і популярних брендів, зростання частки брендової продукції.

Слід мати на увазі, що даний ринок практично насичений і дуже конкурентний. На ньому досить сильні позиції мають транснаціональні компанії „Kraft Foods International” та „Nestle”. З огляду на фінансові можливості українських підрозділів цих компаній бар’єр входження іноземців на вітчизняний ринок дуже високий. Великим кондитерським фірмам без іноземного капіталу маленькі фабрики зараз нецікаві: жодна з них протягом найближчого року–двох купувати нові фабрики не збирається. Тому, один з перспективних напрямків розвитку кондитерської промисловості є об’єднання окремих підприємств у концерни для максимального забезпечення вимог споживачів. Таке партнерство вигідне як окремим областям, регіонам, так і державі в цілому. Воно приводить до посилення інвестиційної привабливості підприємств, і, як наслідок, збільшенню надходжень у бюджет.

У зв’язку з цим протягом останніх років активізувалася тенденція до монополізації ринку. Великі оператори ринку збільшують свою частку на ньому за рахунок купівлі дрібних підприємств по всіх регіонах України. Це відкриває можливість потужним підприємствам, враховуючи попит у різних регіонах, оптимізувати географію випуску кондитерських виробів і впровадити в цих підприємствах виробництво продукції одного класу. Наприклад, компанія „ABK” збільшила свою частку кондитерського ринку в натуральному вираженні до 12 % (до 17 % у системі „Укркондитер”) із придбанням контрольного пакета акцій ЗАТ „Дніпропетровська кондитерська фабрика”. Остання отримала в особі компанії „ABK” стратегічного інвестора для реалізації своїх планів.

Злиття компаній відкрило можливість оптимізувати витрати і підвищити конкурентоспроможність українських виробників кондитерських виробів. Серед причин, які стимулюють об’єднання кондитерських фабрик, можна зазначити вступ України до СОТ, що, безперечно, веде до загострення конкуренції на цьому ринку.

„Для кондитерського сектору України вступ до СОТ у цілому я оцінюю як факт позитивний. Кондитерський сектор є мабуть, найбільш технологічно розвиненою частиною нашої харчової галузі. Основні кондитерські компанії вже вклали величезні інвестиції в переоснащення устаткування, закупівлю сучасних технологій виробництва”, – вважає перший заступник генерального директора асоціації „Укркондитер” Кожанов Ю. Водночас, за його словами, з невеликими, переважно регіональними виробниками, ситуація може бути менш оптимістичною, оскільки невеликі кондитерські фабрики не так модернізовані, їхні ринки збуту обмежені, немає розвиненої дистрибуції й сильних брендів. Однак ці виробники й зараз не впливають істотно на ринок, тому для кондитерської галузі в цілому проблем це не створить.

Генеральний директор кондитерської компанії „ABK” Дикунов А. відмічає, що в короткостроковій перспективі можна прогнозувати деяке збільшення імпорту на внутрішньому кондитерському ринку. При цьому він упевнений, що, як і сьогодні, імпортна кондитерська продукція буде займати на внутрішньому ринку незначну частку. „Не очікуємо ми й масовий прихід інших транснаціональних виробників в Україну – членство у СОТ не є значимим чинником у рішенні щодо придбання або будівництва фабрики в країні”, – вважає Дикунов А. [9].

Література

1. Комаха А. Четвёртый уровень конкуренции // Бизнес и безопасность. – 2002. – № 5. – С. 18–20.
2. Янковой О.Г., Чернишова О.Б. Фактический та потенційний аспекти поняття „конкурентоспроможність” підприємства // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса. – 2007, вип. 30, т. 2. – С. 363–366.
3. Чернышова О.Б. Анализ конкурентоспособности промышленных предприятий: многомерный подход / Матер. 2-ї Міжнар. наук.–практ. конф. „Сучасні технол. управл. підпр. та можлив. використ. інф. систем: стан, проблеми, перспективи”. – Одеса. – ОНУ. – 2007. – С. 118–119.
4. Шершньова З. С., Оборська С. В. Стратегічне управління: Навч. посіб. – К.: КНЕУ, 1999. – 384 с.
5. Иванов Ю. Конкурентоспособность в системе категорий рыночной экономики // Бизнес Информ. – 1994. – № 11. – С. 8–14.
6. Бидихова И.С. Методические основы оценки конкурентоспособности товара: социологический анализ // Вестник Московского ун-та. Сер. 18. Социология и политология. – М.: 2001. – № 4. – С. 165–168.
7. <http://www.roshen.com.ua.news/>
8. Український діловий тижневик „Контракти”. – № 21 від 21.05.2007.
9. <http://www.ukr.rynok.biz>

ІНВЕСТИЦІЙНА СКЛАДОВА КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ ВИНОРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Дідух С.М., асистент; Шилов П.О., спеціаліст
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Проаналізовано сучасний стан виноробної промисловості України та перспективи її розвитку. Проведено оцінку рівня конкурентоздатності виноробних підприємств. Визначено фактори, що мають вирішальний вплив на рівень конкурентоспроможності підприємств. Запропоновано шляхи покращення існуючого становища.

The modern condition of the wine branch of Ukraine and possibilities of its development is analyzed. The level of competitiveness of the wineries is estimated. Factors which have solving influence on level of competitiveness of the wineries are defined. Ways of improvement of existing position are offered.

Ключові слова: конкурентоздатність підприємства, інвестиції, виноробство.

Питання конкурентоздатності підприємств харчової промисловості є надзвичайно актуальним з огляду на вступ України до Світової організації торгівлі. У нових умовах господарювання економічним суб'єктам доведеться швидко адаптуватись до змін та реагувати на виклики зовнішнього середовища. Тому важливою науковою задачею є аналіз наслідків вступу до СОТ для різних галузей харчової промисловості та визначення напрямків підвищення конкурентоздатності підприємств у нових умовах.

Визначальним моментом при цьому є дослідження інвестиційної складової конкурентоспроможності підприємств. Тобто наявності можливостей щодо залучення та ефективного використання інвестиційних ресурсів з метою підвищення рівня конкурентоспроможності підприємств.

Конкурентоздатність є властивістю всіх елементів економічної системи. У економічній теорії поняття конкурентоздатність досліджують на декількох взаємопов'язаних рівнях: конкурентоздатність продукції, підприємства, галузі, держави. Цій проблематиці присвячено чимало робіт визначних закордонних та українських вчених [1-5].

Водночас при дослідженні конкурентоспроможності економічних суб'єктів здебільшого використовуються показники, що характеризують поточну діяльність підприємств. Тобто, поза увагою залишається такий механізм розвитку економічних суб'єктів як інвестиційна складова конкурентоспроможності. На нашу думку вивченню перспектив розвитку підприємства та його здатності до покращення свого ринкового становища має бути відведене значне місце у процесі дослідження конкурентоспроможності.

Метою роботи є комплексна оцінка інвестиційної складової конкурентоздатності підприємств харчової промисловості на прикладі виноробних підприємств. Для досягнення мети поставлені та вирішенні наступні завдання: проведено аналіз ситуації у виноробній галузі, визначено перспективи її розвитку, проведено оцінку конкурентоздатності виноробних підприємств за допомогою методичних прийомів економічного аналізу, моделі Дюпона та методу теорії ефективної конкуренції. Об'єктом дослідження є підприємства виноробної промисловості України, зокрема ЗАТ «Одесавинпром», ЗАТ «Болградський винзавод», ЗАТ «Завод марочних вин і коньяків «Коктебель», ВАТ «Коблево».

Протягом другої половини 80-х та першої половини 90-х років виноробна галузь України знаходилась у стадії занепаду. Причинами цього стали проведення антиалкогольної компанії, суттєве зменшення доходів громадян та загальна криза вітчизняної економіки.

Однак упродовж останніх років українське виноробство змогло вийти на траєкторію стабільного розвитку, підвищити обсяг виробництва продукції (табл. 1).

Таблиця 1 – Динаміка основних показників ринку вина

Показники	2004 р.	2005 р.	2006 р.	2007 р.
Виробництво тихих виноградних вин в Україні, млн. дал	14,2	15,38	16,92	17,80
Експорт тихих виноградних вин з України, млн. дал	1,784	1,957	1,843	1,714
Імпорт тихих виноградних вин в Україну, млн. дал	1,149	2,242	4,384	5,489
Валовий збір винограду в Україні, тис. т	373	442	300,8	300

На сьогоднішній день винний ринок України оцінюється приблизно в 23 млн. декалітрів, або 800 млн. дол. США у грошовому вираженні. Ще близько 10 млн. дал виробляється й споживається домашніми господарствами. 85 % вин виробляються українськими компаніями, 15 % – імпортуються.

У 2007 році українськими підприємствами було вироблено 17,80 млн. декалітрів виноградних вин, що вище показників 2006 року на 13,2%.

У регіональному аспекті лідерами по виробництву є АР Крим, Одеська, Миколаївська й Закарпатська області (табл. 2).

Таблиця 2 – Виробництво вина виноградного за регіонами України за 2007 р. (тис. дал)

Регіон	2007 р.	2006 р.	Відхилення	Темп зростання, %
Всього по Україні	19 166	16 925	2 241	113,2
АР Крим	6 346	5 014	1 332	126,6
Закарпатська	2 658	2 271	387	117,0
Миколаївська	3 054	2 581	473	118,3
Одеська	4 659	4 570	89	101,9
Херсонська	336	372	-36	90,3
м. Севастополь	725	618	107	117,3
Херсонська	336	372	-36	90,3

Провідними торговельними марками на ринку вина є «Вина Коблево», що займають 11 % ринку, «Святкова колекція» (8,6 %), «Золота амфора» (8,1 %), «Коктебель» (8 %), «Інкерман» (7,6 %), «Массандра» (6 %), «Винодел» (5,5 %) [6].

