

ISSN 2073-8730

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



НАУКОВІ ПРАЦІ

ВИПУСК 48

ОДЕСА

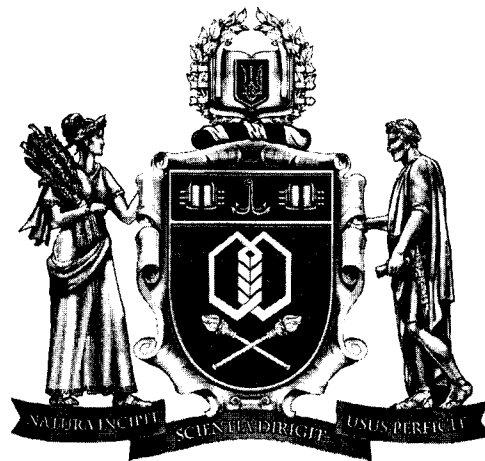
2015

ISSN 2073-8730

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВІ ПРАЦІ

ВИПУСК 48



ОДЕСА

2015



НАУКОВІ ПРАЦІ ОНАХТ

Випуск 48, 2015

Наукове видання
серія
Технічні науки

Засновник:

Одеська національна
академія харчових
технологій

Засновано в Одесі
у 1937 р.

Відновлено з 1994 р.

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

Головний редактор

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор

Заступник головного редактора

Капрельянц Л.В., д-р техн. наук, професор

Відповідальний редактор

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

Редакційна колегія:

Амбарцумянц Р.В., д-р техн. наук, проф.
Безусов А.Т., д-р техн. наук, проф.
Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, проф.
Гапонюк О.І., д-р техн. наук, проф.
Жигунов Д.О., д-р техн. наук, доцент
Іоргачева К.Г., д-р техн. наук, проф.
Коваленко О.О., д-р техн. наук, ст. наук. співр.
Крусір Г.В., д-р техн. наук, проф.
Мардар М.Р., д-р техн. наук, проф.
Мілованов В.І., д-р техн. наук, проф.
Осіпова Л.А., д-р техн. наук, доцент
Павлов О.І., д-р екон. наук, проф.
Плотніков В.М., д-р техн. наук, доцент
Савенко І.І., д-р екон. наук, проф.
Тележенко Л.М., д-р техн. наук, проф.
Ткаченко Н.А., д-р техн. наук, проф.
Ткаченко О.Б., д-р техн. наук, доцент
Хобін В.А., д-р техн. наук, проф.
Хмельнюк М.Г., к.т.н., доцент
Черно Н.К., д-р тех. наук, проф.

*За достовірність інформації
відповідає автор публікації*

ББК 36.81 + 36.82

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 № 12 від 02.06.2015 р.

Мова видання:
українська, російська, англійська

УДК 663 / 664

Одеська національна академія харчових технологій

Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій
Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2015. – Вип. 48. – 190 с.

Адреса редакції:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

© Одеська національна академія харчових
технологій, 2015 р.

РОЗРОБКА ТА АПРОБАЦІЯ БАЛОВОЇ ШКАЛИ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ЗЕРНОВИХ ХЛІБЦІВ ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Мардар М. Р., д-р техн. наук, професор, Значек Р. Р., аспірант,
Ребезов М. Б., д-р с.-г. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведена актуальність розробки нових продуктів оздоровчого призначення, а саме зернових хлібців, розроблена балова шкала органолептичних показників якості зернових хлібців та приведені результати органолептичної оцінки якості нових продуктів за допомогою профільного та балових методів.

This article contains the urgency of developing new products recreational purposes, namely grain crisps, the developed mark's scale of organoleptic quality index of grain crisps and contains the results of organoleptic quality control of new products by profile method and method of marks.

Ключові слова: балова шкала, зернові хлібці, рослинні добавки, дегустація, профілограми.

Останнім часом в усьому світі зростає потреба в продуктах швидкого приготування. Вони стали однією із традиційних форм харчування і широко використовуються населенням багатьох країн у якості готових сніданків. Щорічне зростання ринку готових сухих сніданків супроводжується ще й істотно якісною зміною самих продуктів, які ми купуємо, адже зріс інтерес покупця до здорової їжі [1]. Тому актуальним є напрямок розробки і товарознавчої оцінки нових сухих сніданків із включенням різних видів збагачувальних добавок, з метою створення продуктів підвищеної харчової цінності.

Для обґрунтування доцільності розробки нових продуктів оздоровчого призначення проведено аналіз асортименту представлених на ринку України зернових пластівців та маркетингове дослідження щодо відношення споживачів і намірів стосовно нового розробленого товару [2]. Результати аналізу структури асортименту та проведені маркетингові дослідження свідчать про перспективність розробки нових продуктів з поліпшеними споживними властивостями з метою розширення існуючого асортименту зернових хлібців і відповідно дані заходи призведуть до задоволення споживача.

В Одеській національній академії харчових технологій проводиться розробка та дослідження споживних властивостей зернових хлібців, збагачених рослинними добавками. Органолептичний аналіз нової продукції це обов'язковий етап її апробації метою якої є забезпечення якості та конкурентоспроможності [3]. Відповідно метою досліджень було проведення органолептичної оцінки нових зернових хлібців, збагачених рослинними добавками.

Згідно ДСТУ ISO 6658:2005 «Дослідження сенсорне. Методологія. Загальні настанови» сенсорний аналіз проводився за допомогою методів аналітичної оцінки описовим методом (методом профілювання) та методом використання шкал і категорій (балова оцінка) [4].

Розробка балової шкали обумовлена тим, що до складу нового продукту вводяться різні види добавок, які надають готовому продукту певного смаку, аромату, змінюють зовнішній вигляд продукту, його структуру, тобто новий продукт відрізняється від традиційних продуктів, для яких існує органолептична оцінка (ДСТУ 2903:2005 «Концентрати харчові. Сніданки сухі») і яка не дозволяє дати повну характеристику новим виробам. Розроблена нами балова система (табл. 1) дозволяє провести органолептичну оцінку нових хлібців з цільного зерна пшениці підвищеної харчової цінності із віднесенням їх до однієї з наступних категорій: «відмінна» (з загальною оцінкою 4,5...5,0 балів), «добра» (4,0...4,5 бали), «задовільна» (3,5...4,0 бали) та «незадовільна» (нижче 3,5 балів).

Для проведення товарознавчої оцінки в промислових умовах ПП «Каштан» (м. Харків) виготовлені зразки хлібців з цільного зерна пшениці: контроль — хлібці з цільного зерна пшениці; зразок 1 — хлібці з цільного зерна пшениці, збагачені шипшиною; зразок 2 — хлібці з цільного зерна пшениці, збагачені горобиною; зразок 3 — хлібці з цільного зерна пшениці, збагачені розторопшею; зразок 4 — хлібці з цільного зерна пшениці, збагачені екстрактом зеленого чаю (рис. 1).

Під час дегустації кожному дегустатору було надано зразки продуктів, дегустаційний лист та шкалу балової оцінки. Дегустатори володіли професійними знаннями і сенсорною здатністю (чутливістю нюху, смаку і пам'яттю), знали властивості оцінюваного продукту, технологію його виробництва. Дегустаторами виступали члени кафедр: маркетингу, підприємництва і торгівлі; товарознавства та експертизи товарів; технології переробки зерна та фахівці ПП «Каштан». Дегустаційна комісія оцінювала зразки зернових хлібців за такими показниками якості, як зовнішній вигляд, колір, структура, смак, запах.

Таблиця 1 — Шкала бальної оцінки органолептичних властивостей нових зернових хлібців

Показники якості	Коефіцієнт вагомості	Характеристика показника, бали				
		5	4	3	2	1
Зовнішній вигляд	0,15	Форма виробів правильна, розміри відповідні виду виробів округлі або прямокутні, шорсткувата поверхня з незначними крапленнями крихт і висівок, з незначною борошністістю	Форма виробів правильна, розміри відповідні виду виробів з незначними надломами по краях, жорсткувата поверхня, з надколами і рельєфом, незначна борошністість, наявність борозенок	Вироби злегка деформовані з незначними тріщинами і надломами по краях, незначна кількість виробів має невідповідні розміри, шорсткувата поверхня, борошніста, з надколами і рельєфом, наявність здуття, борозенок	Форма неправильна, вироби деформовані, невідповідних розмірів із значними тріщинами і надломами, велика кількість надколів, борозенок, краплення крихт і висівок, присутнє здуття майже на всій поверхні	Форма неправильна, вироби сильно деформовані, не пропорційних розмірів, має велику кількість тріщин та надломів, наявність пригорілих слідів, здуття на всій поверхні, виступи солі
Колір	0,15	Рівномірний, відповідний кольору компонентів, які застосовуються	Достатньо рівномірний, відповідний кольору компонентів, які застосовуються	Недостатньо рівномірний, колір виробів злегка не відповідає кольору компонентів, які застосовуються	Нерівномірний, різних відтінків	Не властивий даному виду виробів
Структура	0,2	Хрумкі, з розвиненою пористістю, без ознак непромісу	Хрумкі, пористі, без ознак непромісу	Погано хрумкі, погано розвинена пористість, наявність ознак непромісу	Не хрумка, дуже погано розвинена пористість, є ознаки непромісу	Не хрумка, не розвинена пористість, є ознаки непромісу
Смак	0,3	Приємний, відповідний даному виду виробів з виявленим смаком добавок, які були застосовані, яскраво виражений, без сторонніх присмаків	Приємний, відповідний даному виду виробів зі смаком добавок, які були застосовані, недостатньо виражений, без сторонніх присмаків	Слабко виражений смак добавок, які були застосовані	Не виражений смак	Не відповідний даному виду виробів, сторонній присмак продукту, не властивий компонентам та добавкам, які були застосовані
Запах	0,2	Приємний, відповідний даному виду виробів, яскраво виражений, без сторонніх запахів	Приємний, відповідний даному виду виробів, виражений, без сторонніх запахів	Слабковиражений запах добавок, які були застосовані	Не виражений запах	Не відповідний даному виду виробів, сторонній запах, не властивий компонентам та добавкам, які були застосовані

Статистичну обробку органолептичних показників проводили наступним чином, спочатку усереднили оцінки дегустаторів за одиничними показниками. Для цього у зведену таблицю заносили оцінки усіх показників (у балах) за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1)$$

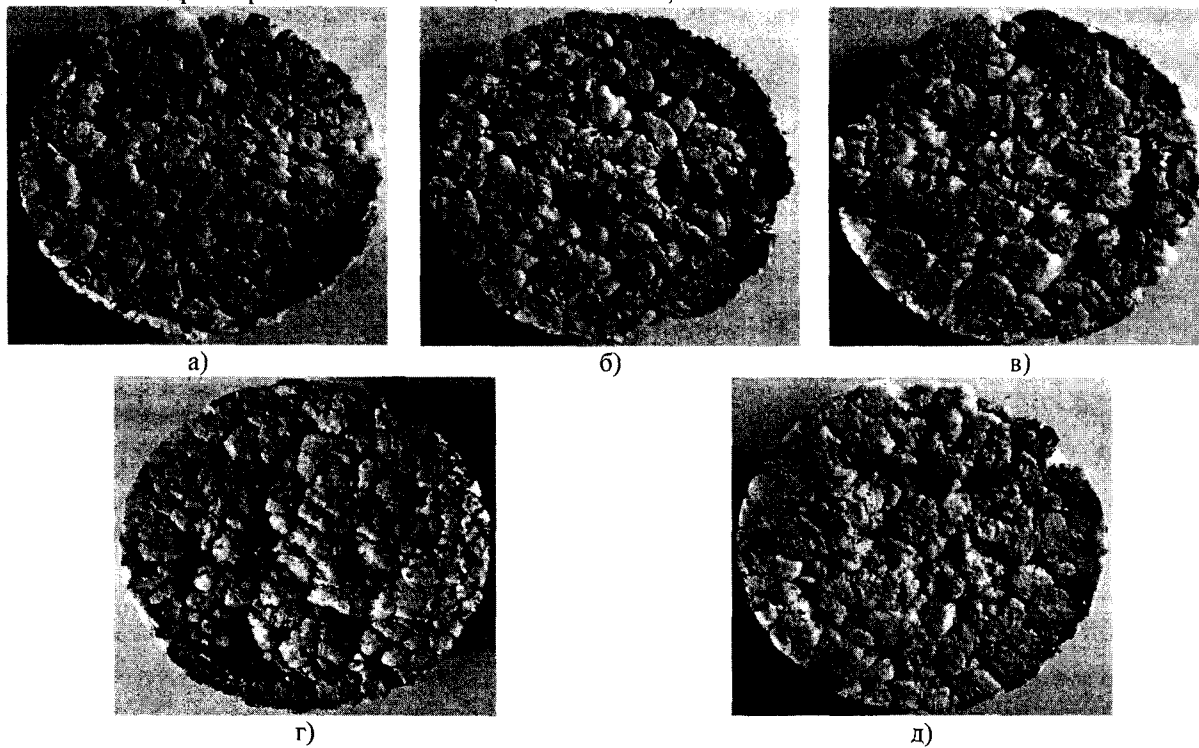
де $\sum_{i=1}^n x_i$ — сума оцінок дегустаторів за конкретним показником (зовнішньому вигляду, смаку та ін.) одного зразка продуктів, бали;
 n — кількість дегустаторів.

Для характеристики розкиду сукупності оцінок дегустаторів визначали стандартне відхилення для кожного одиничного показника за формулою:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2}, \quad (2)$$

де $\sum_{i=1}^n x_i^2$ — сума квадратів оцінок дегустаторів, бали;

\bar{x}^2 — квадрат середнього значення оцінок показника, бали.



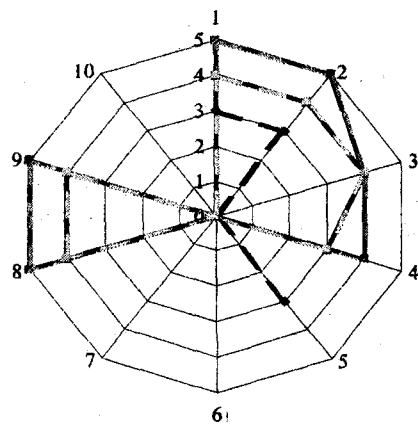
а) — хлібці з цілого зерна пшениці без додавання збагачувальних добавок;
 б) — з включенням шипитини; в) — з включенням горобини; г) — з включенням розторотії;
 д) — з включенням екстракту зеленого чаю

Рис. 1 — Зразки зернових хлібців

Коефіцієнти вагомості показників використовували при обробці дегустаційних листків для розрахунку узагальненого показника, який представляє собою суму оцінок одиничних показників помножених на їх відповідні коефіцієнти вагомості. По одиничним та узагальненим показникам, у відповідності з розробленими раніше критеріями, установили рівень якості (категорію якості) оцінюваної продукції, який наведений у табл. 2.

Таблиця 2 - Оцінка органолептичних показників зразків хлібців з цільного зерна пшениці, бали

Найменування зразків	Найменування показників без коефіцієнта вагомості/з коефіцієнтом вагомості					Загальна оцінка якості	Категорія якості
	зовнішній вигляд	колір	структура	смак	запах		
Контроль	4,3/0,65	3,5/0,53	3,8/0,76	4,1/1,23	4,4/0,88	4,05	добре
Зразок 1	4,9/0,74	5,0/0,75	4,9/0,98	4,9/1,47	4,7/0,94	4,88	відмінно
Зразок 2	4,3/0,65	4,9/0,74	4,5/0,90	4,7/1,41	4,4/0,88	4,56	добре
Зразок 3	4,9/0,74	4,9/0,74	4,9/0,98	4,9/1,47	4,9/0,98	4,91	відмінно
Зразок 4	4,3/0,65	4,4/0,66	4,5/0,90	4,4/1,32	4,4/0,88	4,40	добре



- контроль
- хлібці з шипшиною
- ▲— хлібці з горобиною
- - -○- - хлібці з розторопшею
-◇..... хлібці з екстрактом зеленого чаю

- 1 — загальне враження; 2 — гармонійний смак; 3 — смак застосованої добавки;
- 4 — солоний; 5 — прісний; 6 — прогірклий смак;
- 7 — неприємний післясмак; 8 — виражений запах;
- 9 — запах застосованих добавок;
- 10 — сторонній присмак

Рис. 1 — Смако-ароматична характеристика зразків зернових хлібців з включенням рослинних добавок

дослідних і контрольного зразків зернових хлібців графічно представлені на рис. 1 і 2.

Як видно із профілограм, розроблені зернові хлібці з включенням рослинних добавок характеризувалися гармонійним, приємним смаком добавки, яка була застосована та вираженим запахом, на відміну від контрольного зразку, який мав недостатньо гармонійний смак. Також зразки збагаченні рослинними добавками володіли привабливим, рівномірним кольором, мали більш пористу, хрустку структуру.

Використані рослинні добавки дозволили не тільки збагатити вироби біологічно активними речовинами, але і отримати вироби з найкращими органолептичними характеристиками, а саме запахом та смаком.

Дегустаційна комісія прийшла до висновку, що збагачення хлібців з цільного зерна пшениці призводить до поліпшення споживних властивостей готових виробів, а саме — дані продукти відрізнялися привабливим зовнішнім виглядом, володіли пористою, хрусткою, ніжною структурою, приємним кольором, вираженим гармонійним смаком та не мали стороннього запаху.

Члени комісії відмітили, що представлені на дегустацію вироби характеризувалися правильною формою, розміри відповідали виду виробів, шорсткувата поверхня з незначними вкрапленнями крихт і висівок. Колір змінювався від світлого (контроль) до світло-кремового з вкрапленням рослинних добавок (зразки 1 — 4). Структура — хрумка, з розвинутою пористістю, стороннього присмаку і запаху не спостерігалось.