Споживання вина в Україні на душу населення становить близько 5 літрів і збільшується на 5-7 % на рік. Для порівняння споживання вина на душу населення в Європі становить 23,5 літра в рік, у США – 8 літрів.

Слід відмітити, що мають місце значні диспропорції у виробництві та споживанні вина. Так у структурі виробництва частка сухих вин складає 38-39 %. У той же час у структурі споживання домінують кріпленні, солодкі та напівсолодкі вина, а частка сухих вин становить 21-22 %, зростаючи на 1-2 % на рік.

Близько 50% у структурі продажів належить червоним винам, 39 % – білим, а 11 % – рожевим. У той же час в Україні 70% виноградників відносяться до білих сортів, і лише 30 % – до червоних. Зважаючи на таку диспропорцію, імпорт виноматеріалів є неминучим.

До позитивних тенденцій слід віднести те, що в Україні відбувається поступове підвищення культури споживання вина і перерозподіл попиту від нижнього цінового сегмента (до 10 грн за пляшку) на користь середнього (10-20 грн), та від середнього до вищого. Тенденція до подальшого зростання частки сухих і напівсухих вин буде розвиватися протягом найближчих років. Споживання вина в Україні зростатиме, однак досягнення середньоєвропейського рівня малоймовірно.

На сьогоднішній день українські вина домінують у нижньому та середньому цінових сегментах. Однак вплив імпорту на вітчизняний ринок посилюється. Україна є привабливим ринком збуту для виноробів усього світу. Цьому сприяє цілий ряд факторів:

- криза перевиробництва вина в Європі;
- слабкість і розрізненість українських виробників вина;
- зниження мита на ввіз вина й виноматеріалів;
- дефіцит виноматеріалів в Україні й недосконалість сортової структури виноградників;
- низький рівень довіри споживачів до вина українського виробництва.

На сьогоднішній день основними постачальниками вина в Україну є Молдова (63 % у натуральному вираженні) і Грузія (24 %). У січні-травні 2008 р. в Україну було імпортовано молдавської алкогольної продукції на суму 21810,6 тис. дол. США, що на 57% більше, ніж за відповідний період 2007 року.

У структурі імпорту переважають вина преміального, субпреміального та середньоцінового сегментів. Істотну частку в структурі імпорту становить імпорт виноматеріалів.

Окрім того, здійснюються поставки вина й виноматеріалів по напівлегальним схемах з Молдавії та Грузії, що негативно позначається на ринкових позиціях українських виробників.

Обсяги експорту вина з України відчутно менші за обсяги імпорту (табл. 1). При цьому 88 % експорту винної продукції приходить на Росію. Серед експортерів домінуюче місце займають НΠΑО "Массандра" і ТОВ "Інкерманський ЗМВ".

Загалом перспективи розвитку українського виноробства є достатньо песимістичними, що обумовлено рядом вагомих факторів.

Так, рівень зношеності потужностей по виробництву тихих вин є вкрай високим.

Також вагомою проблемою є випуск фальсифікованого вина нелегальними виробниками на основі барвників, ароматизаторів, спирту. Це негативно впливає на ринкове середовище й руйнує репутацію всього українського виноробства.

Наріжною проблемою вітчизняного виноробства лишається дефіцит сировини. Якщо в часи СРСР в Україні було більше 400 тис. га виноградників, то зараз лише 87 тис. га. У 1960 році валовий збір винограду склав 1 млн. 330 тис. кг, а в 2007 р. – в 7,5 разів менше. Серед виноградників велика частка виноградників старої посадки.

В Україні через дефіцит сировини неможливим є досягнення стабільної якості продукту і чітке позиціонування по ознаці місцевості й сорту. Слід додати, що виробники виноматеріалу здебільшого не зацікавлені у випуску високоякісної сортової продукції. У відповідності до кон'юнктури ринку більш доходним є виробництво низькопробної продукції для напівлегальних винзаводів.

Окрім того, українські виноматеріали на 20-30 % дорожче від молдавських, імпортованих офіційно. Як наслідок – вирощування винограду і його первинна переробка в даній ситуації виявляються нерентабельними. Виключення становлять компанії, що мають замкнутий цикл господарської діяльності – від вирощування винограду до роздрібного продажу вина з орієнтацією на якісні столові вина.

Найбільший вплив на конкурентоспроможність виноробної галузі України на сьогоднішній день має вступ України до СОТ. У зв'язку із цією подією передбачено зниження ставок ввізного мита на вина виноградні, включаючи кріплені, а також на виноградне сусло з 2-3 євро до 0,3-0,4 євро за 1 літр, тобто в 5-10 разів.

Це відбувається на тлі скасування дотацій у формі одновідсоткового збору на розвиток виноградарства, садівництва й хмільництва, а також підвищення ставок акцизного збору на виноробну продукцію.

Дані події неодмінно призведуть до цінової експансії закордонних виноробів (у першу чергу чилійських, аргентинських, європейських). В умовах підвищення конкуренції втратять свої позиції виробники, які не мають власної сировинної бази та не можуть гарантувати належну якість продукції. Натомість мають шанс зміцнити свої позиції суб'єкти господарської діяльності, які володіють значним потенціалом щодо залучення інвестиційних ресурсів та розвитку замкнутого циклу виробництва на основі передових технологій.

Отже в нових умовах змінюється вагомість факторів конкурентоспроможності за рахунок підвищення ролі інвестиційної складової.

Оцінку рівня конкурентоспроможності українських виноробних підприємств та її інвестиційної складової проведемо на прикладі ЗАТ «Одесавинпром». В якості об'єктів для порівняння виберемо наступні підприємства:

- ЗАТ «Болградський винзавод», що розташоване в м. Болград Одеської області;
- ЗАТ «Завод марочних вин і коньяків "Коктебель"», що розташоване у Феодосії (АР Крим);
- ВАТ «Коблево», що розташоване в Миколаївській області.

У відповідності до моделі Дюпона, конкурентоздатність оцінюється за допомогою показників рентабельності власного капіталу ($R_{\text{вк}}$), рентабельності активів ($R_{\text{активів}}$), рентабельності продажів ($R_{\text{продажів}}$), коефіцієнту оборотності активів ($R_{\text{активів}}^{\text{об}}$) та фінансового левериджу (ФЛ) (табл. 3).

Таблиця 3 – Порівняння показників моделі Дюпона з показниками підприємств конкурентів

Показники	ЗАТ «Одесавинпром»	ЗАТ «Коктебель»	ВАТ «Коблево»	ЗАТ «Болгарський винзавод»
$R_{\text{ск}}, \%$	3,37	10,04	24,62	-18,2
$R_{\text{активів}}, \%$	1,91	3,31	12,53	-5,64
$R_{\text{продажів}}, \%$	1,65	6,18	15,78	-4,54
$R_{\text{активів}}^{\text{об}}$	1,16	0,54	0,79	1,24
ФЛ	1,76	3,03	1,97	3,23

Виходячи із наведених результатів, ЗАТ «Одесавинпром» за показниками рентабельності поступається підприємствам ЗАТ «Коктебель» і ВАТ «Коблево», але при цьому має переваги перед ЗАТ «Болгарський винзавод». Підприємству необхідно направити зусилля на підвищення величини чистого прибутку і зниження операційних витрат.

У ЗАТ «Одесавинпром» значення фінансового левереджа нижче, ніж у конкурентів, що свідчить про більш високу фінансову незалежність в порівнянні з іншими підприємствами.

Варто відзначити, що модель Дюпона характеризує здебільшого результати діяльності суб'єкта господарювання за певний період і не може вірогідно охарактеризувати конкурентоздатність підприємства. Тому для більш детального аналізу використаємо метод теорії ефективної конкуренції.

Суть методу полягає у розрахунку коефіцієнта конкурентоздатності підприємства на підставі оцінки групових показників конкурентоздатності. До них відносять показники, що характеризують виробничу діяльність, ефективність управління оборотними коштами та інвестиційними ресурсами, ефективність збуту і просування товару та показники конкурентоздатності товару – якість і ціну.

Значення показників переводяться у бали. При цьому п'ятьма балами оцінюється значення показника за умови, що воно гірше аналогічного значення показника підприємства – конкурента, десятьма балами – за умови рівності або незначного розходження значень аналогічних показників у даного підприємства та конкурента, п'ятнадцятьма балами – за умови переваги над підприємством-конкурентом.

Тобто метод теорії ефективної конкуренції дозволяє визначити положення підприємства, що оцінюється, по відношенню до підприємств-конкурентів. Важливим моментом є можливість визначення рівня розвитку різних складових конкурентоздатності й визначення на основі цього шляхів покращення становища підприємства.

Результати проведеного дослідження конкурентоздатності обраних підприємств наведені у табл. 4.

Таблиця 4 – Значення групових показників конкурентоздатності ЗАТ «Одесавинпром» по відношенню до підприємств конкурентів

Показники	ВАТ «Коблево»	ЗАТ «Коктебель»	ЗАТ «Болгарський винзавод»
Порівняна конкурентоздатність підприємства	7,58	9,85	10,98
Виробнича складова	6	6	9
Фінансово-інвестиційна складова	9,4	11,4	10,4
Збутова складова	10	6,45	12,25
Конкурентоздатність товару	5	11,5	12,6

Таким чином, порівнюючи значення коефіцієнта конкурентоздатності, можна сказати, що ЗАТ «Одесавинпром» є більш конкурентоздатним, аніж ЗАТ «Болградський винзавод» (ККП=10,98; тобто більше 10). При цьому переваги проявляються в більш високій ефективності фінансово-інвестиційної складової, збутової складової та конкурентоздатності продукції, а ефективність виробничої складової нижче, ніж у Болградського підприємства.

ЗАТ «Одесавинпром» поступається за рівнем конкурентоздатності ЗАТ «Коктебель» (ККП=9,85). ЗАТ «Одесавинпром» має більш сприятливе фінансове становище та вищу конкурентоздатність продукції, але при цьому досить слабку позицію по виробничій і збутовій складовій.

Також ЗАТ «Одесавинпром» поступається за рівнем конкурентоздатності ВАТ «Коблево» (ККП=7,58), не маючи переваг за жодною з груп показників.

На основі проведеного аналізу, можна зробити висновок, що підприємству ЗАТ «Одесавинпром» необхідно підвищити ефективність використання інвестиційних ресурсів та основних фондів. Також слід звернути увагу на збільшення конкурентоздатності продукції та оптимізацію фінансового стану.

Дослідження ситуації у виноробній галузі показало, що рівень конкурентоздатності українських виноробних підприємств знижується. Причинами цього є неготовність до господарювання в умовах СОТ, несприятливі зміни законодавства, активна експансія закордонних виробників вина, гостра сировинна криза, відсутність ефективних механізмів інвестиційного розвитку та недосконала збутова політика.

Зусилля підприємств у таких умовах мають бути спрямовані передовсім на підвищенні якості продукції, побудові ефективної маркетингової стратегії, розвитку власної стабільної сировинної бази.

Наслідком швидких та несприятливих змін зовнішнього середовища для виноробних підприємств стане перерозподіл ринку на користь закордонних виноробів, а також тих компаній, які найбільш ефективно використовують існуючий інвестиційний потенціал, створивши вертикально інтегровані господарські комплекси.

Література

1. Адрианов В.Д. Конкурентоспособность в мировой экономике // Мировая экономика и международные отношения – 2000. – №3. – С. 17-22.
2. Мисаков В.С. Анализ конкурентоспособности фирмы // Финансы и статистика – 1998. – №12. – С. 20-27.
3. Портер М. Международная конкуренция / Пер. с англ.; под ред. Е.Д. Щетинина. – М.: Международные отношения, 1999. – 451с.

4. Турецкий О.А. Национальная экономика и ее регулирование: Монография. – Одесса: СМІЛ, 2002. – 380 с.
5. Фатхутдинов Р.А. Конкурентоспособность: экономика, стратегия, управление. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 312 с.
6. Портна К. В друзях у Бахуса // Український діловий тижневик "Контракти" – 2008. – № 2. – С. 21-23. УДК [663.2+634.8]:631.145:338.436

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ В ВИНОГРАДАРСКО-ВИНОДЕЛЬЧЕСКОМ ПОДКОМПЛЕКСЕ АПК УКРАИНЫ

Фрум О.Л., соискатель

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье рассматриваются преимущества и направления формирования новых экономических отношений в виноградарско-винодельческом подкомплексе АПК Украины в современных условиях на основе активизации интеграционных процессов между промышленными и сельскохозяйственными предприятиями

In article advantages and directions of formation of new economic relations in vinogradarsko-vinodelcheskom a subcomplex of agrarian and industrial complex of Ukraine in modern conditions on the basis of activization of integration processes between the industrial and agricultural enterprises are considered.

Ключевые слова: экономические отношения, агропромышленная интеграция, агропромышленное формирование, вертикальная интеграция, экономическая эффективность, сырьевая база, конкурентные преимущества.

До 1991 года хозяйственный комплекс Украины входил в состав единого народнохозяйственного комплекса СССР. Распад административно-командной системы, отмена директивного планирования и госзаказа привели к нарушению межотраслевых, отраслевых связей. Развитие рыночных отношений определяет необходимость поиска новых эффективных форм взаимоотношений между предприятиями различных отраслей. Особенно остро эта проблема стала перед отраслями АПК.

Становление рыночной экономики, форм собственности, конкуренции сопровождается формированием новых производственных отношений. Затянувшийся кризис вызвал необратимые структурные изменения, связанные со сворачиванием низкорентабельных, малоприбыльных предприятий и развитием быстроокупаемых, перспективных производств.

Если говорить о таком сегменте АПК, как виноградарство и виноделие, то среди многих отраслей он наиболее нуждается в реформировании.

На сегодняшний день сформировался широкий круг вопросов, решение которых в условиях нахождения Украины в ВТО и перспективы интеграции в ЕС требует особой срочности. Усовершенствованием производственно-экономических отношений между сельскохозяйственными и промышленными предприятиями в условиях многоукладной экономики АПК занимаются ведущие отечественные ученые Саблук П.Т., Малик М.И., Месель-Веселяк В.Я., Гайдуцкий П.И., Юрчишин В.В.

Исследованием проблем развития интеграционных процессов между отраслями виноградарства и виноделия работы таких учёных, как Авидзба А.М., Гаркуша О.М., Фуркевич В.О., Червен И.И., Шальнева В.В.

Цель статьи: на основе теоретических исследований рассмотреть пути развития экономических отношений между предприятиями виноградарско-винодельческого подкомплекса АПК Украины.

Сущность экономических интересов хозяйствующих субъектов в агропромышленном комплексе состоит в их стремлении полнее удовлетворить свои потребности и осуществлять эффективное расширенное воспроизводство на основе обеспечения равных экономических условий хозяйствования.

Переход отраслей АПК на рыночные отношения вызвал углубление противоречий интересов предприятий продуктовых цепочек. Особенности и способы согласования экономических интересов субъектов хозяйствования в агропромышленном комплексе и достижение их социально-экономической состоятельности связаны прежде всего с:

- особенностями сельского хозяйства и агропромышленного комплекса;
- неразвитой производственной и социальной инфраструктурой села;
- слабой государственной поддержкой сельского хозяйства и всего агропромышленного комплекса.

Способы согласования экономических интересов хозяйствующих субъектов в агропромышленном комплексе, в первую очередь, определяются:

- формами собственности;
- организационно-правовыми формами предприятий и объединений агропромышленного комплекса;
- установлением согласованных цен и распределением получаемых доходов.

Совокупность предприятий смежных отраслей лишь тогда образует развитой агропромышленный цикл, когда отрасли сливаются в единый экономический воспроизводственный процесс.

Одним из важнейших направлений совершенствования экономических отношений в АПК является соединение аграрного производства с промышленным, которое может осуществляться в различных формах. Украина имеет значительный опыт по организации взаимодействия сельского хозяйства с промышленностью.

Сельскохозяйственные предприятия вступают в интеграционные связи, с целью снижения риска, вызванный спецификой аграрного производства, его зависимостью от погодно-климатических условий, стихийностью рынка сельскохозяйственной продукции. Перерабатывающие и другие предприятия АПК стремятся обеспечить себе стабильные доходы, благодаря наличию надежной сырьевой базы, либо рынков сбыта своей продукции.

Наряду с интеграцией непосредственно в самом сельском хозяйстве, развиваются вертикальные связи аграрных отраслей с промышленностью. Эти процессы взаимообусловлены и дополняют друг друга. Создание крупного специализированного сельскохозяйственного предприятия объективно приводит к необходимости установления более тесных производственных связей с промышленными предприятиями.

Сельскохозяйственные предприятия вступают в интеграционные связи, с целью снижения риска, вызванный спецификой аграрного производства, его зависимостью от погодно-климатических условий, стихийностью рынка сельскохозяйственной продукции. Перерабатывающие и другие предприятия АПК стремятся обеспечить себе стабильные доходы, благодаря наличию надежной сырьевой базы, либо рынков сбыта своей продукции.

Эти предпосылки, а также произошедшие в стране за последние годы политические, экономические и институциональные изменения объективно создали условия и вызвали необходимость возрождения, становления и развития интегрированных объединений различного типа. Переход предприятий на рыночные отношения должен сопровождаться активизацией глубоких интеграционных процессов в агропромышленном производстве, основанных на согласовании экономических интересов, заинтересованности всех партнеров в достижении высоких конечных результатов, созданием комбинатов, агрофирм, кооперативных объединений, интегрированных производственных систем, охватывающих весь цикл от производства сырья через переработку к потребителю.

Создание агропромышленных формирований позволяет:

- устранить деформации и восстановить кооперативные отношения в деятельности аграрных, агропромышленных, транспортных, обслуживающих, перерабатывающих и реализующих готовую продукцию предприятий и организаций;
- обеспечить большую согласованность различных сторон производства — техники, технологии, организации труда и стимулирования, механизма хозяйствования и экономического управления;
- ликвидировать систему административно-бюрократических отношений;
- восстановить положение производственных звеньев как субъектов хозяйствования, вступающих в отношения непосредственно между собой и осуществляющих эти отношения на базе учета своих интересов и возможностей [1].

На экономическую эффективность и устойчивость виноградарства положительно влияют:

- благоприятные агроклиматические условия;
- обеспеченность производственными ресурсами;
- внедрение высокопроизводительных сортов;
- сортиментная структура, рациональное размещение, специализация и концентрация производства;
- применение интенсивных технологий и инноваций;
- система хранения и упаковки;
- емкость потребительского рынка и потребность перерабатывающих предприятий в сырье [2].