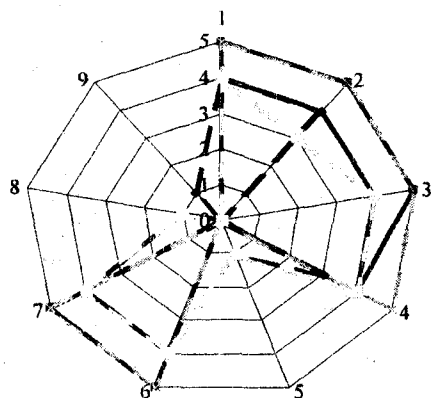
Дегустаційна комісія, на основі порівняння контролю з дослідними зразками, відмітила, що введення рослинних добавок до складу зернових хлібців покращує їх смак і аромат, надає привабливого зовнішнього вигляду, тим самим поліпшуючи споживні властивості даних виробів.

За смаковими властивостями зернові хлібці розподілилися членами дегустаційної комісії у наступній черзі:

1 місце — «Хлібці з розторопшею», «Хлібці з шипшиною» та «Хлібці з горобиною», вони відрізнялися гармонійним, приємним смаком, з інтенсивно вираженим присмаком добавок;

2 місце — «Хлібці з екстрактом зеленого чаю» та «Контроль», характеризувалися приємним, але недостатньо вираженим смаком.

Характеристика органолептичних показників



- контроль
- хлібці з шпшиною
- хлібці з горобиною
- хлібці з розторопиєю
- хлібці з екстрактом зеленого чаю

- 1 — привабливий колір; 2 — рівномірний колір;
 3 — наявність включень добавок;
 4 — світло-кремовий колір; 5 — наявність підгорілих включень;
 6 — пориста структура;
 7 — хрумка структура; 8 — ознаки непромісу;
 9 — груба структура

Рис. 2 — Профілограма зразків зернових хлібців з включенням рослинних добавок, яка характеризує зовнішній вигляд та структуру виробів

Таким чином, апробація бальної шкали виявило її універсальність для зернових хлібців, зручність та легкість застосування. На основі порівняння контролю з дослідними зразками, дегустаційна комісія відмітила, що введення рослинних добавок до складу зернових хлібців покращує їх смак і аромат, надає привабливого зовнішнього вигляду, тим самим поліпшуючи споживні властивості нових виробів. Дані вироби характеризувалися хрусткою, пористою структурою, рівномірним, привабливим кольором, гармонійним смаком, яскраво вираженим запахом. Застосування у виробництві зернових хлібців рослинних добавок дає можливість розширити асортимент, підвищити якість готової продукції та надати виробам соціальну значимість.

Література

1. Валевська, Л. О. Розробка нових видів сухих сніданків і їх комплексна товарознавча оцінка [Текст] / Л. О. Валевська, М. Р. Мардар // Продукты & ингредиенты. — 2012. — №1. — С. 56–59.
2. Мардар, М. Р. Аналіз структури асортименту зернових хлібців, що реалізуються у роздрібній торговельній мережі м. Одеси [Текст] / М. Р. Мардар, Р. Р. Значек, А. В. Лазуткіна, К. Тарнавська // Зернові продукти і комбікорми. — 2013. — № 1. — С. 13–15.
3. Родина, Т. Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров [Текст]: учебник для студентов вузов / Т. Г. Родина. — М.: Издат. центр «Академия», 2004. — 208 с.
4. Дослідження сенсорне. Методологія. Загальні настанови [Текст]: ДСТУ ISO 6658:2005. — Чинний від 2006-07-01. — К.: Держспоживстандарт України, 2006. — 17 с. — (Національні стандарти України).

УДК 658.628:664.696.1

РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ ЗЕРНОВИХ ПЛАСТИВЦІВ

Жигунов Д. О., д-р техн. наук, доцент, Мардар М. Р., д-р техн. наук, професор,
 Волошенко О. С., канд. техн. наук, доцент, Брославцева І. В., канд. техн. наук,
 Статєва М. С., магістр, Колесніченко І. М., інженер
 Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведено результати маркетингових досліджень споживчих мотивацій та переваг при виборі зернових пластівців. Проведено товарознавчу оцінку рецептур нових багатокомпонентних сумішей зернових пластівців з включенням збагачувальних добавок на основі аналізу органолептичних та фізико-хімічних показників якості. Встановлено, що суміші характеризуються підвищеним вмістом вітамінів і мінеральних речовин, політиєними органолептичними властивостями та зниженою калорійністю.

The results of marketing research of consumer motivations and preferences of choosing cereal flakes are presented in the article. Commodity evaluation of recipes of new multicomponent mixtures of cereal flakes with inclusion enrichment additive that based on the analysis of organoleptic and physico-chemical quality indicators

was carried out. These mixtures are characterized by increased content of vitamins and minerals, improved organoleptic properties and reduced intake of calories.

Ключові слова: асортимент, зернові пластівці, якість, органолептичні та фізико-хімічні властивості.

Постановка проблеми. У концепції Загальнодержавної цільової соціальної програми «Здоров'я 2020: український вимір» на 2013-2020 рр. вказано, що одним з найважливіших завдань із поліпшення стану здоров'я та структури харчування населення — розширення асортименту продуктів масового споживання з поліпшеними споживними властивостями [1]. На сьогодні в Україні склалася вкрай несприятлива ситуація в структурі харчування населення. Зумовлено це мінімальним споживанням повноцінних білків, вітамінів, макро- та мікроелементів, нерациональним їх співвідношенням.

Сучасний підхід до розробки нових рецептур харчових продуктів базується на виборі певних видів сировини та добавок у співвідношеннях, які забезпечують досягнення прогнозованої харчової цінності продукту. Вибір продукту, який вимагає збагачення, здійснюється з урахуванням рівня його поширеності і доступності. Він повинен бути продуктом масового споживання, доступним для всіх груп населення і регулярно використовуватися в повсякденному харчуванні. Світова практика показує, що в першу чергу до таких продуктів відносяться зернові [2]. В Україні традиційні зернові продукти (хлібобулочні вироби, крупи, макаронні вироби, зернові сніданки) доступні малозабезпеченим верствам населення та часто є основою їх раціону. Рекомендоване Українським НДІ гігієни харчування споживання зернопродуктів на одну людину складає 101 кг/рік [3]. Вважається, що за рахунок споживання цих продуктів доросла людина може на 30 % задовольнити свої потреби в енергії, більш ніж на 50 % — у вітамінах групи B, солях фосфору та заліза, наполовину — у вуглеводах, на третину — у білках. Але засвоюваність білків зернової основи складає всього 40...50 %. Кількість незамінних амінокислот, відносно їх загальної кількості, становить 32...45 % [4]. За останні роки фактичне споживання зернових продуктів було трохи вище, що пов'язано з дисбалансом структури харчування в бік дешевих зернових продуктів через низький рівень життя основних мас населення країни. У той же час, саме у цієї групи населення у найбільшому ступені проявляється дефіцит білків і мікронутрієнтів, який викликаний однобокістю, незбалансованістю і неадекватністю харчування.

Тому велике значення має створення нових комбінованих продуктів на основі зернових культур, які характеризуються підвищеною харчовою цінністю і комплексом певних властивостей. Використання комбінованих продуктів на основі зернових культур обумовлено відносно невисокою вартістю вихідної сировини, вони доступні широким верствам населення і здатні компенсувати недолік біологічно активних речовин у раціоні, підвищити опірність організму до несприятливих факторів зовнішнього середовища, і, отже, збільшити тривалість життя населення [5].

Метою роботи було розроблення рецептурного складу багатокомпонентних сумішей зернових пластівців з включенням збагачувальних добавок з подальшим проведенням їх товарознавчої оцінки.

Результати досліджень. Створення високоякісного затребуваного продукту необхідно починати з проведення маркетингових досліджень із встановлення споживчих мотивацій та переваг, як дійових, так і потенційних споживачів, який полягає в дослідженні економічних, соціальних, географічних, демографічних та інших характеристик покупців і виявлення їх потреб.

У зв'язку з цим з метою обґрунтування доцільності розробки та товарознавчої оцінки нових зернових продуктів, а також для виявлення основних потенційних покупців цього продукту проведено маркетингові дослідження [6]. Встановлено, що респонденти на питання «Купуєте Ви пластівці?» 15 % відповіли, що не купують, 85 % респондентів (різних вікових категорій та рівнів доходу) споживають пластівці, що характеризує цей продукт як продукт масового споживання. 13 % респондентів споживають пластівці кожен день, 34 % респондентів — 2...3 рази на тиждень, 14 % — 1 раз на тиждень, лише 24 % від нагоди. Результати свідчать про достатній ступінь затребуваності даних харчових продуктів.

На запитання «Пластівці на основі яких видів зернових пластівців Ви вживаєте найчастіше?» були отримані такі відповіді (рис. 1): 44 % респондентів відповіли на користь багатокомпонентних сумішей пластівців, 18 % респондентів надають перевагу пластівцям на основі вівсяних пластівців, а також виявлено, що споживачам до вподоби пластівці з включенням пшеничних (15 %) та гречаних пластівців (10 %). Встановлено, що серед респондентів не користуються широким попитом пластівці з включенням пшоняних та рисових пластівців, на їх користь віддали переваги 3 та 6 % респондентів відповідно. Інші види зернових пластівців відзначили 4 % респондентів.

Наступним запитанням було визначення видів добавок, яким віддають перевагу респонденти при виборі пластівців (рис. 2). В анкеті наведено найбільш розповсюджені приклади кожної групи добавок, а саме: для фруктів були приклади — вишня, яблуко, персик, для фітозборів — шипшина, льон, для сухофруктів — ізом, курага та ін. Встановлено, що респонденти переважно вибирають добавки рослинного походження (фрукти, овочі, фітозбори, сухофрукти), а також молочні продукти або взагалі без них.

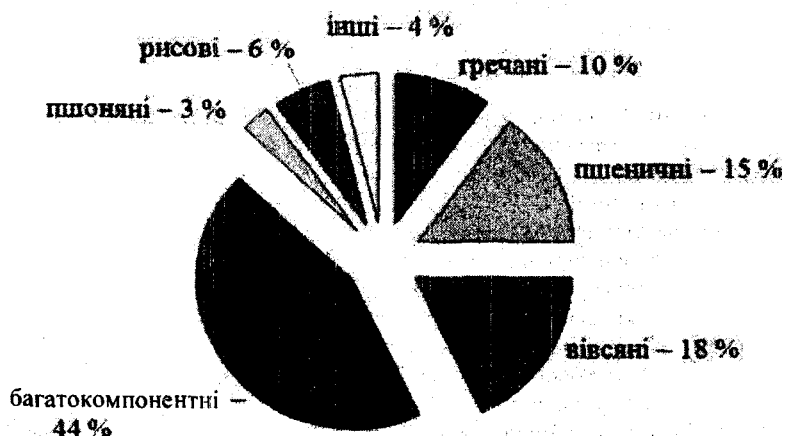


Рис. 1 — Переваги за видами пластівців, % від загального числа опитаних



Рис. 2 — Споживчі переваги респондентів за видами добавок, % від загального числа опитаних

У подальшому отримані результати використовували при виборі добавок для збагачення з метою включення їх до складу пластівців.

На запитання «Як Ви вважаєте, чи доцільно випускати нові види суміші зернових пластівців з поліпшеними споживними властивостями?» 82 % респондентів (або 246 осіб, які були проанкетовані) вважають за доцільне розробку і впровадження нових суміші зернових пластівців, 5 % вважають це недоцільним, а 13 % респондентам було важко відповісти на це запитання.

Результати маркетингових досліджень споживчих мотивацій та переваг при виборі зернових продуктів свідчать про перспективність розробки нових продуктів з поліпшеними споживними властивостями з метою розширення існуючого асортименту пластівців і відповідно дані заходи приведуть до задоволення споживачів.

У відповідності до результатів маркетингових досліджень, при розробці нових багатокомпонентних сумішей у якості збагачувальних добавок, обрано добавки рослинного походження (шматочки сушених фруктів та овочів), а також сухі молочні продукти. Включення даних добавок не тільки призведе до поліпшення

смакоароматичних характеристик продукту, а також збагатить зернову суміш макро-, мікроелементами, вітамінами, амінокислотами та іншими біологічно-активними речовинами. Це дозволить розробити багатокомпонентні зернові суміші оздоровчої направленості. В результаті проведення низки дослідів нами були встановлені рекомендовані рецептури багатокомпонентний зернових сумішей на основі вівсяних пластівців (табл. 1).

На основі розроблених рецептурних композицій у лабораторних умовах вироблено зразки багатокомпонентних сумішей зернових пластівців. З метою виявлення найкращих зразків була проведена дегустаційна оцінка на основі розробленої нами 5-бальної шкали органолептичних показників якості нових сумішей зернових пластівців. Розроблена бальова шкала дозволяє провести органолептичну оцінку якості нових сумішей зернових пластівців підвищеної харчової цінності з віднесенням їх до категорій: «відмінна», «добра», «задовільна», «незадовільна».

Органолептичний аналіз відбувався шляхом проведення дегустації експертною комісією, до складу якої входили представники кафедри технології переробки зерна та маркетингу, підприємництва і торгівлі. При проведенні дегустації кожному дегустатору подавались дегустаційні листи, таблиця розробленої бальної шкали, зразки досліджуваних продуктів. Дегустаційна комісія прийшла до висновку, що збагачення сумішей зернових пластівців добавками рослинного та тваринного походження призводить до поліпшення споживних властивостей готових виробів, а саме — дані продукти відрізнялися привабливим

зовнішнім виглядом, однорідною консистенцією, приємним кольором, вираженим гармонійним смаком та не мали стороннього запаху.

Таблиця 1 — Рецептури сумішей на основі зернових пластівців

Компоненти	Рецептура						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Вівсяні пластівці № 2 (великі)	—	—	37,0	74,0	74,0	—	—
Вівсяні пластівці № 1 (дрібні)	50,0	50,0	—	—	—	—	—
Гречані пластівці	20,0	20,0	15,0	—	—	—	90,0
Ячневі пластівці	15,0	10,0	11,0	—	—	—	—
Пшеничні пластівці	15,0	15,0	11,0	—	—	74,0	—
Молоко сухе	—	—	4,5	4,5	4,5	4,5	—
Суха молочна сироватка	—	—	4,5	4,5	4,5	4,5	—
Цукор	—	—	15,5	15,5	15,5	15,5	—
Кухонна сіль	—	—	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2
Сублімоване яблуко	—	—	—	1,1	—	—	—
Сублімована вишня	—	5,0	1,1	—	—	—	—
Сублімована курага	—	—	—	—	1,1	—	—
Сублімований персик	—	—	—	—	—	1,1	—
Сублімована морква	—	—	—	—	—	—	9,8

На основі проведеної дегустації членами комісії визначено, що за всіма органолептичними показниками якості, найкращими виявились зразки сумішей зернових пластівців з включенням шматочків кураги, вишні, персиків та сухого молока, які мали найбільш гармонійне поєднання добавок, якими збагачували продукт, типову, в'язку, однорідну консистенцію, однорідний колір, приємний, яскраво виражений, солодкий смак, що відповідав добавкам, які застосовуються, приємний, яскраво виражений запах. Дегустаторами були відмічені наступні зауваження: за основу у суміші № 2 краще застосувати дрібніші вівсяні пластівці; використати моркву у дрібно помеленому вигляді; суміш № 2 має дуже виражений кислий смак; занадто солодкий смак було відмічено у сумішах № 3, 5 та 6, тому у цих сумішах доцільно зменшити кількість підсолоджувача.

Для встановлення оптимального часу варіння багатокомпонентних сумішей на основі зернових пластівців визначали коефіцієнт розварюваності.

Відразу після змішування зернових пластівців з водою відбувалося значне поглинання вологи, але кожен компонент суміші був ярко виражений. При варінні протягом трьох хвилин зернові суміші пластівців досягли кулінарної готовності, а саме, органолептичні показники якості каш змінилися, покращився запах, але в зразках № 3 та № 7 спостерігались незварені частинки пластівців. При подовженні часу варіння до п'яти хвилин смак та консистенція сумішей покращувалась, пластівці втрачали структуру і досягали кулінарної готовності. Надалі коефіцієнт розвареності пластівців не змінювався. При варінні сумішей (окрім зразка № 7) протягом семи хвилин погіршилась консистенція каші, вона набула клейкого та розвареного вигляду, коефіцієнт розвареності пластівців не змінювався. Для багатокомпонентних сумішей на основі зернових пластівців, виготовленими за рецептурами № 1...№ 6 рекомендований час варіння становить 3...5 хв, для суміші на основі гречаних пластівців за рецептурою № 7 — 5...7 хв. Результати представлені на рис. 3.

Наступним етапом дослідження було визначення хімічного складу розроблених продуктів (табл. 2). Як свідчать отримані результати, введення до складу зернових сумішей збагачувальних добавок призводить до збагачення даних виробів необхідними вітамінами, макро- та мікроелементами.

Висновок: На основі проведених досліджень встановлено, що розроблені багатокомпонентні суміші зернових пластівців з включенням збагачувальних добавок характеризуються поліпшеними органолептичними властивостями, а також підвищеним вмістом вітамінів, мінеральних речовин та низькою енергетичною цінністю.

Література

1. Концепція Загальнодержавної програми "Здоров'я – 2020: український вимір" [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – [схвалено розпорядженням Кабінету міністрів України від 31 жовт. 2011 р., № 1164] – Режим доступу: http://www.moz.gov.ua/ua/portal/Pro_20120316_1.html – Назва з екрана.