В силу специфики виноградарства, как производитель сырья, так и потребитель находятся в тесной взаимозависимости друг от друга. Следовательно, существует объективная необходимость в организационно-экономическом сближении сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. Поэтому предприятия торговли и перерабатывающих отраслей, заинтересованные в развитии сырьевой

базы, вынуждены заботиться об устойчивом экономическом положении поставщиков сырья. Это даёт возможность преодолеть зависимость от других поставщиков сельскохозяйственной продукции.

Для обеспечения устойчивого и эффективного развития виноградарско-винодельческого подкомплекса необходимо формировать новый организационно-экономический механизм функционирования отрасли, способствующий созданию новых и усовершенствование существующих форм организации и управления производством. Наибольшая эффективность виноградарства и виноделия достигается при интеграции, которая объединяет средства и интересы производителей винограда и предприятия по его переработке.

Вертикальная интеграция – это способ координировать разные составляющие отраслевой цепи в условиях, при которых не выгодна двусторонняя торговля.

Интеграционные процессы по вертикали позволяют обеспечить более эффективное использование производственного, управленческого, финансового, инвестиционного, кадрового, сырьевого, научно-технического потенциалов, способствуют сокращению транзакционных издержек. Поэтому особое значение имеет развитие агропромышленной интеграции, которая является важным условием снижения издержек производства и обращения. Интеграция способствует повышению доходности всех участников процесса производства, переработки и реализации сельскохозяйственной продукции, а также притоку долгосрочных инвестиций в аграрную сферу и восстановлению производственного потенциала АПК. К положительным моментам следует отнести сокращение количества убыточных предприятий, более надежное сезонное кредитование, повышение закупочных цен на сырье, активизацию лизинга сельскохозяйственной техники, повышение эффективности управления в сельском хозяйстве [3].

Агропромышленное интегрирование позволяет значительно ослабить негативное влияние сезонности, которое особенно чувствительно при производстве скоропортящейся продукции. Оно создает большие возможности для организации равномерной загрузки перерабатывающих предприятий сырьем, маневрирования финансовыми и трудовыми ресурсами. В агропромышленных объединениях полнее и равномернее используются средства производства, обеспечивается более устойчивое финансовое состояние участников [4].

Среди многих проблем виноградарства и виноделия, которые требуют первоочередного решения наряду с созданием эффективной системы финансирования производства, рациональных экономических отношений между сельскохозяйственными формированиями, перерабатывающими предприятиями, сферой торговли, важное место занимает стабилизация и развитие сырьевой базы виноделия.

К проблемам виноградарства и виноделия, которые требуют первоочередного решения, относятся:

- создание эффективной системы финансирования производства;

- построение рациональных экономических отношений между сельскохозяйственными формированиями, перерабатывающими

- предприятиями, сферой торговли;

- стабилизация и развитие сырьевой базы виноделия.

Наличие у перерабатывающих предприятий собственных виноградников даёт возможность:

- получения независимой сырьевой базы;

- достижения конкурентных преимуществ;

- получения контроля над рынком виноматериалов и всеми этапами производства, начиная от выращивания винограда и заканчивая реализацией;

- получения дополнительных доходов от разницы в стоимости сырья.

Крупные винодельческие компании обладают способностью более четко отслеживать потребности потребителей, могут управлять сортовой структурой виноградников в промышленных масштабах, регулировать движение финансовых потоков. Наиболее эффективная стратегия развития виноградарства может быть сформирована именно лидирующими предприятиями перерабатывающей отрасли.

Отличительными признаками агропромышленных интегрированных структур являются:

- сочетание в едином предприятии производства и переработки сельскохозяйственной продукции при соблюдении оптимальных пропорций в их развитии;

- более высокий уровень организации сельскохозяйственного и промышленного производства, обеспечивающий рациональное и полное использование всех ресурсов, сокращение сезонности, повышение производительности труда и снижение себестоимости конечной продукции;

- углубленная и эффективная специализация сельскохозяйственного производства, а также эффект масштаба крупных, технически совершенных предприятий по производству и переработке сельскохозяйственной продукции.

В общем виде формирование в агропромышленном комплексе интегрированных структур обусловлено рядом их преимуществ, среди которых:

- централизация маркетинговой деятельности;

- повышение отдачи имеющегося производственно-финансового потенциала за счет координации действий производственных подразделений;
- упрочение экономического базиса всех участников интегрированного формирования за счет сближения экономических интересов в едином производственном, технологическом и экономическом цикле: производства, заготовок, хранения, переработки и реализации сельскохозяйственной продукции;
- паритет экономических отношений партнеров через выравнивание уровней доходности, регулирование уровня отпускной цены на конечную продукцию;
- централизация финансовых средств и соответственно возможность инвестирования их в наиболее нуждающиеся производства и сферу реализации продукции [4].

В результате агропромышленной интеграции происходят следующие изменения:

- появление возможности модернизации и развития производства, стабилизации сырьевой базы, гарантии однородности, качества и объема поставок сырья, рационализации структуры и объемов производства растут объемы продаж стабилизация поставок продукции на реализацию, увеличение доля рынка;
- снижение затрат на материально-техническое обеспечение, транзакционных затрат и затрат на управление → снижение себестоимости продукции;
- сокращение дебиторской и кредиторской задолженностей, дефицита оборотного капитала, доступ к кредитным ресурсам на льготных условиях, возможность оптимизации налогообложения, объединение денежных средств (свободный перелив капитала внутри образования), мобилизация финансовых ресурсов, размещение временно свободных средств повышение финансовой устойчивости предприятия;
- рост и стабильность заработной платы, увеличение рабочих мест, возможность развития социальной инфраструктуры → повышение социальной эффективности;
- возможность влиять на стратегию предприятий-поставщиков, устранение диспаритета цен между продукцией различных сфер АПК, использование избыточных ресурсов оптимизация материально-технического снабжения;
- диверсификация, повышение эффективности управления, снижение рисков, улучшение репутации, оптимизация структуры капитала, рост прибыли увеличение цены бизнеса.

На основе результатов проведенного исследования можно сделать вывод, что развитие интеграции предприятий виноградарства и виноделия будет способствовать решению многих социально-экономических проблем в отрасли.

Для обеспечения устойчивого и эффективного развития виноградарско-винодельческого подкомплекса необходимо формировать новый организационно-экономический механизм функционирования отрасли. Это приведет к созданию новых и усовершенствованию существующих форм организации и управления производством.

В связи с этим, основными направлениями развития экономических отношений в виноградарско-винодельческом подкомплексе АПК Украины должны стать:

- преодоление существующей разобщенности предприятий в вопросах производства, переработки и сбыта продукции;
- объединение экономических интересов и формирование продуктовых специализированных технологических цепей, интегрирующих производство сельскохозяйственного сырья, его переработку, получение качественного готового вина, фирменную торговлю и сбыт;
- формирование специализированных сырьевых зон по производству винограда для его переработки и реализации;
- совершенствование экономического механизма хозяйствования в подкомплексе.

В дальнейшем исследовании необходимо рассмотреть особенности интеграционных процессов в рыночной экономике.

Литература

1. Аграрные отношения: выход из тупика. – М.: Наука, 1991. – С. 163.
2. Шальнева В. В. Організація і підвищення ефективності розвитку виноградарства в регіоні: Автореферат дис... канд. економ. наук: 08.07.02 / Херсонський державний аграрний університет. – Д., 2006.
3. Дорошенко Ю.А., Земель Е.И., Серикова М.В. Агропромышленная интеграция - основной путь к удвоению ВВП в сельском хозяйстве". – <http://www.ural-chel.ru/>
4. Социально-экономическая состоятельность и взаимовыгодность участия агрофирм в интеграционных объединениях (теория и методология исследования): Автореферат дис... доктора

економ. наук: 08.00.01 / Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. – О., 2007. – 41 с.

УДК 005.966:664

РОЗВИТОК КАДРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Римаренко В.О., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Розглянуто різні підходи щодо розвитку кадрового потенціалу підприємств харчової промисловості. Висвітлено та запропоновано заходи, які сприяють розвитку кадрового потенціалу.

Different points of view about staff potential of food industry are involved. Suggested different methods and ways, which presume of staff potential development.

Ключові слова: кадровий потенціал, значення кадрового потенціалу, розвиток кадрового потенціалу.

Розвиток кадрового потенціалу традиційно заснований на навчальних процесах, які управляються й фінансуються тим підприємством, для якого ці навчальні процеси призначені. Мета навчання – розвиток інтелектуального потенціалу співробітників. Високий рівень збереження конкурентоспроможності підприємства неможливий без нових технологій, які вимагають нових знань. При цьому, власне, процес одержання освіти й підвищення кваліфікації не менш важливий, ніж його формальний результат або досягнутий рівень освіти. Причинами пріоритетних інвестицій у розвиток персоналу є: необхідність підвищення професійного рівня і його відповідність стратегічним цілям підприємства, забезпечення виживання підприємства.

Заходи, які сприяють розвитку кадрового потенціалу, як правило, забезпечують підвищення продуктивності праці. Отже, їх фінансування відповідає принципу економічної ефективності витрат.

Стратегічна мета розвитку кадрового потенціалу обумовлена вибором стратегії підприємства й принципів, які лежать в основі кадрової політики та в менеджменті персоналі в цілому. Для стратегії розвитку кадрового потенціалу важлива її відповідність загальній стратегії підприємства, що розроблена керівництвом. Сучасні підприємства все частіше пов'язують розвиток персоналу з індивідуальним розвитком управління й переходом на демократичні стилі управління.

Проблема розроблення системи управління кадровим потенціалом підприємств харчової промисловості актуальна на сьогодні з різних причин.

По-перше, більшість підприємств харчової промисловості зараз відчувають серйозний дефіцит кваліфікованих працівників, що змушує відділи по роботі з персоналом вести постійний пошук і додаткову підготовку кадрів (планувати різні заходи для підтримки необхідного рівня кадрової незалежності).

По-друге, у зв'язку з появою нових і переозброєнням існуючих підприємств виникає необхідність відновлення висококваліфікованого кадрового складу. Однак реалізація даної потреби ускладнена відсутністю кадрового резерву й низьким рівнем підготовки нових кадрів по робочим спеціальностям. Крім того, останнім часом спостерігається гострий дефіцит кваліфікованих працівників на основні виробничі спеціальності практично в усіх галузях промисловості. Ця ситуація обумовлює необхідність створення оновленої системи управління персоналом.

По-третє, в харчовій галузі не велася робота щодо розвитку трудового потенціалу на рівні суб'єктів мезорівня національної економіки, тобто, постає проблема заповнення кадрового потенціалу на мікрорівні. У зв'язку з відокремленням діяльності й відсутністю міжгалузевого й національного планування трудових ресурсів такий підхід є необґрунтованим.

Хочеться відмітити, що у галузевих ВУЗах харчової промисловості та у спеціалізованих середніх навчальних закладах зараз, як правило, здійснюється підготовка тільки управлінських кадрів. При цьому підготовці кадрів робочих спеціальностей, як і раніше, належна увага не приділяється. Ці фактори ускладнюють пошук кваліфікованих фахівців на вакантні посади й підсилюють проблему підготовки кадрового резерву. Вищезгадане призводить до зниження кадрового потенціалу. Крім того, слід зауважити, що на більшості підприємствах зовсім відсутні система розроблення й реалізації програми управління кадровим потенціалом.

Також варто зазначити, що сам по собі накопичений кадровий потенціал не є остаточним вирішенням всіх проблем, які виникають в процесі господарювання. Для підприємств може бути небезпечною й ситуація, при якій кадровий потенціал надмірно зріс, тобто на його зростання були витрачені кошти, що перевищують рівень економічної доцільності. У зв'язку з цим проблема управління підвищенням кваліфікації кадрового потенціалу є двоякою.

Взагалі, якщо підприємство розробляє програму розвитку, що необхідна для підтримки конкурентоспроможності, то при проведенні ресурсного аналізу досягнення мети, керівництву необхідно знати, наскільки кадровий ресурс підприємства достатній для реалізації цієї програми. При його недостатності на підприємстві може бути прийнята програма навчання, перепідготовки й ротатії кадрів.

Отже, можна зробити висновок, що основною конкурентною перевагою будь-якого підприємства, що прагне зміцнити свої позиції на глобальних ринках, є професійне ядро кадрового потенціалу. За оцінкою аналітиків дане припущення знайде силу для успішного господарювання в ХХІ столітті, оскільки пристосуватися до непередбачених й нерідко хаотичних змін у ринковому середовищі може тільки високомобільний, орієнтований на постійний розвиток персонал.

Формування кадрового потенціалу заслуговує на особливу увагу. Допоміжний характер діяльності відділів кадрів не відповідає ситуації, що склалася. В умовах жорсткої конкуренції кадрові служби покликані бути активними помічниками керівників вищої ланки управління, ініціаторами розробки засобів збільшення ділової активності підрозділів, виявлення резервів ефективності їх господарської діяльності шляхом використання техніки групової роботи, соціологічних досліджень і впровадження їх результатів.

У сучасних умовах швидкого старіння професійних навичок здатність підприємств підвищувати кваліфікацію своїх співробітників є одним з найважливіших факторів успіху.

В останні роки управління професійним розвитком перетворилося в ключовий елемент управління сучасною організацією. Формами професійного розвитку є: планування й розвиток кар'єри, підготовка резерву керівників, професійне навчання.

Разом з тим, у характерно нестабільні для харчової промисловості періоди гостро постає проблема розвитку персоналу, але, власне, в умовах кризи розроблення концепції управління створює передумови для економічного зростання.

Якщо потенціал – це можливості, які можуть бути використані для вирішення завдань або досягнення мети, а кадровий потенціал підприємства – це можливості персоналу, які можуть застосовуватися для досягнення мети підприємства, тоді доречно визначити яким саме потенціалом можуть володіти підприємство.

Досягнення організацією поставленої мети можливе лише за умови ефективної оцінки трудової діяльності персоналу, виконання кожним співробітником своїх посадових обов'язків. У сучасних організаціях ділова оцінка працівників, зазвичай, зводиться до двох основних форм: оцінка результативності праці (за метою) і оцінка трудової поведінки (оцінка компетентності).

Скажімо, підприємство має стратегію розвитку. Як відомо, зі стратегії випливають цінності підприємства і, логічно, що із цінностей – компетенції. Тобто, ми маємо набір ключових компетенцій, якими повинен володіти кожен працівник. Для виявлення вище згаданих складових необхідно провести оцінку персоналу.

Найпоширенішою формою оцінки персоналу є атестація (оцінка) як спеціальний управлінський захід, які періодично проводяться в організації у повній відповідності з українським трудовим законодавством. Зараз існує безліч методів оцінки: оціночні листи (анкетні методи), порівняльні методи, інтерв'ю за компетенціями, тестування, атестаційна комісія, система "360 градусів", методика по КРІ (система збалансованих показників), асесмент-Центри.

Для того, щоб запропонувати методи оцінки персоналу, визначимо, для чого нам необхідно її проводити: для досягнення мети, визначення кадрового потенціалу підприємства та побудови системи формування кадрового резерву.

Далі визначимо мету проведення оцінки персоналу:

- оцінка досягнень цілей минулого періоду;
- постановка мети працівникові на наступний період;
- виявлення потреби в навчанні;
- створення індивідуального плану розвитку співробітника;
- формування кадрового резерву компанії.

Тому, найбільш раціонально розробити єдиний набір ключових компетенцій співробітників (знання й навички, описані в поведінкових характеристиках), притаманний конкретному харчовому підприємству та необхідних для якісного виконання роботи (а якщо дивитися ширше – для досягнення організацією її стратегічної мети). У компетенціях, згаданих вище, узагальнюються висновки

підприємства про те, які співробітники йому важливі, поява яких якостей у них буде заохочуватися й стимулюватися до подальшого розвитку.

Окреслимо стандартний алгоритм створення моделі компетенції для підприємства: постановка мети, створення групи для збирання й аналізу інформації (незалежні, внутрішні або змішані групи), вибір техніки збирання й аналізу інформації, збір і аналіз інформації, створення безпосередніх моделей компетенцій, перевірка моделей на робочий результат, корекція моделей, впровадження компетенцій в роботу.

Результати. Відбір зовнішніх кандидатів полягає в тому, щоб відсіяти потенційно «шкідливих» кандидатів і відібрати максимально корисних. При відборі внутрішніх кандидатів на вакансію важливо максимально чітко спрогнозувати потенційну успішність співробітника, оскільки за ефективністю працівника на займаній посаді ще не можна спрогнозувати його успішність в іншій ролі. При оцінці кадрового резерву необхідно порівняти велику кількість співробітників між собою (оцінка по KPI).

Для виявлення потреби в навчанні важливо оцінити, які додаткові навички, знання необхідні людині для виконання поставлених перед нею завдань. Це можна зробити під час обговорення результатів, створення індивідуальних планів розвитку особистих якостей і навичок співробітника для успішного виконання майбутніх професійних завдань.

Впровадження на підприємствах харчової промисловості ціннісного управління особливо доречне, так як ціннісне управління – це реалізація на підприємстві регулярного менеджменту на основі загальних, погоджених із співробітниками ціннісних пріоритетів.

Регламенти підприємства, стандарти його діяльності постійно переглядаються й адаптуються до умов, що постійно змінюються у навколишньому середовищі. Для перегляду цінностей підрозділів вистачить перегляду мети і завдань певного підрозділу. Для перегляду ціннісних пріоритетів підприємства потрібні більш вагомі причини. І взагалі корпоративні цінності не слід переглядати частіше, ніж раз на два роки, якщо, звичайно, мета господарювання не зазнала кардинальних змін. При цьому цінності повинні бути сформульовані загальними фразами, щоб тактичні зміни в галузі не призводили до реструктуризації підприємства в цілому.

Література

1. Амстронг М. Практика управления человеческими ресурсами. 8-е изд. / Пер. С англ. Под ред. С.К. Мордовина. – СПб.: Питер, 2008. – 832с.: ил. – (Серия «Классика МВА»).
2. Кондратьев В.В. HR-инжиниринг. Как построить современную модель организации деятельности персонала / В.В. Кондратьев, Ю.А. Луев. – М.: Эксмо, 2007. – 512 с. – (Навигатор для профессионала).
3. Управление персоналом: учеб.пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Менеджмент организаций» и «Управление персоналом» / под. ред. проф. П.Э. Шлендера. – М.: ЮНИТИ-ДИНА, 2005. – 330 с.
4. Хміль Ф.І. Управління персоналом: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: Академвидав, 2006. – 488с. (Альма – матер).