Таблиця 2 — Харчова та енергетична цінність зернових сумішей на основі пластівців, (г/100 г продукту) [7]

Показник	Рецептура						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Білки	11,9	11,4	11,4	10,9	11,0	10,4	12,1
Жири	4,2	4,1	4,1	5,3	5,3	1,7	3,0
Вуглеводи	62,3	59,6	59,6	67,2	67,1	71,7	56,2
Енергетична цінність, ккал/100 г	334,2	321,1	321,1	361,0	360,8	344,1	299,3
Вітаміни, мг/100 г продукту							
Вітамін Н	10,0	10,0	10,0	15,1	15,1	0,3	0,0
Вітамін В ₆	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2
Вітамін Е	2,4	2,4	2,4	1,1	1,2	1,4	—
Вітамін В ₂	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4
Мінеральні речовини, мг/100 г продукту							
Залізо	3,9	3,9	3,9	2,9	2,8	3,4	6,3
Кальцій	44,7	43,7	43,7	100,6	101,1	91,7	28,3
Калій	297,6	303,0	303,0	359,5	372,0	301,6	435,8
Фосфор	304,0	291,8	291,8	333,1	333,9	284,8	297,0

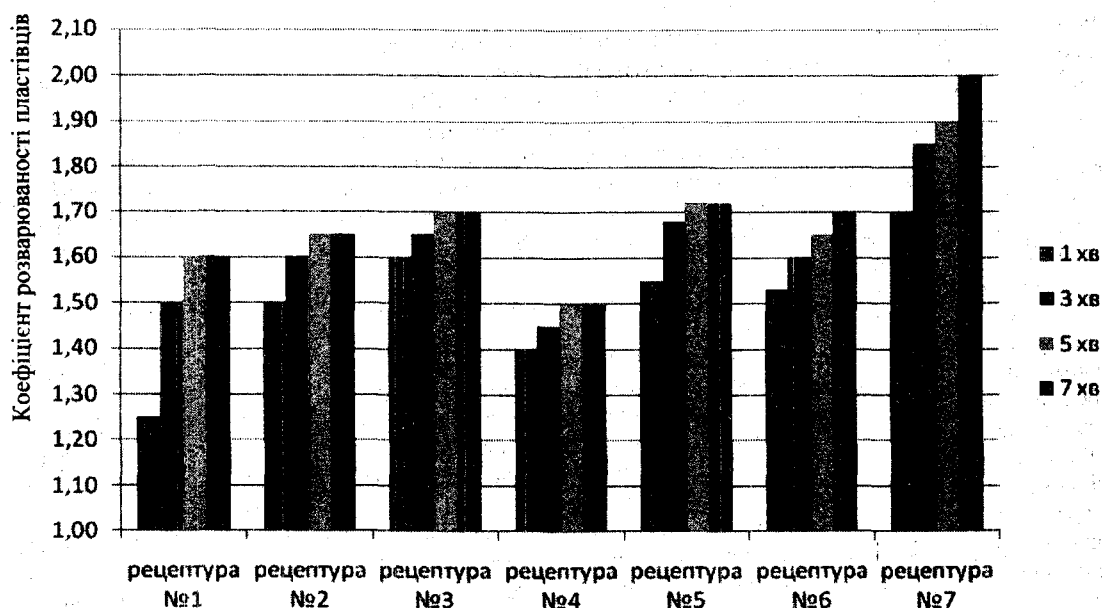


Рис. 3 — Коефіцієнт розварюваності багатокомпонентних зернових сумішей в залежності від часу варіння

- Зверев, С. В. Функциональные зернопродукты [Текст] / С. В. Зверев, Н. С. Зверева. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 119 с.
- «Рекомендовані раціональні норми споживання основних продуктів харчування на душу населення на 2005-2015 роки». МОЗ України [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу www.me.gov.ua/file/link/149977/file/Zvit_2009.doc. – Назва з екрана.
- Сирохман, І. В. Якість і безпечність зерноборошняних продуктів [Текст]: навч. посібник / І. В. Сирохман, Т. М. Лозова. – К.: Центр навч. л-ри, 2006. – 384 с.
- Мардар, М. Р. Удосконалення асортименту зернових продуктів підвищеної харчової цінності [Текст] / М. Р. Мардар // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2007. – Вип. 1. – С. 88-92.
- Маркетингові дослідження споживчих мотивацій та переваг при виборі зернових пластівців [Текст] / М. Р. Мардар, С. М. Соц, Є. І. Шутенко, І. О. Кустов, А. Янівська, В. Назаренко // Зернові продукти і комбікорми. – 2014. – № 1. – С. 26-29.

7. Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов [Текст]: справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и акад. РАМН, проф. В. А. Тутельяна. –М.: ДеЛи принт, 2002. –236 с. ISBN 5-94343-028-8.

УДК 664.65.045.5:005.936.42

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Солоницкая И. В., канд. техн. наук, доцент, Пшенишнюк Г. Ф., канд. техн. наук, доцент,
Ткаченко Н. С., магистр

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Целью работы является разработка технологии замороженных полуфабрикатов булочных изделий, направленная на улучшение показателей качества готовых изделий, изготовленных по технологии «отложенного выпекания», внедрение безотходной технологии, за счет выпечки в местах потребления по мере реализации продукта, удовлетворение потребностей населения в любое время суток свежесыпеченного хлеба, путем внедрения инновационных технологий и использование современного оборудования, а также для обеспечения населения доступной для каждого по цене и качеству хлебобулочной продукцией. Определение влияния добавок крахмалов картофельного и модифицированного Paselli BC (E 1414) на органолептические, физико-химические и структурно-механические свойства готовых изделий. В данной работе представлены теоретические и практические результаты проведенных исследований и на их основании сформулированы выводы.

The purpose of work is the development of technology of frozen semi-finished bakery products aimed at improving the quality of finished products manufactured by the technology of "delayed baking", introduction of non-waste technology, by baking in places of consumption as the implementation of the product needs of the population at any time of the day freshly baked bread, through the introduction of innovative technologies and the use of modern equipment, as well as for the population available for every price and quality bakery products. Determining the influence of additives and modified starches potato Paselli BC (E1414) the organoleptic, physico-chemical, structural, and mechanical properties of the finished products. This paper presents the theoretical and practical studies, analyzed the results of studies on the basis of their conclusions are formulated.

Ключевые слова: отложенное выпекание, заморозка, замороженные полуфабрикаты, крахмал, добавки.

Введение. Хлебобулочные изделия играют важную роль в питании людей и занимают особое место в рационе. Они представлены широким ассортиментом, который постоянно расширяется и совершенствуется. В последние годы производство хлебобулочных изделий традиционным способом сокращается. Потребитель отказывается от заводских батонов и буханок в пользу свежей выпечки. Одним из перспективных и прибыльных направлений в области хлебопекарного производства специалисты считают замороженные полуфабрикаты хлебобулочных изделий. Приоритетной является возможность реализации свежесыпеченных хлебобулочных изделий в любое время суток и ближе к потребителю — в магазинах, кафе и ресторанах, отелях, базах отдыха и различных точках быстрого питания из замороженных полуфабрикатов. Поэтому крупные заводы могут поставлять полуфабрикаты небольшими партиями, которые выпекались бы в местах конечной реализации. Благодаря этому технологическому варианту можно получить за минимальное время свежую ароматную выпечку в точке продажи или потребления.

Постановка проблемы. На территории Украины данный сегмент рынка еще не получил широкого распространения, но здесь можно отметить большой потенциал для производителей хлебобулочных изделий, изготовленных по технологии «отложенного выпекания», а именно замороженных полуфабрикатов. Так же стоит необходимость в усовершенствовании этой технологии и улучшении продукции на отечественном рынке производства хлебобулочных изделий.

Анализ исследований и публикаций. К технологии «отложенного выпекания» относится: приготовление готового к формованию замороженного теста, замороженных (готовых к расстойке и выпечке), частично выпеченных тестовых заготовок [1].

Для производства замороженного теста с определенными сроками хранения очень важен правильный выбор штамма дрожжей и оптимальных технологических параметров. Относительно недавно на рынке появились сухие дрожжи, изготовленные по технологии сушки в псевдосжиженном слое, специально предназначенные для приготовления замороженного теста [2—4].

Одним из основных неблагоприятных факторов в производстве замороженных полуфабрикатов является ухудшение реологических свойств теста. В качестве рецептурных компонентов для улучшения качества изделий и реологических свойств теста широко используют жировые продукты. Наряду с глицерином, который широко используется в технологии замораживания хлебобулочных полуфабрикатов, могут применяться и другие полезные криопротекторы: диметилсульфоксид, сахароза, трегалоза, глюкоза, метанол, пролин, глицин, бетаин, фруктоза, галактоза и лактоза [5].

В качестве улучшителей могут быть использованы модифицированные крахмалы, получаемые различными физическими и химическими методами. Их применение повышает гидрофильные свойства муки и усиливает процесс изменения белков клейковины в тесте, что обеспечивает улучшение структурно-механических свойств теста и качества хлеба. При использовании модифицированных крахмалов возрастает объем хлеба, улучшается структура пористости. Мякиш становится более эластичным [6].

Постановка задачи. Усовершенствовать технологию производства замороженных полуфабрикатов булочных изделий профилактического направления. Определить процентное содержание и влияние добавок на качество готовых изделий.

Основная часть. В качестве улучшителей были использованы такие добавки как, крахмал картофельный и крахмал модифицированный Paselli BC (E 1414). Проводили три замеса теста. Первый — с добавлением картофельного крахмала в количества 30 % к массе муки. Второй замес — с добавлением 15 % картофельного крахмала и 15 % модифицированного крахмала к массе муки. Третий — с добавлением модифицированного крахмала Paselli BC (E 1414) в количестве 30 % к массе муки. Были проведены исследования по влиянию крахмалов на качество готовых изделий, которые выпекались после 3 суток хранения полуфабрикатов в морозильной камере.

Тесто готовили по утвержденной ранее технологии из пшеничной муки высшего сорта и дополнительного сырья [7]. В табл. 1 представлены рецептуры изделий.

Таблица 1 — Рецептúra изделий с крахмалом картофельным и модифицированным крахмалом Paselli BC (E 1414) на 300 г муки

Сырье	30 % картофельного крахмала	15 % картофельного + 15 % модифицированного крахмалов Paselli BC	30 % модифицированного крахмала Paselli BC	W сырья, %
Мука пшеничная высшего сорта	210	210	210	14,5
Крахмал картофельный	90	45	90	13,0
Крахмал модифицированный Paselli BC (E 1414)	—	45	—	7,0
Соль пищевая	4,8	4,8	4,8	3,0
Сахар белый кристаллический	15	15	15	75,0
Дрожжи хлебопекарские прессованные	15	15	15	0,15
Патока	30	30	30	22,0
Сыворотка	По расчету			—

Замес теста осуществлялся на фаринографе Брабендера в течение 10 минут, затем тесто делилось на куски заданной массы. Тестовые заготовки укладывались в полиэтиленовые пакеты и направлялись в холодильную камеру, где температура воздуха составляла -8 °С. Хранили замороженные полуфабрикаты в холодильной камере в течение трех суток. Размораживание происходило в термостате ТС-80 около 40 минут при температуре 29...31 °С. После дефростации полуфабрикаты направлялось на расстойку в термостат при температуре 29...31 °С, в течение 55...60 мин. Выпекали тестовые заготовки в лабораторной печи РЗ-ХЛП при температуре 220...230 °С.

Готовые изделия анализировали по физико-химическим и органолептическим показателям, данные приведены в табл. 2. и на рис. 1—4.

Таблиця 2 — Показатели качества изделий с добавлением модифицированного и картофельного крахмалов

Показатели качества	30 % картофельного крахмала	15 % картофельного + 15 % модифицированного крахмалов Paselli BC	30 % модифицированного крахмала Paselli BC
Масса готовых изделий, г	133,4	125,3	125,6
V изделия, см ³	410	410	400
Удельный V, см ³ /г	3,1	3,3	3,2
Форма	Правильная, соответствует данному виду изделия		
Цвет корки	Светло-коричневый		Коричневый (местами темно-коричневый)
Состояние корки	Гладкая, без трещин и подрывов		
Состояние мякиша	Белый, эластичный		Белый, упругий
Запах	Соответствует изделию, без посторонних запахов		
Вкус	Соответствует изделию, без посторонних привкусов		
Характеристика пористости	Крупная, неравномерная, хорошо развитая, толщина стенок пор — толстая		Крупная, неравномерная, слаборазвитая, толщина стенок пор — толстая
Пористость, %	68,5	79	71
Влажность, %	34,5	44,2	45,8
Кислотность, град.	2,0	3,8	3,2
Пенетрация, ед. прибора			
$\Delta H_{обц}$	183	214	127
$\Delta H_{пл}$	161	203	110
$\Delta H_{упр}$	22	11	17
Относительная пластичность, %	87,9	94,8	86,6
Относительная упругость, %	12,0	5,1	13,4

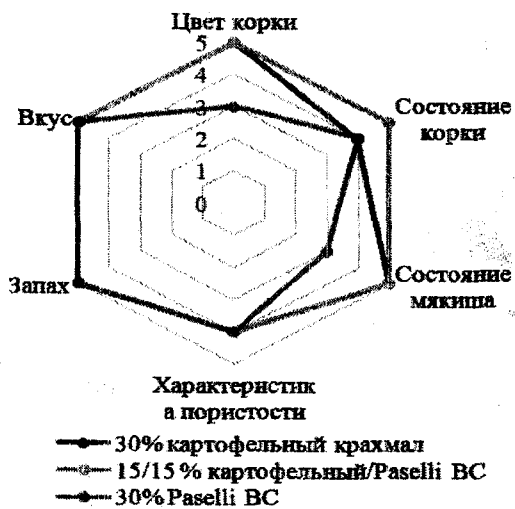


Рис. 1 — Профилограмма органолептических показателей качества готовых изделий с добавками

Анализ качества готовых изделий показал, что объем и удельный объем изделий двух образцов, содержащих модифицированный крахмал Paselli BC (E 1414) практически не имеет отличий. Данный вид крахмала относится к ацетилованным, а значит, обладает способностью образовывать прочные пленки и стойкие при хранении клейстеры. Пленки из ацетата крахмала, получаемые путем высушивания раствора, более гибкие, лучше растягиваются без разрыва, чем пленки из неацетилованного исходного крахмала. Кроме того, образуя структурированные слои, эти тонкие прослойки обладают механической прочностью, являясь стабилизаторами, предохраняя при этом получение хорошего удельного объема.

Внесение модифицированного крахмала Paselli BC (E 1414) в количестве 15 % в тесто позволило получить изделия с улучшенными органолептическими показателями. Готовые изделия с добавлением 15 % крахмала картофельного и 15 % модифицированного крахмала отличались хорошей структурой пористости, лучшей эластичностью, чем образцы с

30 % модифицированного крахмала. Все образцы хорошо сохраняли свою форму. Вносимый вид модифицированного крахмала не придавал изделиям посторонних привкуса и запаха.

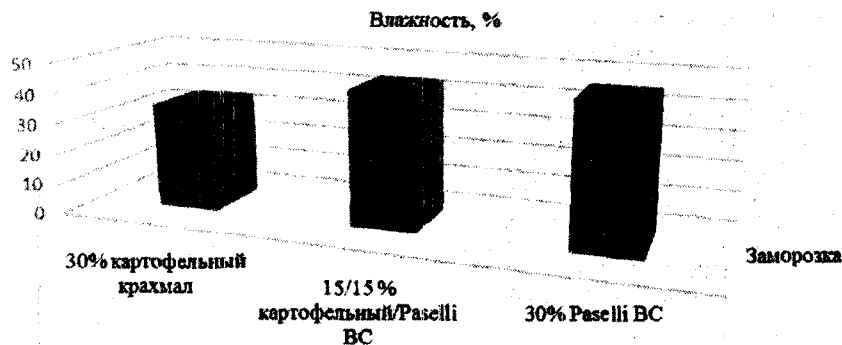


Рис. 2 — График зависимости влажности готовых изделий от выбранной добавки

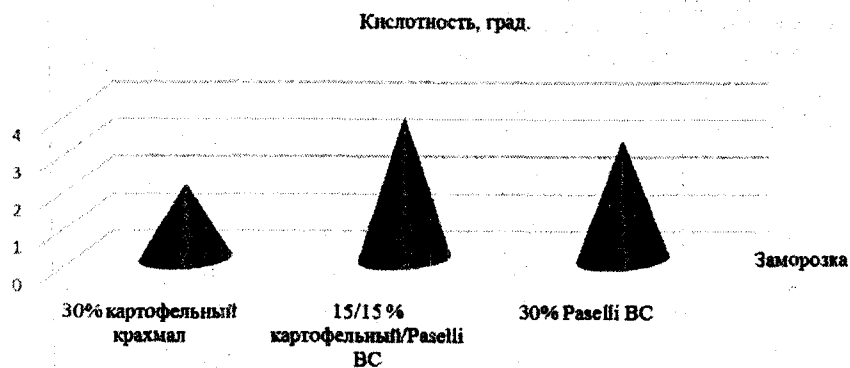


Рис. 3 — График зависимости кислотности готовых изделий от выбранной добавки

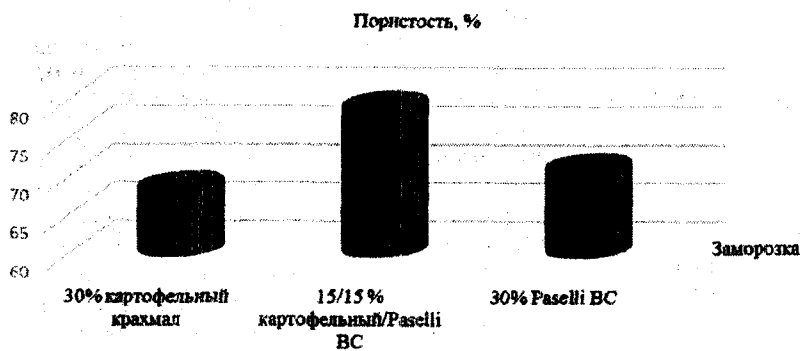


Рис. 4 — График зависимости пористости готовых изделий от выбранной добавки

Из графиков видно, что наилучшие показатели пористости имели образцы, изготовленные с добавлением 15 % картофельного и 15 % модифицированного крахмалов. Использование модифицированного крахмала приводило к снижению пластичных свойств и увеличению упругих свойств, по сравнению с образцами на картофельном крахмале. Так же у этих образцов была выявлена повышенная кислотность. Наиболее высоким показателем влажности обладал образец с добавлением 30 % модифицированного крахмала Paselli BC (E 1414).