УДК 378:339.924:351

СУТНІСТЬ КОНЦЕПЦІЇ ІННОВАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ З ПОЗИЦІЇ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ

**Федулова І.В., канд. екон. наук, доцент
Національний університет харчових технологій, Київ**

Сутність системи управління знаннями, їх значення і основні функції для забезпечення інноваційного розвитку на підприємстві.

Essence of the control system by knowledges, their values and basic functions for providing of innovative development on an enterprise.

Ключові слова: управління знаннями, функції системи управління знаннями.

Вступ. В сучасній зарубіжній економічній літературі велика увага приділяється управлінню знаннями і інтелектуальним капіталом. Дана сфера досліджень в теперішній час є однією з найбільш перспективних і популярних з точки зору організації і управління використання знань з метою

підвищення ефективності і конкурентоспроможності організації. Розвиток економіки і її ефективність говорять про те, що зараз на зміну індустріальному і постіндустріальному укладам приходить період науки і знань. Нова економічна система, яка прийшла після розширеною індустріалізацією, характеризується корінними змінами прийнятих в економіці устоїв. Умови, які при цьому формуються, дуже тісно впливають на характер і зміст основних конкурентних переваг, що дозволяють виживати і розвиватись у зовнішньому середовищі. Це проявляється, насамперед, в посиленні ролі нематеріальних активів і розширеному інвестуванні в інтелектуальний капітал.

Постановка проблеми. В теперішній час на заміну індустріальному і післяіндустріальному економічним укладам приходить період науки, знань і інформації. В літературі цей тип економіки називають інноваційним або високих технологій. Нова економічна система, що прийшла за індустріалізацією, характеризується корінними змінами в економіці. Нові умови істотно змінюють зміст основних конкурентних переваг, які дозволяють виживати в зовнішньому середовищі. Це проявляється насамперед в посиленні ролі інтелектуальних активів і розширенні інвестування в інтелектуальний капітал і в систему управління знаннями. Тому виникає потреба дослідити сутність системи управління знаннями, їх значення і основні функції для забезпечення інноваційного розвитку на підприємстві.

Цілі статті. Визначити сутність системи управління знаннями на підприємстві, її функції і роль для забезпечення інноваційного розвитку підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Світовий і передовий вітчизняний досвід показує, що в сучасній конкурентній боротьбі змагання йде не стільки за володіння матеріальними ресурсами, скільки за властивість до розробки і впровадження інновацій. Неперервне освоєння нових технологій зараз виступає одним з пріоритетних напрямлень розвитку господарських суб'єктів розвинутих країн. В сучасних умовах корпоративними інтересами виступають: самостійне здійснення науково-дослідних і досвідно-конструкторських робіт, створення власної науково-технічної і експериментальної бази, постійний моніторинг фундаментальних і прикладних досліджень, генерування і ефективне використання наукових знань, повна інтеграція науки і виробництва.

Сьогодні фірми, на відміну від періоду індустріалізації, відслідковують появу нових наукових знань ще на етапі проведення фундаментальних досліджень і прагнуть першими отримати результати в своє розпорядження. Доля інтелектуального капіталу в сумарному показнику капіталізації середнього сучасного високотехнологічного підприємства досягла 85 % [1]. При цьому самими цінними знаннями є ті, що можуть мати форму інтелектуальної власності, яка має захист, у вигляді досліджень, промислових зразків, корисних моделей, товарних знаків, комп'ютерних програм, баз даних тощо. В теперішній час темпи зростання світового ринку ліцензій, за оцінками спеціалістів, більше ніж в 3,5 разів перевищують темпи зростання традиційних ринків товарів та послуг [1]. Нова методологічна і наукова орієнтація інноваційного менеджменту заснована на якісній своєрідності теоретичного рівня знань і його ролі в багатстві суспільства. При інноваційній направленості економічного зростання моделі процесу створення нового наукового знання і процедури виникнення нових інтелектуальних активів займають значне місце.

Практично всі види продукції включають уречевлені знання – від складного виробничого обладнання до збутової техніки. Процес отримання і передачі знання прискорюється завдяки появі нових інформаційно-телекомунікаційних технологій. В основі інноваційної діяльності полягають нові знання. Тому постає проблема співвідношення в теоретичних дослідженнях і управлінській діяльності понять знання і управління знаннями.

Будь-яка інноваційна діяльність виступає як результат комплексного прояву таких ознак, як знання, уміння, навички і досвід. Знання – вірне відображення дійсності в мисленні людини; перевірений суспільною практикою результат процесу пізнання. Уміння – результат оволодіння новою дією (або новим способом дій), який заснований на будь-якому правилі (знанні), і використання його відповідним чином в процесі рішення визначених задач. Навик – придбання в результаті навчання і повторення уміння вирішувати трудову, навчальну або ігрову задачу за допомогою засобів праці або інших засобів діяльності із заданою точністю. Досвід – придбане в результаті практики уміння вирішувати комплекс типових і нестандартних задач у визначеному виді діяльності.

Між цими поняттями існує циклічний взаємозв'язок. Так, знання призводить до роздумів. На їх основі розробляються концепції, які в ході досвіду удосконалюють уміння та навички. Це призводить до нових узагальнень, стверджень і до нового знання.

В.Л. Іноземцев, відзначає, що інформація та знання мають принципово іншу природу в порівнянні з ранніми символами господарської влади: вони більш демократичні, ніж земля й капітал. Якщо земля і капітал кінцеві, то знання можуть генеруватися і накопичуватися безмежно; якщо земля і капітал мають обмежену кількість користувачів, то знання доступні одночасно будь-якій їхній кількості. Й нарешті, якщо земля і капітал належать лише сильним і багатим, то революційною характеристикою знання є його доступність слабким та бідним. В умовах швидкого науково-технічного розвитку йде процес

«розмивання» власності, що виражається у втраті монополій на знання і поширення інтелектуальних технологій, які припускають високий рівень утворення і кваліфікації робітників [3]. Своєчасність та якість виникнення інтелектуального продукту визначають економічний ефект матеріального продукту, запровадженого у прикладній сфері.

Поняття знання і інформації часто використовуються як синоніми, але потрібно їх розрізняти. Знання в більшій ступені пов'язано з людиною, його свідомою діяльністю щодо отримання і обробки інформації про навколишній світ. Відомі японські дослідники І. Нонака і Х. Такеучи, охарактеризували різницю між цими поняттями, на їх думку інформація – це потік повідомлень, і хоча знання створюється із цього потоку, воно знаходиться в залежності від думок і переконань його власника. Розуміння цього положення призводить до розуміння того, що знання у більшій ступені пов'язане із людською діяльністю [4]. Із розвитком виробництва відбувається зливання всіх виробничих елементів в одному індивідумі: робочої сили, предметів праці і засобів праці, які, в свою чергу, є сумою матеріальної і інтелектуальної складової. Людина до повного зникання витрат праці залишається робочою силою. Але в ній утворюються засоби виробництва у вигляді накопичених в мозку інтелектуальних матеріалів, які можуть використовуватись як засоби праці і як предмети праці. При чому це утворюється не само по собі, а в результаті праці самого власника інтелектуальних засобів праці і праці інших людей, а також витрат матеріальних інтелектуальних засобів праці. Якщо не враховувати інтелектуальну частину виробничих елементів, то це призведе до парадоксальних оцінок економічних результатів виробництва. Організації, які виробляють інтелектуальні продукти, отримують доходи на порядок вищі ніж вся вартість їх матеріальних засобів праці. Це робить неможливим визначення в сучасному виробництві вартості товарів на основі ринкових відносин і законів ринку і ставить під сумнів правомірність таких неймовірних доходів при виробництві і реалізації інтелектуальних продуктів.

Безмежжя, невичерпаність, доступність знань або інформації не означають можливість володіння ними в рівній ступені для всіх. Тому ресурсами виступають не самі знання або інформація, а специфічні властивості людини в напрямку накопичення, трансформації і генерації нових знань і ідей, які можливо назвати інтелектуальною властивістю. Інтелектуальна властивість – це засноване на знанні і досвіді уміння збирати, накопичувати і переробляти все зростаючі потоки інформації, і саме вона, на наш погляд, виступає нематеріальним ресурсом, який створює інтелектуальний продукт.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відмінність системи управління знаннями від інформаційного менеджменту полягає в тому, що останній орієнтується на використанні організацією інформаційних технологій, підвищення ефективності зберігання і передачі інформації, а управління знаннями направлено на створення додаткової цінності інформації шляхом її фільтрації, синтезу і представлення в оптимальній для використання формі.

Модель управління знаннями повинна відображувати взаємозв'язки між різними видами знань. На вартість створення знання не впливає кількість осіб, які будуть їм користуватись. Знання і їх оболонка це різні поняття, крім того засоби їх відтворення часто знаходяться під контролем споживача а не виробника. Знання існують поза простором. Як квантові частинки вони можуть знаходитись в кільках місцях одночасно. У світі інтелектуальних активів знання не стає менше скільки його не використовуй. В інформаційній економіці є один недолік, який стосується покупця і продавця: покупець не може вирішити чи варто сплачувати за інформацію доки не отримає її, але як тільки він її отримає, йому нема сенсу більше її купувати. Деякі форми знань дуже чутливі до фактору часу, що визвало до життя цілі галузі, що засновані на бажанні передбачити майбутні форми знань: служба погоди, опитування суспільних думок, фондова біржа. Різниця між знаннями і іншими ресурсами полягає в великій кількості знань. Категорія вартості в економічній теорії виводиться із поняття рідкості. Але знань з кожним днем стає все більше і виростає їх вартість саме тому, що вони мають в достатку, а не тому, що їх не вистачає.