Выводы и предложения. По результатам проведения теоретических и экспериментальных исследований разработана технология замороженных полуфабрикатов хлебобулочных изделий функционального назначения. Улучшены показатели качества готовых изделий за счет использования крахмалов картофельного и модифицированного Paselli BC (E 1414). Это позволяет получить изделия повышенной пищевой и биологической ценности с высокими органолептическими и физико-химическими показателями качества.

Внесение модифицированного крахмала Paselli BC (E 1414) в количестве

15 % в тесто позволило получить изделия с улучшенными органолептическими показателями. Использование модифицированного крахмала приводило к снижению пластичных свойств и увеличению упругих свойств, по сравнению с образцами на картофельном крахмале. То есть, используя данный вид модифицированного крахмала можно регулировать структурно-механические характеристики изделий, так как, обладая повышенной степенью гидрофильности и способностью образовывать прочные пленки при набухании, модифицированный крахмал способствует повышению упругих свойств мякиша.

Таким образом, применение добавки 15 % картофельного и 15 % модифицированного крахмалов при производстве замороженных полуфабрикатов позволит:

- выпускать хлеб функционального назначения из замороженных полуфабрикатов;

— регулировать структурно-реологические свойства теста замороженных полуфабрикатов, а, следовательно, и готовых изделий;

— улучшить органолептические показатели готовых изделий.

При наличии ряда преимуществ внедрение такой технологии в производство является целесообразным.

Литература

1. Алферов, А. Рынок хлеба и хлебобулочных изделий: реалии, перспективы, тенденции развития [Текст] / А. Алферов // Хлебопродукты. – 2009. – № 2. – С. 60.
2. Кульп, К. Производство изделий из замороженного теста [Текст] / К. Кульп, К. Лоренц, Ю. Брюммер; ред. пер. с англ. языка. под общ. ред. И. В. Матвеевой. – Спб.: Профессия. – 2005. – 288 с.
3. Pat. 4,414,228 U.S. Process for preparing deep frozen yeast bread dough [Text] / A. Nourigeon. – 1983.
4. Pat. 4,547,374 U.S. *Saccaromyces species* FD 612 and the utilization thereof in bread production [Text] / Y. Nakatomi, H. Saito, A. Nagashima, F. Umeda. – 1985.
5. Военная, А. В. Качество хлебобулочных изделий на основе замороженных полуфабрикатов [Текст] / А. В. Военная, И. В. Матвеева // Хлебопродукты. – 1996. – № 6. – С. 18–21.
6. Улучшители качества хлеба: крахмалы [Электронный ресурс]: Электронный ресурс: [Веб-сайт] / Режим доступа: \www/ URL: <http://www.russbread.ru/kachestvo-xleba/uluchshiteli-kachestva-xleba-kрахмалы.html>. – 10.09.2015 – Название с экрана.
7. Лебеденко, Т. Є. Технологія хлібопекарського виробництва. Практикум [Текст]: навч. посібник / Т. Є. Лебеденко, Г. Ф. Пшенишнюк, Н. Ю. Соколова. – Одеса: «Освіта України», 2014. – 392 с.
8. Солоницька, І. В. Основи заморожування тістових заготовок [Текст] / І. В. Солоницька. // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 1. – С. 79–82.
9. Солоницька, І. В. Вплив рецептурних компонентів на якість виробів лікувально-профілактичного призначення із заморожених напівфабрикатів [Текст] / І. В. Солоницька, Г. Ф. Пшенишнюк. // Харчова наука і технологія. – 2010. – № 1. – С. 17–21.
10. Солоницька, І. В. Обґрунтування апаратурно-технологічної схеми виробництва хлебобулочних виробів лікувально-профілактичного призначення із заморожених напівфабрикатів [Текст] / І. В. Солоницька, Г. Ф. Пшенишнюк. // Харчова наука і технологія. – 2011. – № 1. – С. 23–25.
11. Солоницька, І. В. Використання відкладеного випікання в технології хлебобулочних виробів лікувально-профілактичного призначення [Текст] / І. В. Солоницька, Г. Ф. Пшенишнюк, О. Є. Писанецька. // Харчова наука і технологія. – 2012. – № 1. – С. 11–14.
12. Солоницька, І. В. Виробництво хлебобулочних виробів за інноваційними технологіями відкладеного випікання [Текст] / І. В. Солоницька, Г. Ф. Пшенишнюк, Є. В. Савкова // Харчова наука і технологія. – 2013. – № 1. – С. 21–24.

БІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЕКСТРУДОВАНОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ З ВОДОРОСТЯМИ

Макаринська А. В., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В статті наведена послідовність технологічних процесів та режими виробництва екструдованої кормової добавки з використанням водоростей ламінарії. Визначено хімічний склад екструдованої водоростевої кормової добавки (ВКД). Представлені результати розрахунку складу комбікормів з екструдованою ВКД з урахуванням і без урахування добового вмісту йоду в раціоні курей-несучок. Результати біологічної оцінки комбікормів з ВКД, свідчать про ефективність її застосування для молодняка сільськогосподарської птиці у кількості 25 %, оскільки середньодобові прирости маси шурів та витрати комбікормів в дослідній групі на 40,63 % більше та 28,81 % менше, відповідно, ніж у контрольній.

The article presents the sequence of the production of extruded feed additives using seaweed kelp. Determined the chemical composition of extruded algal feed additive (AFA). Results of calculation of the composition of animal feed with extruded AFA with and without laying hens daily iodine. The results of the biological evaluation of compound feeds with AFA, testify to the efficiency of its application for young farm birds, in the amount of 25 %, as average daily gain of weight of rats and feed costs in the experimental group and more on 40,63 % 28,81 % less, respectively, than the control.

Ключові слова: водоростева кормова добавка (ВКД), екструдовання, рецепт, комбікорм, біологічна оцінка, середньодобові прирости маси тіла.

Ефективність використання кормових добавок і комбікормів визначають за допомогою біологічної і зоотехнічної оцінок. Біологічна оцінка характеризує кінцевий результат годівлі, тобто продуктивну дію комбікормів, яка виражається у постійних середньодобових приростах маси тіла, зовнішній вигляд і добре здоров'я тварин і птиці.

На кафедрі технології комбікормів і біопалива Одеської національної академії харчових технологій розроблена технологія одержання екструдованої кормової добавки з використанням водорості ламінарії. Технологія одержання кормової добавки включає наступні етапи: для зернової сировини (зерно кукурудзи): приймання, очищення, подрібнення, контроль продуктів подрібнення до розміру частинок діаметром \varnothing 3 мм; для водоростей: приймання, промивання, сепарування-фільтрування, подрібнення в кутері; дозування і змішування підготовленої сировини у відсотковому співвідношенні кукурудза : водорості — 87,5...75 : 12,5...15,0; темперування отриманої суміші протягом $\tau=30$ хв до масового вмісту вологи $W=17-18$ %; екструдовання при температурі $t=+130...135$ °С протягом $\tau=2...3$ с при тиску $P=2...3$ МПа; охолодження екструдату потоком повітря швидкістю $v=0,5$ м/с до температури $t \leq t_{\text{нак.серед}} + 10$ °С, $W_k=13$ %; подрібнення екструдату до розміру часток діаметром \varnothing 3 мм; пакування готової продукції у мішки вагою по 25 кг [1—3].

Отримана водоростева кормова добавка (ВКД) характеризується значним вмістом сирого протеїну — 9,13 %, мінеральних речовин — 2,15 %, полісахаридів (водорозчинних вуглеводів — 13,67 %, легкорозчинних вуглеводів — 37,02 %), вітамінів. До складу золи входить значна кількість кальцію — 0,31 %, фосфору — 0,28 %; міді — 3,73; марганцю — 6,0; заліза — 49,0; цинку — 22,02; йоду — 45,96 мг/кг [2]. Йод має високу біодоступність, на відміну від неорганічного йоду, оскільки знаходиться у сполученні з білками. Однак, застосування у комбікормах водоростей і добавок із значним вмістом йоду обмежено до 5 %, оскільки може призвести до отруєння та захворювання тварин і птиці на йодизм. Крім того, відомо, що при тривалому застосуванні ламінарії у тварин спостерігались патологічні зміни у кістковій тканині, спонтанні переломи, остеопороз, що обумовлено накопиченням тироксину в щитовидній залозі (гіпертиреоз) [4, 5].

У зв'язку з цим при проведенні біологічного експерименту, відсоток введення ВКД до складу комбікормів враховували за добовим нормуванням вмісту йоду у рецепті і без. Для визначення ефективності використання ВКД в складі комбікормів були розраховані рецепти повнораціонних комбікормів для курей-несучок продукційного періоду вирощування віком 21-47 тижнів (ПК-2-1). Рецепти комбікормів наведено в табл. 1.

Біологічну оцінку отриманих комбікормів проводили в умовах *in vivo* на лабораторних тваринах на базі лабораторії біохімії Інституту стоматології Академії медичних наук (м. Одеса). Було сформовано три групи білих щурів:

1 група — контрольна, яка споживала повнораціонний комбікорм для курей-несучок, виготовлений за рецептом, який містив екструдовану кукурудзу;

2 дослідна група — повнораціонний комбікорм для курей-несучок з включенням ВКД в кількості 25 % (без урахування вмісту йоду);

3 дослідна група — повнораціонний комбікорм для курей-несучок з включенням ВКД в кількості 3 % (з урахування добового вмісту йоду в рецепті).

Таблиця 1 — Рецепти повнораціонних комбікормів для курей-несучок продукційного періоду вирощування віком 21...47 тижнів (ПК-2-1)

Компоненти комбікорму	Група		
	1 контрольна	2 дослідна	3 дослідна
Кукурудза екструдована	48,8	23,8	45,8
Екструдована ВКД	—	25,0	3,0
Пшениця	13,1	15,2	13,1
Висівки пшеничні	2,0	1,0	1,0
Шрот соєвий СП 46 %	4,0	3,0	4,0
Шрот соняшниковий СП 43 %	20,9	22,7	22,7
Крейда кормова	5,4	4,3	4,9
Вапнякова мука	3,0	2,5	3,0
Сіль кухонна	0,46	0,32	0,32
Монокальцій фосфат	1,0	1,0	1,0
Монохлоргідрат лізину 98 %	0,34	0,18	0,18
Премікс П1	1,0	1,0	1,0
Всього	100	100	100

Кожна група включала п'ять самців віком 2 місяці із середньою живою масою 105,6 і 102,1 г відповідно. Протягом 12 діб пацюкам згодовували комбікорми для курей-несучок з введенням екструдованої кукурудзи та ВКД.

Протягом усього експерименту тварини знаходилися під щоденним наглядом: відмічалась їх поведінка, стан волосяного покриву і слизових оболонок, зміни маси тіла. Динаміка росту маси тіла лабораторних щурів показана на рис. 1.

Середньодобовий приріст живої маси щурів в контрольній 1 групі складав $3,2 \pm 0,18$ г/добу, у дослідних 2 і 3 групах — $4,5 \pm 0,45$ і $4,0 \pm 0,36$ г/добу, що на 40,63 % і 25,0 % більше, ніж у контрольній групі, відповідно.

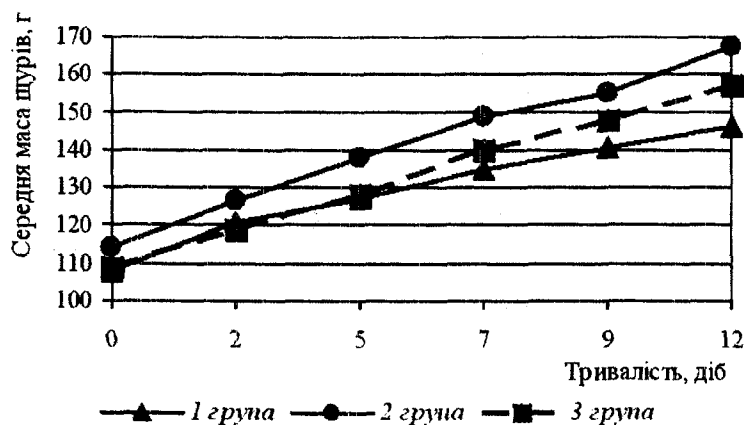


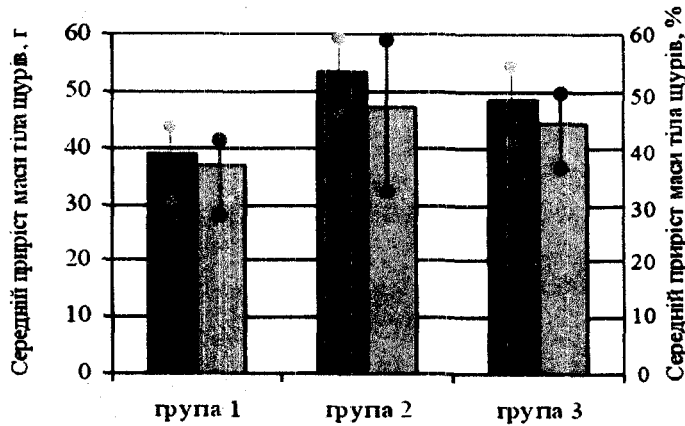
Рис. 1 — Динаміка росту середньої маси тіла щурів

Абсолютні прирости живої маси щурів в контрольній групі складали $38,8 \pm 2,13$ г/гол, а у дослідних, відповідно, $53,4 \pm 5,37$ і $48,4 \pm 4,34$ г/гол.

Відносні прирости живої маси щурів в контрольній групі склали $36,6 \pm 3,31$ %/гол, а у дослідних 2 і 3 групах $47,2 \pm 5,88$ і $44,3 \pm 3,36$ %/гол, відповідно.

Значення абсолютного та відносного приросту живої маси щурів в контрольній та дослідній групі знаходиться в межах похибки дослідження (рис. 2).

В групі, яка отримувала комбікорм № 2 спостерігалась підвищена зацікавленість в момент видачі комбікорму.



Вертикальні лінії — 95-відсоткові довірчі інтервали для середніх значень

Рис. 2 — Абсолютний (г) і відносний (%) прирости маси тіла білих шурів

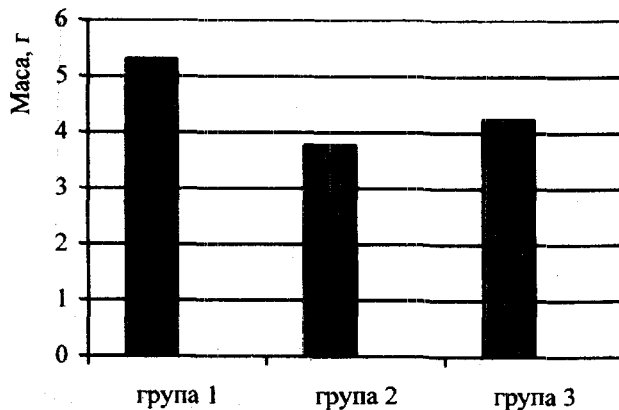


Рис. 3 — Витрати комбікормів, г

молодняка сільськогосподарської птиці в кількості до 25%. Крім того, враховуючи мікроелементний склад ВКД, доцільно проводити перерахунок складу преміксу, що дозволить знизити собівартість готових комбікормів, і, відповідно, готової тваринницької продукції.

Література

1. Єгоров, Б. В. Розробка технології виробництва функціональних кормових добавок [Текст] / Б.В. Єгоров, Т.В. Бордун, А.І. Шарова та ін. // Наукові праці ОНАХТ. – 2013. – Т. 1, № 43. – С. 20–26.
2. Макарина, А. В. Морские водоросли как компонент комбикормов [Текст] / А. В. Макарина // Зернові продукти і комбікорми – 2014. – № 4 (56). – С. 44–50.
3. Макарина, А. В. Технологічні способи переробки водоростей // 75 наукова конференція викладачів ОНАХТ: тези доповідей – Одеса: МОН України, ОНАХТ, 2015. – С. 28–29.
4. Гершунская, В. В. Сравнительное исследование химического состава и показателей безопасности коммерческих образцов *Laminaria japonica* [Текст] / В. В. Гершунская, А. В. Петруханова // «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана»: мат. Межд. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – Ч. II. – С. 29–32.
5. Селютин, О. С. Сравнительная фармако-токсикологическая оценка кормовых добавок для плотоядных [Электронный ресурс]: дисс. ... канд. вет. наук.: 16.00.04 / Селютин Ольга Сергеевна. – Санкт-Петербург, 2002. – 151 с. – Режим доступа: <http://medical-diss.com/veterinariya/sravnitel'naya-farmako-toksikologicheskaya-otsenka-kormovyh-dobavok-dlya-plotoyadnyh> – Название с экрана.

Споживання комбікормів по всім групам знижувалось з 20,4 г/100 г маси тіла на початку експерименту до 17,3 г/100 г маси тіла в кінці експерименту, при цьому загальні витрати комбікормів в групах збільшувалися по мірі зростання маси тіла шурів в середньому з 20 на початку експерименту до 24 г на добу. Відносно зниження маси комбікорму, який споживався, пов'язано зі зниженням цікавості шурів до нових кормів, склад яких не змінювався впродовж експерименту. Залишок комбікормів наприкінці доби в кормушках був схожий і коливався в межах 5 ± 2 г.

В дослідних групах, які споживали комбікорми з ВКД видимих змін стану волосного покриву і слизових оболонок ротової порожнини не спостерігалось.

Найменші витрати кормів спостерігалися для дослідної 2 групи, яка споживала комбікорми з вмістом ВКД 25%. Конверсія корму (витрати корму на отримання граму приросту живої маси шурів) у контрольній групі склала 5,31 г/г, у дослідних 2 і 3 групі — 3,78 і 4,2 г/г, що на 28,81 і 19,96% менше ніж у контрольній, відповідно (рис. 3).

Поставлений експеримент підтверджено актом проведення біологічних досліджень комбікормів.

Отримані результати досліджень свідчать про високу біологічну ефективність використання водоростевої кормової добавки у порівнянні з екструдованою кукурудзою, що вказує на можливість її використання у складі комбікормів для

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ БИОСЕНСОРОВ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ МУКИ

Крусир Г. В., д-р техн. наук, профессор, Кондратенко И. П., ст. преподаватель
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Проведено исследование безопасности образцов муки как компонентов сырья для производства хлебобулочных изделий. Безопасность данного пищевого сырья определялась методами биотестирования тест-организмами различных систематических групп. Исследования безопасности муки фитотестированием проводили на основании исследования морфологических изменений при проращивании семян редиса. Водный экстракт исследуемых образцов муки отфильтровывался и подвергался взаимодействию с семенами редиса красного в течение 96 часов при гидромодуле 1:5 и температуре 20 °С. Исследовалась динамика изменения длины корней. На втором этапе исследований в качестве биотест-системы использовались простейшие — инфузории Colpodasteinii. Метод основан на извлечении из исследуемых продуктов различных фракций токсичных веществ полярной и неполярной природы с последующей экспозицией экстрактов с культурой инфузории Colpodasteinii. Для третьего этапа эксперимента в качестве биотест-организмов использовались клетки животного происхождения. Метод основан на способности метиленового синего присоединять водород, который отделяется от окислительного субстрата (клетка животного происхождения) в процессе дыхания и восстанавливается в бесцветную лейкоформу. Полученные результаты подтверждают закономерности определения токсичности исследуемых образцов с использованием различных классов биотест-систем, а, следовательно, и возможность использования последних в качестве биотест-организмов при определении безопасности муки.

The article deals with research of flour sample security as ingredient for bakery products. Security of this food raw material has been determined via bioassay methods of different taxonomic groups by applying test-organisms. Flour safety phytotesting research has been conducted on the basis of morphological changes research during radish-seed germination. The aqueous extract of test samples (flour samples) has been sorted out and exposed to interaction with radish-seed during 96 hours at water duty 1:5 and temperature 20 °C. The dynamics of changing root length has been analyzed. Second stage of research implied protozoa - ciliates Colpodasteinii as bioassay system. The method is based on extracting toxic substance fractions having polar and non-polar nature from the investigated products assisted by successive exposure of extracts with Colpodasteinii culture. Third stage of experiment employed cells of animal origin as bioassay-organisms. The method is based on hydrogenating ability of methylene blue resulting in hydrogen separation from oxidative substrate (cell of animal origin) while breathing, and reduction to colorless leuco form. Obtained results confirm toxicity determination principles of test samples using different bioassay-system classes, and consequently possibility for using the latter as bioassay-organisms in flour security determination.

Ключевые слова: мука, биотестирование, токсичность, фитотестирование, сырье.

Введение. Развитие общества на современном этапе все чаще сталкивается с проблемами обеспечения безопасности пищевых продуктов. Следствием возрастающего антропогенного влияния на окружающую природную среду и интенсификации использования природных ресурсов, не всегда рационального и без соблюдения надлежащих мероприятий безопасности, является стойкая тенденция к росту концентрации контаминантов в пищевом сырье. Значительное место в проблеме обеспечения безопасности пищевых продуктов занимает оценка безопасности, для чего широко применяют биологические методы, включающие биосенсорные технологии и биотестирование [1].

Постановка проблемы. Наиболее интенсивное развитие биотестирование получило на рубеже XX и XXI веков. В данное время спектр тест-организмов расширился и охватывает разнообразные гидробионты (зеленые водоросли), макрофиты, простейшие (инфузории, жгутиковые), кишечнорастворимые (гидры), черви (планарии, пиявки), моллюски (пластинчатожаберные, брюхоногие), ракообразные (дафнии, гаммарусы), рыбы и т.д.

Классификация методик биотестирования включает такие критерии, как тип тест-объекта, тест-реакцию, токсичность, использование приборного обеспечения (рис. 1).

Литературный обзор. Степень опасности токсикантов, содержащихся в продовольственном сырье и продуктах питания, может быть установлена лишь методами прямой оценки их воздействия на живые организмы [2, 3]. Химико-аналитические методы не могут в полной мере дать оценку реальной опасности токсикантов, присутствующих в пищевых продуктах, поскольку при одновременном присутствии

нескольких веществ даже в концентрациях, не превышающих их ПДК, могут проявляться биологические эффекты, которые невозможно предсказать на основе данных о химическом составе поллютантов [4, 5].

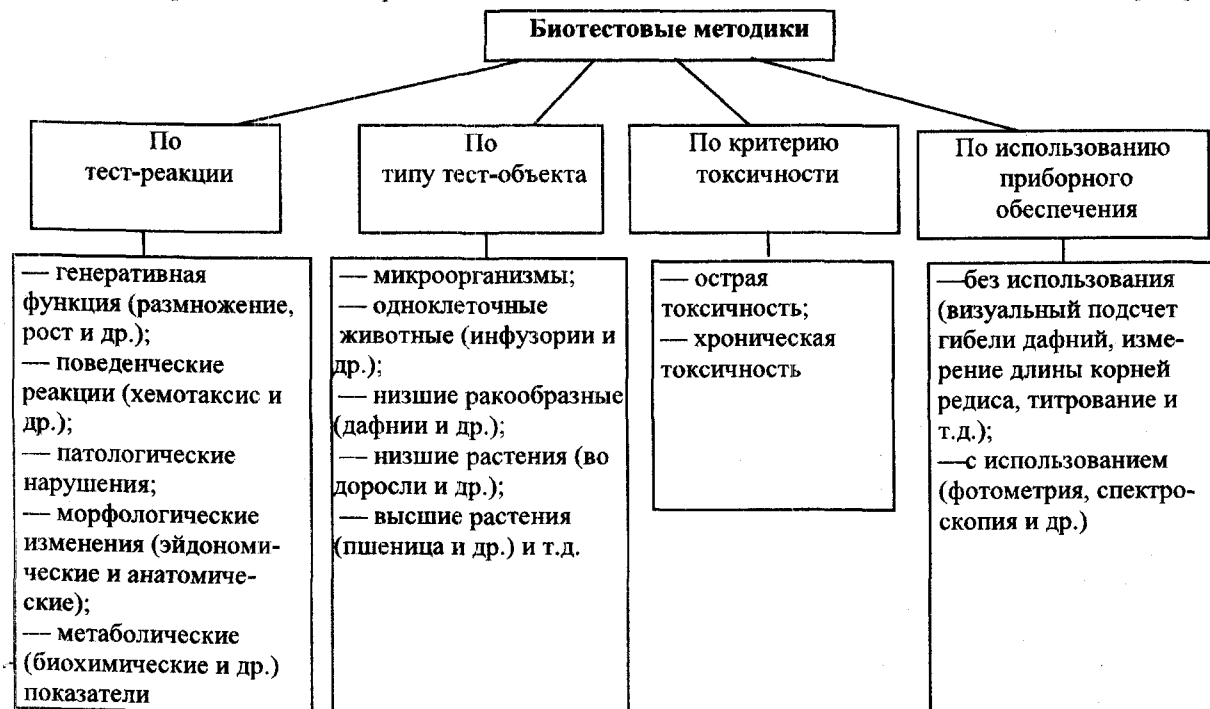


Рис. 1 — Классификация методик биотестирования

Токсичность — характеристика биологическая и не может быть определена без использования биологического объекта. Только прямые биологические методы могут составить интегральную оценку уровня опасности, вызываемого суммарным воздействием токсикантов с учетом их синергизма и антагонизма, взаимного влияния, а также образования продуктов биодеструкции и биотрансформации соответствующих токсических веществ [6]. Методы биотестирования обеспечивают фактический и предиктивный контроль безопасности, то есть позволяют прогнозировать поведенческую реакцию пищевых токсикантов. Преимущества биотестирования как основного метода исследования безопасности пищевой продукции представлены на рис. 2.

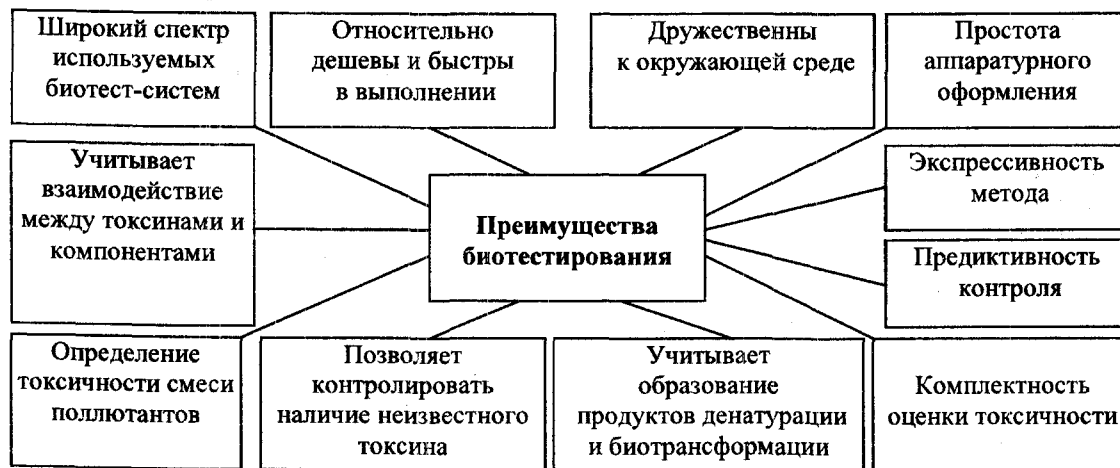


Рис. 2 — Преимущества биотестирования

Основная часть. Обладая специфическими преимуществами, ни один из биотестов не может служить универсальным тест-объектом, чувствительным ко всем веществам в равной степени. Различия в чувствительности организмов к отдельным химическим ингредиентам вызывают необходимость приме-

нения для контроля безопасности, по крайней мере, 3...4 биотеста на организмах разных трофических уровней животных, водорослях и бактериях. Выбор используемого типа тестов зависит, прежде всего, от цели исследования, а так же от свойств анализируемого образца и доступных ресурсов [7, 8, 9].

Цель работы — исследование безопасности образцов муки, как компонентов сырья для производства хлебобулочных изделий ("Мука пшеничная" ДСТУ 46.004-99) с применением различных классов биотестов. Исследованы 4 образца муки, включающие торговые марки «Макфа» (образец № 1), «Богумила», (образец № 2), «Французская штучка» (образец № 3), «Е» (образец № 4).

Безопасность данного пищевого сырья определялась методами биотестирования тест-организмами различных систематических групп:

- высшие растения;
- микроорганизмы;
- одноклеточные.



Рис. 3 — Биотестирование проращиванием редиса красного

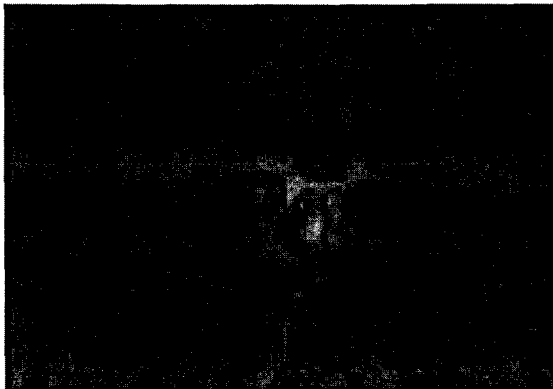


Рис. 4 — Инфузории *Colpoda steinii*

Исследования безопасности муки фитотестированием проводили на основании исследования морфологических изменений при проращивании семян редиса согласно СанПиН 2.1.7.573-96. Водный экстракт исследуемых образцов муки отфильтровывался и подвергался взаимодействию с семенами редиса красного в течение 96 часов при гидромодуле 1:5 и температуре 20 °С (рис. 3). Контрольный образец содержал дистиллированную воду. Исследовалась динамика изменения длины корней.

На втором этапе исследований в качестве биотест-системы использовались простейшие — инфузории *Colpoda steinii* (рис. 4). Метод основан на извлечении из исследуемых продуктов различных фракций токсичных веществ полярной и неполярной природы с последующей экспозицией экстрактов с культурой инфузории колподы согласно ГОСТ 13496.7-97.

Критерием определения токсичности служит время от начала воздействия испытуемого экстракта до гибели большинства (более 90 %) колпод, факт которой констатировался на основании полного прекращения их движения.

Выживаемость инфузორий вычислялась по формуле:

$$N \frac{N_2}{N_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где N_2 — суммарное количество инфузорок в исследуемой пробе для 4...5 повторностей через исследуемое время экспозиции;

N_1 — суммарное количество инфузорок в исследуемой пробе для 4...5 повторностей в начале опыта.

Для третьего этапа эксперимента в качестве биотест-организмов использовались клетки животного происхождения (рис. 5).

Для третьего этапа эксперимента в качестве биотест-организмов использовались клетки животного происхождения (рис. 5).

Метод основан на способности метиленового синего присоединять водород, который отделяется от окислительного субстрата (клетка животного происхождения) в процессе дыхания и восстанавливается в бесцветную лейкоформу в соответствии с МР 2.1.7.2279-07 МУ 1.1.037-95. Эксперимент включал экспозицию раствора метиленового синего в среде натрия хлорида с каплей свежеснятых клеток животного происхождения при 37 °С.

Определялось время обесцвечивания суспензии. Токсичность образцов муки прямо пропорциональна времени обесцвечивания с учетом шкалы токсичности, приведенной в табл. 1.

Для всех опытов рассчитывалось среднее квадратичное отклонение. Статистическая обработка результатов исследования проводилась при уровне значимости 0,1.

Таблица 1 — Шкала токсичности по продолжительности обесцвечивания метиленового синего

Токсичность продукта	Время обесцвечивания, (мин.)
Не токсичен	до 7
Средне токсичен	8...12
Токсичен	более 12

Апробация результатов исследований. На первом этапе проведена комплексная сенсорная оценка данных образцов (табл. 2).

Таблица 2 — Сенсорная оценка исследуемых образцов муки

Название показателя	Значение показателя для образцов муки
Цвет	Белый, белый с желтоватым оттенком
Запах	Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Вкус	Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький

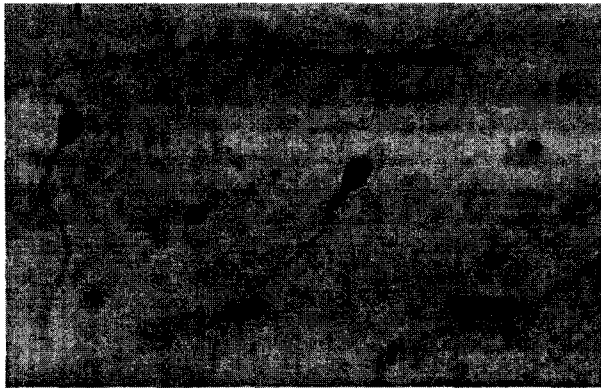


Рис. 5 — Сперматозоиды барана

Из результатов сенсорной оценки исследуемых образцов муки торговых марок «Макфа» (образец № 1), «Богумила», (образец № 2), «Французская штучка» (образец № 3) и «Е» (образец № 4) следует, что все образцы в соответствии с этими критериями относятся к муке высшего сорта [10, 11, 12].

Результаты определения показателей безопасности образцов муки методом биотестирования с помощью семян редиса красного представлены на рис. 6.

Динамика изменения длины корней редиса красного при экспозиции с экстрактом муки ТМ «Макфа» (образец № 1) и ТМ «Французская штучка» (образец № 3) повторяет изменения контрольного образца — № 5. Динамика изменения

длины корней в среде экстракта муки ТМ «Богумила» и ТМ «Е» (образец № 2 и № 4) значительно отличается от контрольного образца, что свидетельствует о наличии ингибиторов роста корней в соответствующих экстрактах муки.

На основании проведенных исследований установлено, что образцы ТМ «Макфа» и ТМ «Французская штучка» практически не содержат поллютантов и степень их токсичности варьирует в диапазоне 1...5 %, что позволяет отнести исследуемые образцы к нетоксичным [10] (табл. 3).

Таблица 3 — Степень токсичности образцов муки при биотестировании фитотестированием

Образец	Торговая марка муки	Длина корней редиса красного круглого, мм	Степень токсичности, α, %
1	«Макфа»	38,00	4,61
2	«Богумила»	34,00	14,32
3	«Французская штучка»	39,00	2,42
4	«Е»	28,00	30,02
5	Контрольный	40,00	0,00

Образец муки № 4 («Е») характеризовался максимальной степенью токсичности, что свидетельствует о наличии токсикантов, ингибирующих рост тест-организма.

Выживаемость инфузорий *Colpodasteinii* при биотестировании муки разных торговых марок представлена в табл. 4.

Выживаемость инфузорий в образцах 1, 2 и 3 находится в диапазоне 90...95 % через 24 часа экспозиции, что свидетельствует о высокой степени безопасности продукта данных торговых марок. Выживаемость инфузорий в образце № 4 на 35 % ниже контрольного образца, что подтверждает наличие в этом образце веществ, проявляющих токсическое воздействие.

Результаты экспериментальных исследований с использованием клеток животного происхождения в качестве тест-организмов представлены в табл. 5.