Незважаючи на відсутність надійного способу зберігання знань, що нагромаджені в світі, різні показники вказують на те, що їх обсяг продовжує зростати. Так зростає кількість замовлень на отримання патентів. Хоча наукові знання часто витісняються свіжими, вони рідко зникають зовсім. Інформації завжди дуже багато і кожен вид економічної діяльності створює її більше, ніж в змозі спожити. Між затратами на знання на вході і обсягом знань на виході відсутня значима економічна відповідність. Оскільки вартість знання не обов'язково співвідноситься із затратами на його придбання, вимірюванням успіху може бути кількість зусиль, що прикладене до його досягнення.

Як показують дослідження, у фінансово-економічних службах окремих організаційних структурах підприємства не виконується 1/3 необхідних в ринкових умовах задач (в зв'язку з відсутністю знань), 1/3 задача виконується задовільно через низьку кваліфікацію співробітників і відсутності у них цікавості і 1/3 задач виконується на довільному рівні [5].

А.Н. Криштафочич виділяє історичні причини і теоретичні передумови виникнення управління знаннями. [6] Серед історичних причин він виділяє глобалізацію, загострення конкуренції, спонукання корпорацій до пошуку нових конкурентних переваг, швидкий розвиток і впровадження інформаційних технологій, підвищення загального технічного рівня виробництва. До теоретичних передумов виникнення управління знаннями він відносить наступні. В сфері економіки – це феномен навчання робочих в процесі діяльності. В соціології – це ідеї управління знаннями на двох рівнях – макро- і мікро. На макрорівні – це розробка ідеї постіндустріального, інформаційного або заснованого на знаннях суспільства. На мікрорівні – це дослідження поведінки людини в групах і співтовариствах, тобто соціальний аспект поведінки людини. В філософії – дослідження різниці між прихованими і явними знаннями, між «знати, як» і «знати, що». В психології – це питання про те, як люди навчаються, забувають, ігнорують, діють або відмовляються від дій і інше.

Таким чином, дослідження процесу виникнення даної сфери управління показує еволюційний шлях її розвитку – від систем передачі технологій до систем обміну технологіями, а від них – до обміну знаннями і далі – до інноваційних систем знань, які поєднують в собі не тільки технологічні, але й управлінські, економічні, психологічні аспекти. [7(с.53)]

Особливості даного виду управлінської діяльності обумовлені складністю і багатоаспектністю знання, як об'єкту і ресурсу управління. Знання за своєю суттю є інформаційний ресурс. Відмінні риси знання, як інформаційного ресурсу визначають специфіку управління ним [7 (с.54)]:

1. Знання виступають ресурсом і об'єктом управління практично у всіх підрозділах і в рамках всіх функцій, оскільки не існує таких видів діяльності в організації, для яких знання не виступали б джерелом розвитку і удосконалення.

2. Управління знаннями безпосередньо пов'язано з використанням сучасних інформаційних технологій, мережі Інтернет, інших розгалужених і універсальних мереж, які дозволяють накопичувати і розповсюджувати необхідні знання.

3. Функція управління знаннями відіграє інтеграційну і координаційну роль в процесі організаційного навчання.

4. Важливою умовою ефективного управління знаннями потрібно вважати демократичне управління в організації.

Таким чином, система управління знаннями повинна розгортатись у відповідності з бізнес-моделями і загальною корпоративною стратегією. В [8] управління знаннями розглядається як сукупність управлінських впливів на способи, методи, форми організації соціальних відносин у сфері виробництва, розповсюдження і використання знань, що націлена на підвищення ефективності цих процесів і здійснюється в конкретних організаційно-економічних рамках (організації, установи, підрозділу, міжорганізаційної форми кооперації...). На нашу думку, управління знаннями – це сукупність управлінських впливів на способи, методи, форми відображення дійсності в мисленні людини за допомогою перевіреного суспільною практикою результату процесу пізнання для забезпечення практичного використання і розповсюдження згідно із визначеними цілями.

Об'єктом управління менеджменту знань виступають: знання, уміння, навички і досвід в системі соціальних відносин.

Досвід розвитку багатьох країн в кінці ХХ сторіччя показав, що гарантією стабільного положення промислової організації є конкурентні переваги, які досягаються за допомогою інноваційної діяльності. Конкурентна перевага базується на визначених стійких, базових властивостях, або ключових компетенціях. Базові або відмінні властивості – це комбінації ресурсів і внутрішнього потенціалу, які є унікальними у конкретній структурі і породжують її конкурентну перевагу, створюючи унікальну вартість, яка оцінюється клієнтом. Знання нерозривно пов'язано із базовими властивостями. [9]

Для того, щоб ключові компетенції виступили джерелом переваги і ефективності, вони повинні бути відмінними, складними для імітації, стійкими і адаптивними. Знання фірми, які отримані внаслідок специфічного досвіду, мають тенденцію до унікальності. Здібності, які засновані на знаннях, мають більш стійкий і тривалий характер, оскільки для конкурентів вони утруднені при їх визначенні, розумінні і копіюванні. Відповідно, знання можуть складати найбільш важливий ресурс організації, а властивість отримувати, інтегрувати, накопичувати, зберігати і використовувати їх виступає, як найбільш важливий спосіб створення конкурентної переваги.

Функціонування системи знань реалізується через проходження життєвого циклу знань. Синтезуючи різні точки зору на процес розвитку знання, Казакова Н.В. пропонує наступну структуру його життєвого циклу: генерація (виробництво) нового знання; трансфер і дифузія знань; інтеграція знань в існуючі системи знань; рутинізація знань; старіння і відмирання знання [8 (с.55)].

У фазі генерації відбувається створення нового знання. Форми і методи цього процесу можуть суттєво відрізнитись в залежності від виду знання, тому для успішного створення нового знання потрібні відповідні умови, які залежать від виду знань.

Фаза трансферу і дифузії знань – це передача знання від продуцентів іншим суб'єктам і поступове нарощування масштабів використання нового знання в суспільстві, національному господарстві, групі індивідумів. Основним моментом для розуміння процесу дифузії знань є класифікація каналів, через які передаються знання. Виділяють чотири основні канали, в яких знання передаються шляхом [10]: дифузії технологій в компанії; руху робочої сили; взаємодії між компаніями; взаємодії між компаніями, університетами і публічними дослідними організаціями.

Дифузія технологій в компанії це найбільш традиційний спосіб проникнення знань в інноваційну систему, який визначається розповсюдженням технологій разом із придбаним обладнанням. Як правило, розповсюдження інновації це процес, швидкість якого залежить від рівня інтелектуального потенціалу компанії. Інноваційна продуктивність компаній залежить від того, яким чином адаптуються і використовуються залучені інноваційні продукти і технології. Технологічна дифузія особливо важлива для традиційних галузей, які можуть не виступати первинними інноваторами. Придбання технологій має таке ж велике значення як і вкладення у власні розробки. Тому стимулювання витрат на дослідження у високотехнологічних секторах може призвести до зменшення ролі технологічної дифузії, яка дуже необхідна для розвитку інноваційної системи.

Рух робочої сили і знань, що переходять разом з ними (неявні знання), є ключовим потоком інноваційної системи. Особисті комунікації, формальні або неформальні, складають важливий канал передачі знань в рамках промисловості. Іноді, важливою є не передача знань як така, а обмін і навчання загальним підходам до інноваційної діяльності і створення компетенції при рішенні проблем, що може бути зроблене лише на основі особистих контактів. В дослідженнях з передачі технологій показана ключова роль персональних мережених комунікацій і навичок в успішному впровадженні нових технологій. Інвестиції в передові технології повинно співставляти із можливістю адаптації, яка визначається кваліфікацією, сумарними неявними знаннями і мобільністю робочої сили. Для оцінки мобільності оцінюють рух персоналу в промисловості і дослідних організаціях.

Взаємодія між компаніями супроводжується збільшенням їх інноваційної продуктивності. Дослідження інноваційних систем окремих країн показало, що доля продаж нових продуктів в загальному обсязі вище в тих компаніях, які мають міжкорпоративне співробітництво в галузі досліджень.

Взаємодії між компаніями, університетами і публічними дослідними організаціями виступають як важливий національний інноваційний актив. Державні дослідницькі організації є ключовими в генерації досліджень і виробництві не тільки фундаментального базису знань для промисловості, але також і нових методів, інструментів і навичок. В розвинутих країнах все більша кількість досліджень проходить за підтримки приватних компаній, які беруть участь у сумісних розробках, замовляють і фінансують спеціфічні дослідження. Публічний дослідницький сектор також виконує функцію депозитарію наукових і технічних знань у визначених галузях. Особливу важливість має властивість промисловості мати доступ до даних знань і умінь їх поглинати. Це може бути забезпечено шляхом аналізу патентно-ліцензійної інформації, публікацій, інформації про нові відкриття і досягнення, забезпечення доступу до наукових мереж тощо.

У фазі інтеграції відбувається використання знання у власних умовах конкретного користувача на основі власного досвіду за допомогою інтеграції його в свою систему знань. Крім того, на цій фазі повинна здійснюватись інтеграція нового знання в систему знань всієї організації, галузі, країни.