Таблица 4 — Выживаемость инфузорий *Colpoda steinii* при биотестировании образцов муки

Образец	Торговая марка муки	Выживаемость, %	Степень токсичности, α , %
1	«Макфа»	92,21	6,11
2	«Богумила»	90,31	8,05
3	«Французская штучка»	94,03	4,26
4	«Е»	63,31	35,54
5	Контрольный	98,21	0

Таблица 5 — Степень токсичности образцов муки при биотестировании клетками животного происхождения

Образец	Торговая марка муки	Время обесцвечивания метиленового синего, с	Степень токсичности, α , %
1	«Макфа»	328	5,11
2	«Богумила»	345	10,09
3	«Французская штучка»	318	2,32
4	«Е»	458	32,21
5	Контрольный	311	0,00

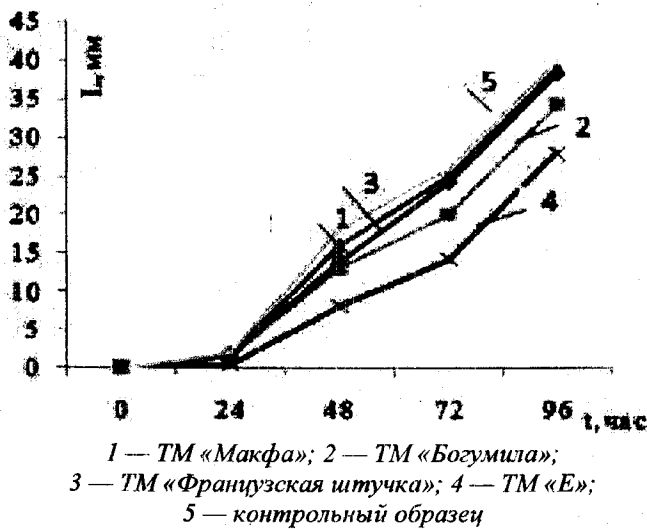


Рис. 6 — Динамика изменения длины корней редиса красного круглого при его экспозиции с экстрактом муки

Выводы. По итогам эксперимента можно сделать вывод, что степень токсичности образцов № 1, 2, 3 варьирует в рамках 2...10 %, что свидетельствует об их безопасности. Наиболее токсичным является образец № 4.

Подтверждены закономерности определения токсичности исследуемых образцов.

Проведено сравнительное изучение токсичности образцов муки с использованием биотест-систем, относящихся к различным систематическим группам. Полученные результаты подтверждают возможность использования биотестирования в качестве метода скрининга поллютантов (pointofcare-тестирование), а, следовательно, и возможность использования биотест-организмов относящихся к различным систематическим группам при определении безопасности муки.

Литература

1. Закон України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» [Електронний ресурс]: за станом на 17 груд. 2009 р. / Верховна Рада України – Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2/ – Назва з екрана.
2. Зайцева, О. В. Современное биотестирование вод, требования к тест-организмам и тест-функциям с позиций сравнительной физиологии и физиологических адаптационных процессов [Текст] / О. В. Зайцева, В. В. Ковалев, Н. Е. Шувалова // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 1994. – Т. 30, № 4. – С. 575–592.
3. Филенко, О. Ф. Биологические методы в контроле качества окружающей среды [Текст] / О. Ф. Филенко // Экологические системы и приборы. – 2007. – № 6. – С. 18–20.
4. Vosiylene, M. Z. Review of the methods for acute and chronic toxicity assessment of single substances, effluents and industrial waters [Text] / M. Z. Vosiylene // Acta Zoologica Lituanica. – 2007. – Vol. 1. – P. 3–15.
5. Joshi, V. K. Food Processing Waste Management [Text] / V. K. Joshi Joshi, V. K., Sharma S. // Treatment and Utilization Technology. – 2007. – P. 285–288.
6. Флеров, Б. А. Биотестирование: терминология, задачи, перспективы [Текст] / Б. А. Флеров // Теоретические вопросы биотестирования: сб. науч. тр. / Институт биологии внутренних вод. — Волгоград, 1983. — С. 13–20.

7. Wadhia, K. Ecotoxicological characterization of waste [Text] / K. Wadhia // Springer Science+Business Media. — 2009. — P. 145–152.
8. Терехова, В. А. Технологии биотестирования в оценке экотоксичности отходов [Текст] / В. А. Терехова // Экология производства. — 2009. — №1. — С. 48–51.
9. Yung-Tse, H. Advanced Waste Treatment in the Food Processing Industry [Text] / H. Yung-Tse, L. K. Wang, N. K. Shamma // CRC Press. — 2009 — P. 223–243.
10. Соколова, С. А. К вопросу об унификации методов проведения токсикологических экспериментов в целях биотестирования [Текст] / С. А. Соколова, Л. Е. Айвазова // Теоретические вопросы биотестирования: сб. науч. тр. / Институт биологии, внутренних вод. — Волгоград. — 1983. — С. 79–81.
11. Рубин, А. Б. Биофизические методы в экологическом мониторинге [Текст] / А. Б. Рубин // Соросовский Образовательный Журнал. — 2000. — Т. 6, № 4. — С. 7–13.
12. Barna, Sz. Eco-toxicological evaluation of soils polluted with copper [Text] / Sz. Barna, Z. Szabo, Gy. Fleky, Cs. Dobolyi // Trace Elements in the Food Chain. — 2006. — P. 186–190.

УДК [631.576.3:635.655]-021.4:621.796

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СЕМЯН СОИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ХРАНЕНИЯ

Егорова А. В., канд. техн. наук, доцент, Труфкати Л. В., канд. техн. наук, доцент,
Евдокимова Г. И., канд. техн. наук, доцент, Шпырко Т. В., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В данной работе исследовано влияние различных режимов хранения на изменения биохимических и микробиологических показателей качества семян сои. Подобраны условия, способствующие снижению интенсивности окислительных процессов и замедлению процессов жизнедеятельности всех живых компонентов семян сои. Установлены закономерности, позволяющие спрогнозировать допустимые сроки и стойкость семян при определенных условиях хранения.

This paper investigates the effect of different storage conditions on changes on biochemical and microbiological parameters of soybean seeds quality. The conditions that contribute to reduce the intensity of oxidative processes and slowing of life processes of all living components of soybean seeds were selected. Principles that allow to predict acceptable terms and resistance of seeds under certain conditions of storage were established.

Ключевые слова: семена сои, показатели качества, хранение, режимы, жиры, окисление, микрофлора.

Постановка проблемы. Проблема полноценного здорового питания актуальна для производителей пищевых продуктов во многих странах мира. Наиболее перспективным способом поддержания физиологических функций и активной жизнедеятельности организма человека является производство продуктов питания, обогащенных белоксодержащими добавками растительного происхождения. Приоритетным источником растительного сырья для производства таких продуктов питания являются зернобобовые культуры. Они содержат высококачественный белок и, кроме того, являются источником полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон, не содержат холестерина и твердых жиров.

Среди растительных белков лидирующее положение занимают белки бобовых культур и, в частности, семян сои.

Семена бобовых широко применяются для супов, каш, соусов, суррогатов кофе, консервов.

Соя занимает особое место среди бобовых культур благодаря уникальному химическому составу и высокой усвояемости. Массовая доля полноценного белка в семенах сои составляет более 40 % в сочетании со значительной массовой долей липидов — более 20 %. В мире соя — самая распространенная бобовая культура. Два основных продукта, получаемых из семян сои — соевая мука и соевое масло. Высокобелковую муку (70...90 % белка) применяют как заменитель белка животного происхождения при производстве мясных, колбасных, молочных, макаронных, кондитерских, хлебобулочных изделий и других продуктов питания [1, 2]. Очищенное соевое масло также используют при производстве маргарина, майонеза, различных заправок для салата и других пищевых продуктов. Выделенный из соевого масла лецитин находит применение при производстве дрожжей, пищевых добавок — комплексных улучшителей качества хлеба. В хлебопекарном производстве широко применяют и другие продукты, вырабатываемые из семян сои — соевое молоко, соевую белковую массу, соевый творог и сыворотку. В настоящее время разработаны рецептуры хлебобулочных изделий, отличающихся высокой биологической ценностью, дополнительными компонентами которых являются продукты переработки семян сои [3].

Ингредиенты семян сои оказывают многочисленные оздоровительные эффекты на организм человека. Соевые продукты с успехом применяются для профилактики при нарушении липидного, углеводного и минерального обмена, а также иммунного статуса. Их рекомендуют включать в рационы питания в случае возникновения сердечнососудистых, онкологических, мочекаменных заболеваний, также при сахарном диабете, остеопорозе, расстройствах пищеварения, заболеваниях мозга и нервной системы, ожирении, дисбактериозах, возрастных гормональных нарушениях как у мужчин, так и у женщин. Эти ценные свойства компонентов семян сои позволяют рекомендовать соевые продукты в качестве лечебно-профилактических широкого спектра [1].

Известно, что основа безопасности пищевых продуктов закладывается еще на стадии заготовки сырья. Между тем, даже из высококачественного сырья может быть получена небезопасная продукция, если во время хранения сырья или его переработки происходили нарушения установленных технологических режимов, особенно режимов хранения [4].

Борьбу с потерями и снижением питательных свойств зерна и зернопродуктов возможно осуществлять только на основе глубоких знаний их химического состава, сложных биологических и химических процессов, интенсивность которых зависит от особенностей объекта и условий окружающей среды.

Одним из важнейших показателей качества и безопасности любого пищевого продукта служит также его микробиологическая характеристика. Степень обсемененности и видовой состав микробиоты не только характеризует качество данного продукта, но и позволяет судить о тех нежелательных процессах и изменениях, которые могут произойти в нем при хранении.

Показатель количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (МАФАНМ) — наиболее распространенный микробиологический тест. Он повсеместно применяется в пищевой промышленности для микробиологической оценки качества сырья и готовой продукции и их стойкости при хранении. Идентификация и определение количества патогенных, условно-патогенных микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей необходимы с точки зрения безопасности, так как наличие патогенных и превышение предельно допустимой нормы по количеству условно-патогенных микроорганизмов и микромикробов может стать причиной пищевых отравлений.

Целью работы было установление максимально возможного срока хранения семян сои при различных условиях хранения.

Объекты исследования. Нами проведены исследования по изменению содержания жира, кислотности, кислотному и перекисному числу, а также влиянию режимов хранения на изменение микробиоты семян сои. Образцы сои в количестве по 1 кг хранили в полотняных мешочках в условиях холодильной камеры ($t = (4...6) \pm 1$ °C), термостате ($t = 25 \pm 1$ °C), а также в лабораторных условиях при комнатной температуре ($t = (12...15) \pm 1$ °C). Относительная влажность воздуха при всех условиях хранения поддерживалась в пределах 60...70 %. Продолжительность хранения составляла 12 месяцев.

Методы исследований. Биохимические исследования семян сои проводили перед закладкой, а также через каждые три месяца хранения по общепринятым методикам [5, 6]. Результаты биохимических исследований приведены в табл. 1.

Микробиологические исследования образцов также проводили перед закладкой и через каждые 3 месяца хранения. Для определения качественного и количественного состава микробиоты использовали как классические методики, так и современный микробиологический экспресс-анализатор BacTrac 4300 (Австрия), работа которого основана на регистрации изменений электрического сопротивления (импеданса) питательной среды, происходящего в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Основным преимуществом данного метода является облегчение работы микробиолога и сокращение времени исследования от 1...7 суток по классическим методикам до 24 ч для определения МАФАНМ и 48 ч для определения микромикробов.

Пробы отбирали в стерильную посуду в асептических условиях, исключающих микробное загрязнение образцов из окружающей среды. Качественный и количественный состав микробиоты образцов определяли по микробиологическим и санитарным показателям, к которым относятся количество МА-ФАНМ, микромицетов (плесневых грибов и дрожжей), бактерий группы кишечных палочек (БГКП) с последующей идентификацией. Общее количество бактерий определяли методом посева смывов различной степени разведения в мясопептонный агар (МПА), плесневых грибов и дрожжей — в сусло-агар (СА) с последующим культивированием при температуре 30 ± 1 °С в течение 24...48 ч и при температуре 28 ± 1 °С в течение 5...7 суток соответственно. Споровые формы бактерий определяли в пастеризованных смывах с образцов, которые высевали на комплексную питательную среду МПА и СА в соотношении 1:1 [7, 8].

Результаты микробиологических исследований представлены в табл. 2.

Результаты исследований. Интенсивность химических изменений, происходящих при различных температурах хранения неодинаково. В процессе хранения семян сои изменяется содержание жира и его качество. Так, после 12 месяцев хранения при температуре $(5...25) \pm 1$ °С массовая доля жира в семенах сои составляла соответственно 18,20 % и 17,89 %, тогда как в исходном образце — 18,90 %.

Качественные изменения жира семян сои в процессе хранения вызываются ферментами липазой и липоксигеназой, ферментами микроорганизмов, а также воздействием кислорода воздуха. Под действием фермента липазы происходит расщепление жира на глицерин и свободные жирные кислоты, что приводит к увеличению кислотности и кислотного числа. Температура хранения значительно влияет на скорость нарастания как кислотности, так и кислотного числа жира. Понижение температуры хранения тормозит накопление свободных жирных кислот. Так, после 12 месяцев хранения при $t = 5 \pm 1$ °С, кислотность семян сои увеличилась на 0,57 град, а при $t = 15 \pm 1$ °С она выросла на 1,05 град. Более высокий рост кислотности происходил при температуре хранения 25 ± 1 °С — на 2,4 град. Кроме того установлено, что хранение семян сои при температуре 25 ± 1 °С приводит к активации фермента липазы и, как следствие, к значительному увеличению кислотности и кислотного числа жира.

Таблица 1 — Изменение показателей качества жира в процессе хранения семян сои

Температура, °С	Продолжительность хранения, месяцы	Массовая доля жира, %	Кислотность, град.	Кислотное число, мг КОН	Перекисное число, ммоль/кг
5	0	18,90	2,9	6,15	3,80
	3	18,51	3,15	7,03	4,20
	6	18,44	3,24	8,45	4,65
	9	18,35	3,39	9,19	4,80
	12	18,20	3,47	10,54	4,95
15	0	18,90	2,9	6,15	3,80
	3	18,43	3,35	8,65	4,75
	6	18,36	3,65	10,04	5,06
	9	18,32	3,81	11,48	5,65
	12	18,06	3,95	12,62	6,0
25	0	18,90	2,9	6,15	3,80
	3	18,34	3,52	10,01	5,02
	6	18,22	3,78	14,25	6,35
	9	18,16	4,96	15,42	7,20
	12	17,89	5,52	16,82	8,50

Перекисное число служит показателем окислительных изменений жира. В присутствии кислорода воздуха жирные кислоты, входящие в состав жиров, могут частично окисляться и образовывать перекиси и гидроперекиси, что соответственно приводит к увеличению перекисного числа. Установлено, что низкие температуры хранения замедляют процессы окисления жиров.

Следует отметить, что семена сои, несмотря на высокое содержание жира, относительно стойки при хранении на протяжении 12 месяцев, что можно объяснить высоким содержанием в них витамина E, который является природным антиоксидантом.

В результате анализа микробиологических показателей качества семян сои было установлено, что основным представителем бактериальной флоры является эпифитная, мелкая, подвижная, грамтрицательная, не спорообразующая палочка *Erwinia herbicola* — нормальный спутник семян при хранении в стандартных условиях. Принято считать, что количество этих бактерий является показателем свежести семян. Содержание бактерий *Erwinia herbicola* от общего количества всех бактерий составило 72,4 %.

Таблица 2 — Микробиологические показатели качества семян сои при различных режимах хранения

Температура, °С	Продолжительность хранения, месяцы	Состав микробиоты (КОЕ/г × 10 ³)						
		МАФАнМ			Микромицеты			
		Всего	<i>Erwinia herbicola</i>	<i>p. Bacillus</i>	Всего	<i>p. Aspergillus</i>	<i>p. Penicillium</i>	Прочие грибы
5	0	30,00	21,72	4,15	0,90	0,00	0,20	0,70
	3	24,10	15,10	4,17	0,70	0,00	0,20	0,50
	6	17,40	10,30	4,15	0,60	0,00	0,30	0,30
	9	10,30	4,40	4,20	0,50	0,00	0,25	0,25
	12	7,20	2,45	4,18	0,40	0,00	0,30	0,10
15	0	30,0	21,72	4,15	0,90	0,00	0,20	0,70
	3	28,60	19,40	4,17	0,85	0,00	0,25	0,60
	6	25,45	17,10	4,17	0,70	0,00	0,20	0,50
	9	16,50	8,50	4,20	0,75	0,00	0,35	0,40
	12	9,62	3,48	4,20	0,50	0,00	0,30	0,20
25	0	30,0	27,12	4,15	0,90	0,00	0,20	0,70
	3	29,30	20,30	4,20	0,90	0,05	0,30	0,55
	6	27,00	18,70	4,21	0,80	0,06	0,34	0,40
	9	19,40	10,30	4,23	0,70	0,05	0,35	0,30
	12	13,47	4,75	4,23	0,70	0,05	0,45	0,20

Из спорообразующих бактерий были обнаружены бациллы группы «*subtilis-licheniformis*», относительное содержание которых составило 13,8 % от общего количества бактерий, а количество колиформных бактерий (БГКП) составляло 14,0 %. Из микромицетов перед закладкой на хранение обнаружены полевые грибы родов *Cladosporium*, *Alternaria*, *Rhizopus* и незначительное количество не идентифицированных грибов. Присутствие дрожжей не выявлено ни в одном из исследуемых образцов.

Одним из основных факторов, оказывающих влияние на рост и развитие микробиоты семян, находящихся на хранении, является относительная влажность воздуха, однако, этот показатель находится в прямой зависимости от температуры.

Интенсивность микробиологических изменений, происходящих в семенах сои при различных температурах хранения, неодинакова. Данные, характеризующие динамику качественных и количественных изменений микробиоты семян сои, свидетельствуют о том, что в процессе хранения при температуре 5 °С, 15 °С, 25 °С и относительной влажности воздуха 60...70 % количество бактерий и микромицетов снижалось. Так, после 12 месяцев хранения при температуре 5±1 °С количество бактерий уменьшилось на 79 %, а при температуре хранения 15±1 °С и 25±1 °С — на 68 и 55 % соответственно.

Результаты микробиологического контроля показали, что наибольшее снижение наблюдается при температуре хранения 5±1 °С, наименьшее — при температуре хранения 25±1 °С. Уменьшение количества бактерий происходило за счет отмирания, главным образом, бактерий *Erwinia herbicola*, что является естественным природным процессом. Качественный и количественный состав спорообразующей микробиоты семян сои при всех температурных режимах оставался практически без изменений.