У фазі рутинізації нове знання перестає бути новим і стає загально признаним, стабільним елементом колективного знання. Воно широко використовується в практичній діяльності, в науці і виражає суспільно нормальний рівень пізнання даної області явищ і процесів, дозволяє пояснити відомі факти і вирішити виникаючі задачі. Але з часом з'являються нові факти і проблеми, які не можуть бути пояснені з позиції існуючого знання. Виникає «криза знання», яка призводить до виникнення нових підходів і осмисленню виникаючих фактів і проблем, що, в свою чергу, призводить до формування нового знання, яке призводить до повторення життєвого циклу.

В [5 (с.47-48)] процес управління знаннями складається з таких етапів: ціль знання; прозорість знань; нагромадження знань; розширення знань; оцінка знань; використання знань; зберігання знань; розповсюдження знань.

На першому етапі визначаються сфера і компетентність. На другому – забезпечується «прозорість знань», яка припускає ефективну взаємодію між співробітниками підприємства і можливість швидкого доступу в «інтелектуальну мережу» або банк знань. Це усуває негативну сторону наявності «незамінних і всезнаючих співробітників», звільнення яких може завдати шкоди виробництву. Прозорість знань

знижує технічні і комерційні ризики. Третій етап передбачає від співробітників підприємств тісного співробітництва з науково-дослідними організаціями і вузами з метою усунення однобокості в комплектації кадрів. Четвертий етап припускає високий рівень творчої ініціативи, наявність першокласних експертів, увагу до новітніх наукових відкриттів, винаходів, ноу-хау. П'ятий етап характеризує інтенсивний обмін інформацією між підрозділами і процесами. Негативний вплив на цьому етапі оказує наявність відокремлених власників специфічної цінної інформації, яка потрібна для всієї компанії, неефективні засідання, відволікання ефективних топ-менеджерів від роботи. Шостий етап вважається найбільш важливим, але слабким, так як у інноваційних підприємств майже не існує практики засвоєння уроків або помилок, відсутня культура документування знань (інформації), значний рівень звільнень, все призводить до швидкої втрати знань. Сьомий етап також вважається невідпрацьованим на підприємствах, так як на підприємствах нагромаджується значний обсяг непродуктивних внутрішніх звітів, які не дають клієнту додаткової вигоди. Восьмий етап фіксує наявність системи контролю за навчанням в інноваційній організації. Нажаль чітке розмежування відповідальності в даному питанні відсутнє.

З урахуванням життєвого циклу знань можна побудувати діяльність організації щодо управління знаннями. Сучасні підходи до менеджменту знань дуже широкі і процес управління ними складний. Головна проблема тут в тому, що багато важливих для організації знань існують в неявному вигляді, їх передача і ідентифікація може визвати труднощі.

Відомий британський спеціаліст в галузі управління інтелектуальним капіталом Е.Брукінг виділяє наступні види діяльності в процесі управлінні знаннями [11]: ідентифікація знань; розробка політики у відношенні розвитку знань; аудит знань; документальне оформлення бази знань; захист знань; розповсюдження знань; примноження і оновлення знань.

Доповнити цей список, на нашу думку, можна процесом інтеграції нагромаджених знань з новими або отримуваними для більш ефективного використання.

Деякими вченими пропонується така класифікація знань, які використовуються організацією: корінні; специфічні, які забезпечують успіх і інноваційні [7 (с.58)].

Корінні знання – це той мінімум, який дозволяє організації працювати на визначеному ринку або у сфері діяльності. Їх, за звичай, мають всі учасники галузі і вони забезпечують визначену перевагу перед іншими організаціями, які прагнуть увійти в галузь.

Специфічні знання визначають додаткові конкурентні переваги організації в силу додаткової обізнаності щодо виконання визначених організаційно-виробничих функцій. Тобто, ці знання створюють конкурентний потенціал. Організація може мати ті самі знання, що і її конкуренти, але специфічні знання можуть допомогти їй використовувати стратегію диференціації [12].

Інноваційні знання дають фірмі можливість виступити лідером в галузі, завдяки цим знанням вона може використовувати стратегію змін у своїй сфері діяльності і виступити за її межі.

В діяльності інноваційних підприємств управління знаннями не тільки виступає каталізатором інновацій і творчої активності, але й забезпечує засоби і інструменти, за допомогою яких інноваційні ідеї можуть бути виявлені, розповсюджені і впроваджені, що тим самим сприяє подальшій появі ще більшої кількості ідей.

В систему управління знаннями Криштафович А.Н. включає такі питання: визначення цінних знань (інтелектуальних активів) компанії; розповсюдження цінних знань серед співробітників компанії і передача цінних знань новим співробітникам; концентрація цінних знань для рішення нестандартних, в тому числі і інноваційних, задач; підвищення рівня знань компанії і генерування нових знань [6].

Дж. Стоунхаус розглядає процес управління знаннями у сфері вирішення таких питань [9]: генерація знань – індивідуальне або організаційне навчання; формалізація знань – розробка принципів, правил і процедур їх оформлення і використання; зберігання знань – визначення підходящого типу носіїв для зберігання, які сприяють розповсюдженню знань; дифузія знань – розповсюдження знань в межах організації і в обмеженому варіанті за її межами; координація і контроль знань – забезпечення того, що організаційне знання точно і постійно використовується.

Якщо проаналізувати етапи, елементи і процеси, які різні автори пов'язують з управлінням знаннями, то можна зробити висновок, що їх зміст в основному співпадає з природним процесом відтворення знання.

Процес формування інновацій на основі знань представляють у вигляді таких етапів [13(с.54)]: спостереження за даними предметної області і їх аналіз; формалізація і систематизація даних; формування методик аналізу і їх оцінки; розробка прикладних наукових основ для аналізу і синтезу процесів; узагальнення і створення теоретичних основ; створення методології дослідження процесів; практичне застосування розроблених методик; накопичення статистичних даних.

Знання використовується в процесі практичної переробки ресурсів і виступає в якості джерела вартості. Праця і капітал складали центральні змінні величини індустріального суспільства, а інформація і знання виступають головними змінними величинами постіндустріального суспільства.

Висновки. Таким чином система управлінських впливів в процесі управління знаннями на виробництві, на нашу думку, включає: накопичення статистичних і інших даних, спостереження за даними і їх аналіз; формалізація і систематизація даних – розробка принципів, правил і процедур їх оформлення і використання; формування методик аналізу і оцінки, розробка політики у відношенні розвитку знань, визначення цілі знання; розробка прикладних наукових основ для аналізу і синтезу процесів предметної області; створення методології дослідження процесів предметної області, виявлення потреби в необхідних знаннях; генерація знань – ідентифікація знань, індивідуальне або організаційне навчання, управління кваліфікацією, управління персоналом, придбання та примноження і оновлення знань; інтеграція нагромаджених знань з новими або отримуваними для більш ефективного використання; зберігання знань – визначення підходящого типу носіїв для зберігання, які сприяють розповсюдженню знань, документальне оформлення бази знань, концентрація цінних знань для рішення нестандартних, в тому числі і інноваційних, задач; використання знань; дифузія знань – розповсюдження знань в межах організації і в обмеженому варіанті за її межами, забезпечення прозорості знань, управління комунікаційними потоками; моніторинг існуючих знань, оновлення старих знань, оцінка знань – визначення цінних знань (інтелектуальних активів) компанії; координація, контроль і аудит знань – забезпечення того, що організаційне знання точно і постійно використовується, реалізація заходів проти деградації знань; захист знань – управління системою захисту знань, розробка стратегії захисту знань; формування культури знань; розроблення політики управління знаннями для даної організації з метою найбільш ефективного їх використання.

Із цього виходить, що інформація і знання приходять на заміну праці і капіталу в якості детермінант розвитку і функціонування суспільства, а інновації на основі знань в якості лімітованого фактору конкурентноздатності організації приходять на заміну капіталу, який є лімітованим фактором в умовах індустріальної економіки.

Література

1. С.В. Одинцов. Место и роль интеллектуального капитала предприятия в современном мире.//Наука и промышленность России, №10, 2002
2. Иноземцев В.Л. За пределами экономического общества. – М.: “Academia” Наука, 1998. – 640 с., с. 118
3. Нонака Икуджиро, Такеучи Хиротака. Компания – созидатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах: Пер. с англ. – М.: ЗАО “Олимп-Бизнес”, 2003. – 384 с.
4. Ильдеменов С.В., Ильдеменов А.С., Воробьев В.П. Инновационный менеджмент. – М.: ИНФПР-М, 2002.- 208с.
5. Крыштафович А.Н. Управление знаниями – перспективное направление менеджмента// Менеджмент в России и за рубежом. 2003. №1
6. Зинов В.Г. Менеджмент инноваций: кадровое обеспечение.- М.: дело, 2005.- 496с.
7. Казакова Н.В. Некоторые подходы к управлению знаниями и интеллектуальным капиталом в современной экономике / Инновации, №1, 2003, с.54-60
8. Стоунхаус Дж. Управление организационным знанием// менеджмент в России и за рубежом, 1999, №1
9. Алешин А.В. Анализ международного опыта совершенствования инновационного процесса и механизмы повышения инновационной производительности экономики// Инновации №10, 2004 с.61-69
10. Э.Брукинг Интеллектуальный капитал. СПб.: Питер, 2001 -288 с.
11. Гольдштейн Г.Я. Стратегические аспекты управления НИОКР. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000
12. Масленникова Н.П., Желтенков А.В. Менеджмент в инновационной сфере: Учеб. Пособие.- М.: ИД ФБК-ПРЕСС, 2005.- 536 с.