Микромицеты практически не развивались, однако наблюдалась смена их видового состава. Количество грибов родов *Cladosporium*, *Alternaria*, *Rhizopus* и других не идентифицированных полевых грибов снижалось, и к двенадцатому месяцу хранения оно сократилось в 5...9 раз в сравнении с началом хранения.

Постоянными представителями грибной микробиоты семян сои оставались грибы рода *Penicillium*, и только к третьему месяцу хранения при температуре 25±1 °С появились грибы рода *Aspergillus*.

Следует отметить, что во всех исследуемых образцах при различных режимах хранения патогенные и условно-патогенные представители, такие как кишечная палочка, сальмонеллы, золотистый стафилококк, обнаружены не были. Наличие микромицетов и бактерий находилось в пределах нормы, что свидетельствует об обеспечении соответствующих санитарно-гигиенических условий хранения.

Выводы. По результатам биохимических исследований можно сделать заключение, что интенсивность окислительных процессов как ферментативного, так и неферментативного характера зависит от температуры хранения. Количество и качество жира при всех изученных процессах хранения изменяется. Снижение температуры хранения значительно замедляет скорость ферментативных процессов, поэтому

хранение семян сои при температуре, не превышающей $(4...6) \pm 1$ °С, позволяет увеличивать его продолжительность.

Проведенные микробиологические исследования позволяют рекомендовать хранение семян сои при температуре $(5...15) \pm 1$ °С и влажности до 12 %, так как при данных условиях значительно замедляются процессы жизнедеятельности микроорганизмов, задерживается рост бактерий и плесневых грибов, что положительно влияет на сохранность качества и безопасность семян.

Положительная роль низких температур заключается в действии, тормозящем развитие и жизнедеятельность всех живых компонентов зерновой массы; так как при низких температурах замедляется развитие микроорганизмов, не размножаются насекомые и клещи, резко падает интенсивность дыхания семян и сорняков. Для снижения возможности заражения семян избыточной микробиотой решающее значение приобретает их своевременная очистка перед закладкой на хранение.

При использовании семян сои в качестве пищевого сырья, а также при переработке на соевое молоко, масло, муку и другие продукты, необходимо подвергать семена мойке или термической обработке, соблюдая режимы, обеспечивающие сохранность физиологических и биологических свойств их компонентов.

Таким образом, знание закономерностей изменения биохимических свойств семян сои, а также количественного и качественного состава их микробиоты позволяют подобрать и обосновать оптимальные режимы и сроки хранения.

Литература

1. Капрельянц, Л. В. Соевые продукты и ингредиенты: химия, технология, использование [Текст] / Л. В. Капрельянц, Т. В. Шпырко, Л. В. Труфкати. – О.: ТЭС, 2014. – 196 с.
2. Петибская, В. С. Соя: химический состав и использование [Текст] / В. С. Петибская; рец. В. Ф. Баранов [и др.]; ред. В. М. Лукомец. – Майкоп: ОАО "Полиграф-Юг", 2012. – 432 с.
3. Кудрявцева, А. А. Человек на пороге XXI века [Текст] / А. А. Кудрявцева // Пищевая промышленность. – 1999. – № 3. – С. 21–22.
4. Смирнова, Т. А. Микробиология зерна и продуктов его переработки [Текст] / Т. А. Смирнова, Е. И. Кострова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 159 с.
5. ДСТУ ISO 729:2005. Насіння олійних культур. Визначення кислотності олії [Текст]. – Взамін ISO 729:1988; чинний від 2006–10–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 5 с.
6. ГОСТ 26593–85. Масла растительные. Методы измерения перекисного числа [Текст]. – Введ. 1986–01–01. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 5 с.
7. ГОСТ 10444.15–94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов [Текст]. – Введ. 1997–01–01. – М.: Издательство стандартов, 1996. – 5 с.
8. ГОСТ 10444.12–88. Продукты пищевые. Методы определения дрожжей и плесневых грибов. [Текст]. – Введ. 1990–01–01. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 9 с.

УДК [635.658:581.142]:54.021

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОРОЩУВАННЯ ЗЕРЕН СОЧЕВИЦІ

Тележенко Л. М., д-р техн. наук, професор, Атанасова В. В., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Стаття спрямована на визначення змін в процесі пророщування сочевиці за різних режимів та дослідженню змін в її хімічному складі. В статті наведено аналіз найбільш значущих складових сочевиці, що виявляють негативну дію при її засвоєнні. Проаналізовано зміну найбільш впливових хімічних складових сочевиці у процесі біопробудження зерна, що призводить до поліпшення перетравлюваності продукту та його впливу на обмін речовин у організмі людини.

The article aims at identifying changes in the process of germination of lentil under different regimes and the study of changes in its chemical composition. The article presents the analysis of the most significant components of lentils, have a negative effect upon adoption. Analyzes changes in the most influential chemical consti-

tuents of lentil in the process buprenorphine grain, resulting in improved digestibility of the product and its effect on metabolism in the human bod.

Ключові слова: сочевиця, пророщування, білок, вуглеводи, антипоживні речовини.

Вступ. При пророщуванні зерна сочевиці проходить ряд перетворень, які призводять до активації ферментативних процесів, зміни хімічного складу сировини і структурно-механічних характеристик, ступінь яких визначається режимними параметрами процесу.

Наявність в сочевиці високополімерних білків, вуглеводів, таких як рафіноза та стахіоза, та інших антипоживних речовин ускладнює засвоєння продуктів її переробки. Одним із ефективних методів попередньої обробки, що дозволяє знизити дію антипоживних речовин продукту є пророщування.

При пророщуванні зерна у зв'язку з різкою активацією ферментів відбувається розщеплення білків і вуглеводів. Як результат цих змін — краще засвоєння їх організмом, підвищення їх харчової цінності, поліпшення функціонально-технологічних властивостей. Частково подібного ефекту можна досягти при довготривалій вологотермічній обробці, проте така обробка супроводжується втратою біологічно-активних сполук сировини. Процес пророщування є єдиним, що нівелює негативну дію практично усіх антипоживних складових сочевиці. Таким чином, застосування пророщування сочевиці дозволить покращити її поживні властивості за умови наукового обґрунтування параметрів процесу пророщування.

Мета роботи — дослідити режимні параметри процесу пророщування сочевиці та їх вплив на зміну хімічного складу зерна.

Матеріали та методи дослідження. Предметом дослідження була сочевиця сортів Луганчанка, Дніпровська 3, Красноградська 49 та Красноградська 250, що підлягала пророщуванню, а також показники якості та безпечності.

Методи досліджень — загальноприйняті та спеціальні фізичні, хімічні, фізико-хімічні, мікробіологічні, органолептичні, методи оптимізації технологічних процесів з використанням сучасних приладів та устаткувань.

На першому етапі необхідно було провести аналіз хімічного складу різних сортів сочевиці, визначити його вплив на організм людини та шляхи щодо підвищення засвоєності сировини.

На другому етапі досліджували режимні параметри процесу пророщування сочевиці та вплив пророщування на зміну білкового, вуглеводного складу сочевиці. Визначали вплив пророщування сочевиці на зміну її технологічних та поживних властивостей.

Результати. Для пророщування зерна є необхідними три умови: волога, доступ кисню, певний мінімум тепла. Суха маса зерна при пророщуванні значно знижується, так як у цей період зерно втрачає значну кількість органічних речовин. Ці втрати є наслідком процесів дихання, що відбувається при пророщуванні. За нашими даними та даними інших дослідників [1, 2] інтенсивність дихання залежить від вологості зерна і при значенні вологості 13...15 % значно зростає. Масова частка вуглекислого газу виділена за 24 год пророщення сочевиці досягає 50...60 мг на 100 г сухої речовини. Тому від параметрів пророщування залежить активація реакцій біотрансформацій складових речовин сочевиці [3].

Послідовність технологічних процесів підготовки зерна сочевиці сортів Луганчанка, Дніпровська 3 та Красноградська до пророщування побудована відповідно до технологічної схеми виробництва солоду.

Чисту питну воду заливали у ємність з попередньо зваженим зерном так, щоб рівень води був вище рівня зерна. Після ретельного перемішування суміш залишали на 1...1,5 год, потім знімали ті часточки, що сплили, воду зливали і додавали дезінфікуючу речовину за методикою, що застосовується при виробництві солоду і знову залишали на 2...3 год. Після чого зерно промивали і замочували у цій же ємності. Перед кінцем замочування у воду додавали розчин перманганату калію (2,5...5,0 мг/100 г до маси зерна).

Процес пророщування здійснювали повітряно-зрошуючим способом у ящиках з перфорованою вставкою з періодичним зрошенням через кожні 4...6 год. Оскільки температура і тривалість процесу впливають на вологовміст зерна, то саме ці параметри контролювали. Температуру зерна при пророщуванні підтримували у діапазоні 18...23 °C (в залежності від періоду року). Через кожні 4...6 год продували повітря, а через 6...8 год зерно ворушили для рівномірного пророщування. Під час ворушіння зерно зрошували розчином перманганату калію (4 мг/100 г розчину). Досліджували зміну вологості зерна при пророщуванні за різних температур у фіксованому інтервалі (наближеному до температури довкілля) протягом 60 год (рис. 1).

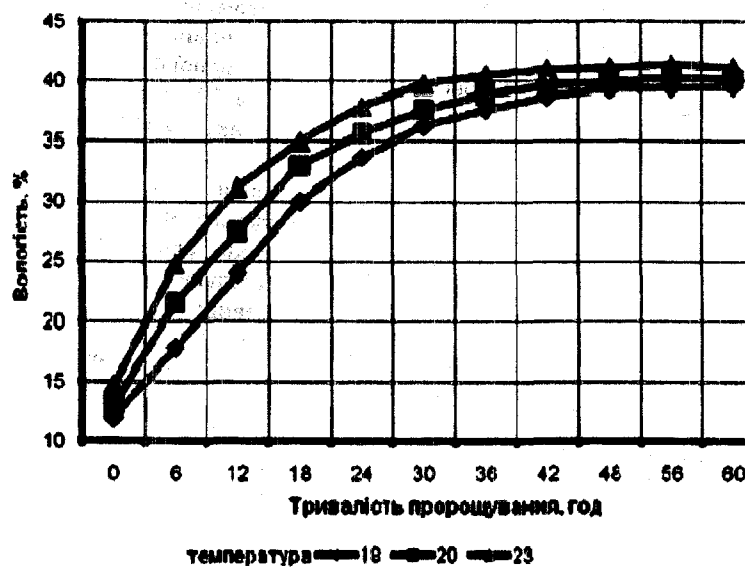


Рис. 1 — Вплив температури і тривалості замочування (пророщування) на вологість сочевиці

ням якості проростків.

Температуру замочування та пророщування сочевиці нами обрано на рекомендованому оптимально-му рівні у зв'язку з тим, що одним із завдань процесу пророщування є біотрансформація антипоживних сполук. При низькій температурі (менше 10 °C) ферментний гідроліз не забезпечує повного руйнування небажаних олігосахаридів і лектинів, які обумовлюють фітогемаглютинінову активність [5]. При температурі більше 40 °C відбувається небажаний процес бродіння простих вуглеводів, який випереджає процес гідролізу лектинів і олігосахаридів.

В період пророщування, що починається через 24 год для сортів Луганчанка і Дніпровська 3 від початку замочування, спостерігається активний ріст паростків протягом тривалого часу (рис. 2). Початком цього етапу можна вважати стадію прокльовування, при якій розмір проростка становить 0,5...1,0 мм, а тривалість стадії складає 10...12 год. Сочевиця сорту Красноградська 49 починає прокльовуватись лише через 36 год після замочування, що обумовлює вірогідність вищої мікробіологічної контамінації.

Подальше пророщування протягом 10...12 год має повільний характер, і за цей час довжина проростка досягає 2,0...2,2 мм. Після чого ростові процеси активізуються. На п'яту добу після початку замочування ростові процеси сповільнюються, проте ростки сочевиці набувають якісно інших властивостей.

Процес замочування і пророщування супроводжується не лише зростанням вологості зерна з початкових 13,8...14,0 % до 41,3...42,6 %, а й інтенсифікацією дихання [6], що корелює з підвищенням вологості. Зерно з вологістю 14,9...15,5 % дихає в два-чотири рази інтенсивніше, ніж сухе, а інтенсивність дихання зерна вологістю 17 % і вище зростає в 20...30 разів. Іншими словами, при підвищенні вологості зерна інтенсивність дихання зростає нерівномірно — спочатку незначно, а потім відбувається різкий стрибок, який за дослідженнями В. Л. Кретовича [1] обумовлений появою в зерні вільної вологи. При пророщуванні зерна сочевиці слід щодня визначати та контролювати його вологість та чітко визначити режимні параметри процесу пророщування.

Обмеження тривалості процесу пророщування пов'язане з тим, що біоактивація зерна та утворення біологічно-активних сполук є характерним лише для початку пророщування. Подальші ростові процеси знижують загальну цінність продукту та масову частку в них вітамінів, мінералів, рослинних ферментів та фітогормонів. Саме наявність фітогормонів є унікальною особливістю пророслих зерен, що визначають їх біологічну активність і лікувальні властивості [7].

Біохімічні перетворення білків та вуглеводів, які відбуваються у зерні, протікають у нашому організмі під час перетравлювання цих поживних речовин. Звісно, що у значній мірі хімічний склад пророслих зерен залежить від якості вхідної сировини та умов пророщування.

При зволоженні сочевиці наведених вище сортів водою, набування зерна на початковій стадії процесу протікає більш інтенсивно за температури 23 °C, а зі зниженням температури інтенсивність зміни маси зерна зменшується. У наведеному діапазоні температур вологість різних зразків зерна через 48...60 год після початку замочування відрізняється незначно і складає близько 40 % тому навмисно підвищувати температуру води на вказаній стадії процесу немає необхідності.

За даними інших авторів [4], підвищений температурний рівень впливає на мікробіологічну контамінацію зерна, що пророщується, тому обирати температурний діапазон необхідно не лише з огляду на інтенсивність пророщування, але і з урахуванням



1 — Красноградська 49; 2 — Луганчанка; 3 — Дніпровська 3

Рис. 2 — Динаміка збільшення довжини ростків сочевиці у процесі пророщування за температури 20±1 °С

Багатий хімічний склад сочевиці обумовлює наявність у продукті з пророслого зерна численних макро- та мікрокомпонентів. У табл. 1 наведено основні компоненти сухої і пророщеної сочевиці у розрахунку на 100 г продукту та у перерахунку на суху масу.

Сочевиця особливо багата на білок, масова частка якого у перерахунку на сухі речовини складає 32,3 %. Загальна масова частка білка у сочевиці при пророщуванні протягом 54 год дещо збільшується і складає 33,5 % на суху речовину.

При пророщуванні збільшується концентрація водо- та солерозчинних фракцій білка за рахунок луго- та спиртоторозчинних фракцій, які погано перетравлюються. Спиртова фракція складає дуже нез-

нок луго- та спиртоторозчинних фракцій, які погано перетравлюються. Спиртова фракція складає дуже нез-

Таблиця 1 — Хімічний склад зерна сочевиці (на 100 г)

(n=5; p≥0,95)

Показники	Масова частка, г/100 г			
	сухе зерно		зерно пророщене	
	на загальну масу	на сухі речовини	на загальну масу	на сухі речовини
Вода	14,5	—	40,0	—
Білки	27,6	32,3	20,1	33,5
Жири	1,1	1,3	0,6	1,0
Вуглеводи засвоювані:	46,4	54,3	32,5	54,2
моно- і дисахариди	3,0	3,5	4,5	7,5
крохмаль	43,4	50,8	28,0	46,7
Вуглеводи незасвоювані:	7,4	8,6	4,7	7,8
клітковина	3,8	4,4	2,7	4,5
пектин	3,6	4,2	2,0	3,3
Зола	2,9	3,4	2,1	3,5
Вітаміни, мг/100 г				
β-каротин	0,03	0,03	0,02	0,03
Вітамін B ₁ (тіамін)	0,5	0,58	0,6	1,0
Вітамін B ₂ (рибофлавін)	0,21	0,25	0,38	0,63
Вітамін PP (ніацин)	1,8	2,1	2,3	3,8
Вітамін B ₉ (фолієва кислота)	100	116,9	190	316,6
Вітамін E	0,5	0,58	6,8	11,3
L-аскорбінова кислота	Сл.	Сл.	25,0	41,7
Макроелементи, мг/100 г				
Калій	675	789,5	441	735
Кальцій	85,0	99,5	82,3	137,2
Магній	80,0	93,6	55,4	92,4
Фосфор	249,0	291,2	174,8	291,4
Хлор	75,0	87,7	48,1	80,2
Мікроелементи, мкг/100 г				
Залізо	11700	13684,2	8413,9	14023,1
Калорійність, ккал	294	—	207,5	—

начну частку в усіх сортах, а після пророщування сочевиці такі білки практично відсутні. Загальна кількість білків в усіх досліджених сортах сочевиці приблизно однакова і відрізняється від сумарної кількості фракційних білків на величину нерозчинного осаду, який складає для сухого зерна близько 1,4 %, а для пророщеного 1,2 %.

Пророщування сочевиці супроводжується збільшенням довжини проростка та процесом дихання в результаті чого відбувається зміна вуглеводів сировини. Як видно з даних табл. 1, масова частка крохмалю при пророщуванні зменшується на 8 %, а вміст моно- та дисахаридів зростає удвічі.

Крохмаль — одна з головних речовин, що міститься в зерні бобових. У досліджуваних зразках зерна сочевиці вміст крохмалю складає 46,6...50,8 % (на суху речовину) в залежності від сорту, що наведено на рис. 3.

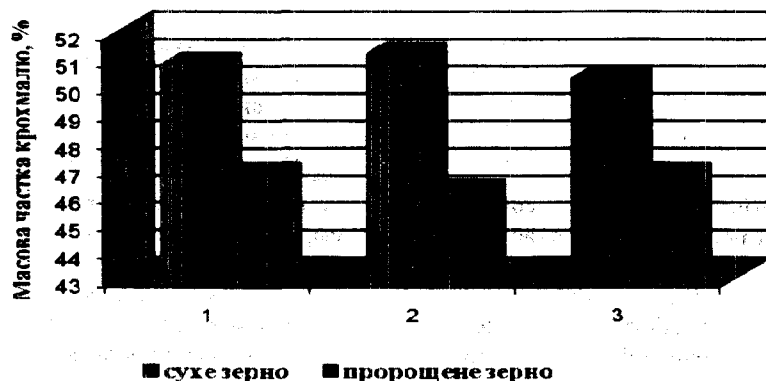


Рис. 3 — Зміна масової частки крохмалю при пророщуванні (температура 20±1 °С, тривалість — 54 год)

У процесі пророщування зерна сочевиці за температури 5 °С спостерігається поступове незначне зменшення вмісту в ньому крохмалю [8]. Слід зазначити, що активно цей процес протікає при температурі від 20 °С до 30 °С і тривалості пророщування понад 24...48 год. Встановлено, що між вмістом крохмалю і тривалістю пророщування існує зворотна залежність.

За температури пророщування зерна сочевиці 15...16 °С утворюються переважно сахароза і продукти її гідролізу, при температурі 20...23 °С — мальтоза.

При гідролізі крохмалю утворюються цукри різної молекулярної маси. Негідролізований крохмаль відіграє певну роль при приготуванні готової страви, оскільки при тепловій обробці він клейстеризується і створює в'язку консистенцію супу-шпоре.

Особливо важливо дослідити зміну важкозасвоюваних олігосахаридів сочевиці при пророщуванні. Оскільки при ферментативному гідролізі рафінози під дією α -галактозидази відщеплюється залишок α -галактопіранози, то за кількістю утвореної галактози можна побічно судити про руйнування рафінози. Подальша дія сахарози призводить до утворення залишків: α -глюкопіранози та β -фруктофуранози. При гідролізі стахіози утворюється два залишки α -галактози та по одному залишку α -глюкози і β -фруктози [1]. Зростання масової частки цих моносахаридів при пророщуванні свідчить про наведені вище ферментативні перетворення під час біотрансформації сировини. Дослідження зміни масової частки моносахаридів при пророщуванні сочевиці (температура 20±1 °С, тривалість — 54 год) представлено у табл. 2.

В сухому зерні рослин є фермент β -манозидаза, а при пророщуванні синтезуються ще два — α -галактозидаза та ендо- β -маннаназ [9]. Виявлені у пророщеному зерні сочевиці різних сортів галактоза (у кількості до 1,0 %), глюкоза і фруктоза та зменшення масової частки олігосахаридів свідчать про їх перетворення. Специфічність дії α -галактозидази спрямована на розпад рафінози та стахіози призводить до зниження їх масової частки у пророслих зернах. Здуття та негативна дія бобових, що виникає при їх споживанні через наявність стахіози, після розпаду тетрасахаридів не спостерігається.

Таблиця 2 — Вплив пророщування на зміну моно- і олігосахаридів сочевиці

(n=5; p≥0,95)

Вид цукру	Масова частка цукру у сочевиці, %			
	Луганчанка		Дніпровська 3	
	сухе зерно	пророщене	сухе зерно	пророщене
Галактоза	—	0,9	—	1,0
Глюкоза	—	0,6	—	0,7
Фруктоза	—	0,4	—	0,5
Сахароза	1,8	4,4	1,7	4,6
Рафіноза	0,3	0,03	0,4	0,04
Стахіоза	1,0	0,1	1,1	0,1

Підвищена вологість та достатня кількість легкодоступних поживних речовин в пророслому зерні призводить до швидкого розвитку мікрофлори. Кількість пліснявих грибів в пророслому зерні може бути у 18 разів більше, ніж в непророслому. Для того, щоб позбутися забруднення можливими отрутохімікатами та іншими шкідливими речовинами зерно промивали до тих пір, доки вода не стане прозорою.

В ході досліджень визначали загальне мікробне число, кількість грибів та патогенних мікроорганізмів [10]. Визначення мікробіологічних показників проводили методом підрахунку колоній, що виростили на твердому поживному середовищі в результаті посіву змиву зерна в чашках Петрі. Результати досліджень наведені в табл. 3.

Таблиця 3 — Мікробіологічні показники зерна сочевиці

Тривалість пророщування, діб	МАФАнМ, КУО/г	Загальна кількість грибів, КУО/г	Наявність патогенних мікроорганізмів
0	4×10^3	1×10^2	Не виявлено
1	5×10^3	2×10^2	Не виявлено
2	6×10^3	3×10^2	Не виявлено
3	6×10^3	3×10^2	Не виявлено

Оскільки за наведених умов мікробіологічна контамінація сочевиці зростає, а величина паростків у більшості об'єктів досліджень за 54...56 год пророщення досягає значень 2...3 мм, то тривалість проведення процесу доцільно обмежити наведеним вище терміном.

Висновки. Таким чином, застосування пророщування сочевиці дозволяє збалансувати ряд показників її інгредієнтного складу, що дозволить поліпшити якість страв з сочевиці. Встановлені параметри процесу пророщування. Показано, що пророщування сочевиці необхідно обмежити за температурою і тривалістю та рекомендувати наступний режим: температура довкілля 18...23 °С, тривалість 54...56 год до досягнення довжини проростка 2...3 мм. Доведено, що застосування пророщування при переробці сочевиці дозволяє підвищити у сировині масову частку легкозасвоюваних сполук та зменшити негативну дію антипоживних сполук. Зміни, які протікають в сочевіці при пророщуванні, певним чином впливають на насиченість органічних властивостей страв виготовлених з неї.

Література

1. Кретович, В. Л. Техническая биохимия [Текст]: учебное пособие для студентов университетов и технологических институтов пищевой промышленности / В. Л. Кретович, Л. В. Метлицкий, М. А. Бокучава; под ред. В. Л. Кретовича. – М., «Высшая школа», 1973. – 456 с.
2. Атанасова, В. В. Страви на основі пророщеної сочевиці як продукт функціонального призначення [Текст] / Основи раціонального харчування студентів: матер. Всеукраїнського семінару молодих вчених, аспірантів та студентів. – Донецьк, [б.в.], 2010. – с. 34.
3. Касьянова, Л. А. Влияние режимов прорастивания на химический состав зерна тритикале [Текст] / Л. А. Касьянова, Е. Н. Урбанчик, О. В. Агеенко. // 36. науч. праць ДонДУЕТ. – 2009. – № 22. – с. 375–383.
4. Дуденко, Н. В. Фізіологія харчування [Текст]: навчальний посібник для технологічних та товарознавчих факультетів торг. вищих навч. закладів / Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцька Л.Ф. – Х.: НВФ „Студцентр”. 1999. – 392 с.
5. Химия и биохимия бобовых растений [Текст]: научное издание. Пер. с англ. К. С. Спектрова / ред. М. Н. Запрометов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 336 с.
6. Казаков, Е. Д. Основные сведения о зерне [Текст]: научное издание / Е. Д. Казаков; Зерновой союз. – М.: [б. и.], 1997. – 144 с.
7. Тележенко, Л. Н. Биологически активные вещества фруктов и овощей и их сохранение при переработке [Текст] / Л. Н. Тележенко, А. Т. Безусов. – Одесса: «Optimum», 2004. – 268 с.
8. Рогов, И. А. Химия пицци [Текст]: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 260300 "Технология сырья и продуктов животного происхождения", специальностям 260301 "Технология мяса и мясных продуктов", 260302 "Технология рыбы и рыбных продуктов", 260303 "Технология молока и молочных продуктов" и по направлению 240900 "Биотехнология", специальности 240902 "Пищевая биотехнология" / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко; ред. И. С. Беленькая; рец.: Г. И. Касьянов, А. Г. Храмов. – Москва: КолосС, 2007. – 853 с.
9. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – Москва: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. – 168 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКАЦІЇ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПСЕВДОПЛАСТИЧНИХ РІДИН

Безусов А. Т., д-р техн. наук, професор, Нікітчина Т. І., канд. техн. наук, докторант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У роботі досліджена зміна структурно-механічних характеристик модельних розчинів цитрусового пектину від властивостей модифікованого пектину. Встановлено, що кількість іона кальцію, який вноситься, значною мірою впливає на ефективну в'язкість модельних зразків розчину цитрусового пектину. Досліджений прямий зв'язок між ефективною в'язкістю і напругою зрушення, які є основною характеристикою структурно-механічних властивостей дисперсних систем.

The paper investigates change of the structural and mechanical characteristics of model solutions of citrus pectin on the basis of properties of modified pectin. It has been determined that the amount of calcium ion, which is introduced, significantly influences effective viscosity of model samples of the citrus pectin solution. Direct relationship between effective viscosity and shear stress that are the main characteristic of structural and mechanical properties of dispersed systems is studied.

Ключові слова: реологія, розчин цитрусового пектину, ступінь етерифікації, іони кальцію, біотехнологія.

До основних реологічних властивостей харчових продуктів відносяться в'язкість, пружність, що мають тісний зв'язок в оцінці консистенції продукту. Консистенція багатьох фруктово-овочевих продуктів обумовлена наявністю в них пектинових речовин. Пектинові речовини розрізняються за молекулярною масою, ступенем етерифікації кислого полісахариду — полігалактуронана [1].

— Важливою властивістю пектинових речовин, яке має відношення до консистенції є здатність утворювати цукрово-кислотно-пектинові желе. Міцність зв'язків пектинового желе залежить від співвідношення вільних і етерифікованих карбоксильних груп. Желеутворення частково обмілених пектинів вище желуючої здатності пектину з високим ступенем етерифікації з яких вони отримані. При ступені етерифікації нижче 50 % система втрачає властивість утворювати цукрово-кислотне желе, але набуває здатність утворювати желе з Ca^{+2} . Як наслідок утворення іонних зв'язків між молекулами пектину безпосередньо через іони Ca^{+2} [2].

Утворення желе також зв'язують з наявністю зони зв'язування, між молекулами полігалактуронана (ПГ) і при її збільшенні відбувається утворення нерозчинного осаду. Нейтральні полісахариди — розгалужені ксилігалактуронан, апіогалактуронан, рамногалактуронан-I і рамногалактуронан-II можуть бути пов'язані з основним ланцюгом ПГ, утворюючи бічні відгалуження, які обмежують міру асоціації молекул ПГ. Зони зв'язування утворюються між регулярно нерозгалуженими молекулами пектинових речовин, в тих випадках, коли негативний заряд $-\text{COOH}$ груп нейтралізований кислотою. Зменшення міри гідратації молекул ПГ досягається додатковим внесенням в нього розчиненої речовини (головним чином цукру) [3].

Утворення желе можливе внесенням в розчин речовин, що утворюють місткові зв'язки між молекулами ПГ, в консервній промисловості використовують солі Ca^{+2} . Утворення таких зв'язків можливе за наявності великої кількості вільних $-\text{COOH}$ груп, характерних для низькоетерифікованих пектинових речовин (НПР) [4].

Метою роботи стало дослідження впливу ступеня етерифікації ферментативно модифікованих пектинових речовин на реологічні властивості розчинів цитрусового пектину.

Для дослідження впливу модифікованого пектину на зміну реологічних властивостей розчинів, готували модельні системи з цитрусового пектину з масовою часткою 0,1...1 %, ферментованого рослинною пектинметилестеразою до зниження ступеня етерифікації з 68 % до 32 %. Вимір реологічних параметрів отриманих розчинів цитрусового пектину проводили на приладі "Реотест-2". За отриманими результатами будували залежності швидкості деформації ϵ і в'язкості η від напруги зрушення P , P_a (реологічні криві в'язкості і плинності). Реологічна крива плинності розчинів пектину (з ступенем етерифікації 32 %) з різною його масовою часткою представлена рис. 1.

З експериментальних даних видно, що отримані системи структуровані і проявляють псевдопластичні властивості. Низькоетерифікований цитрусовий пектин із ступенем етерифікації 32 % утворює наймі-

ціншу структуру, коли масова частка пектину в розчині 0,8...1,0 %, яка поступово руйнується під впливом навантаження.

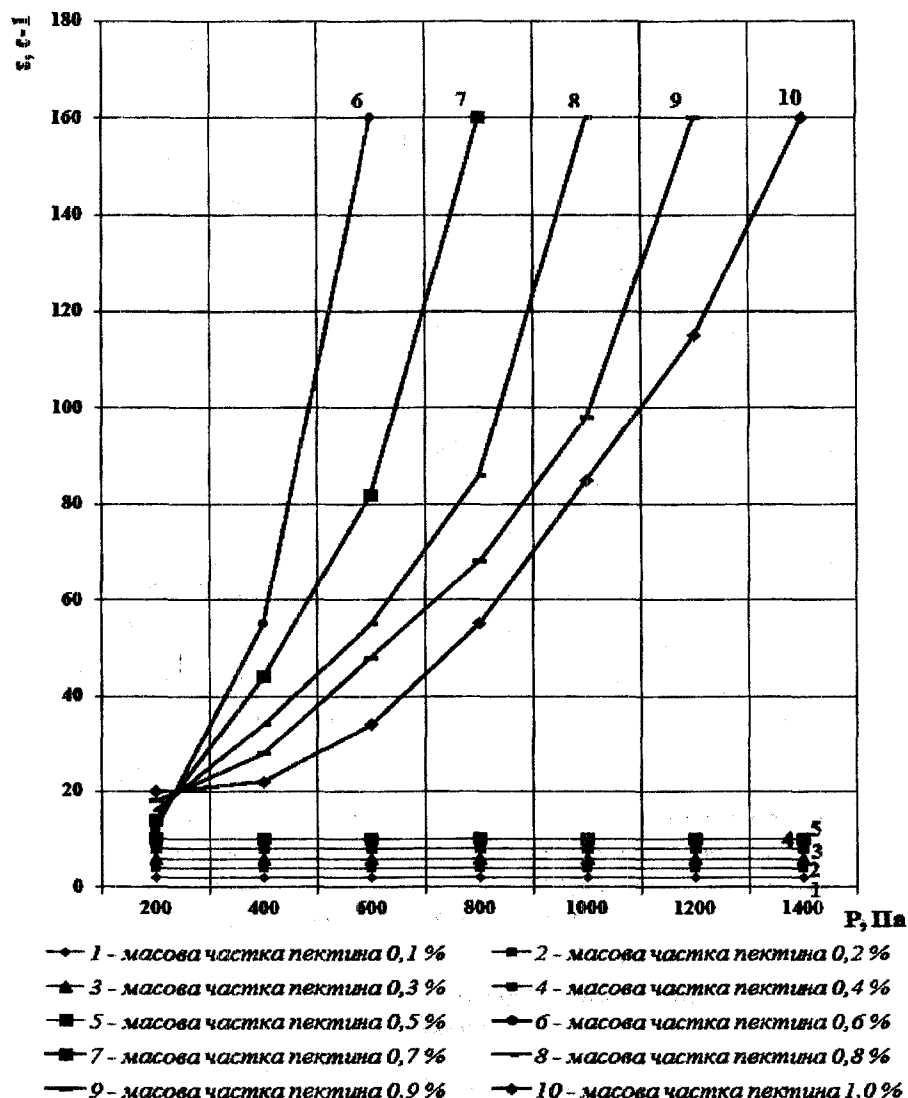


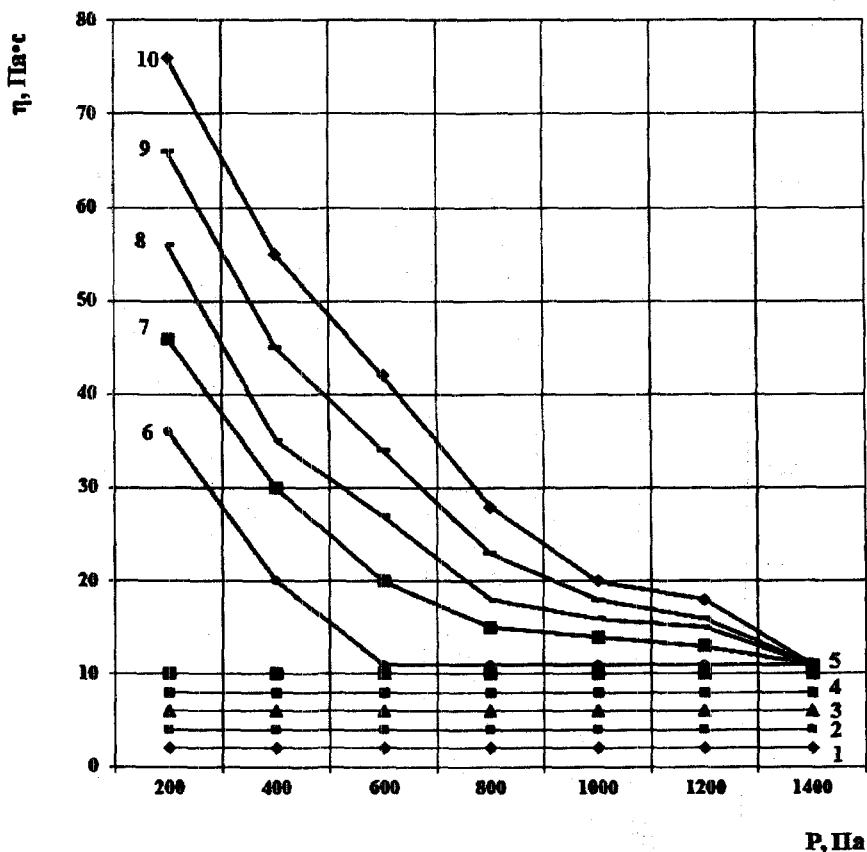
Рис. 1 — Реологічні криві плинності розчинів цитрусового пектину з НПР і різною масовою часткою пектинових речовин

У даному режимі деформації отримані повні реологічні криві для розчинів із ферментованим цитрусовим пектином із ступенем етерифікації 32 % з масовою часткою пектину 0,6...1,0 %. Для пектинових розчинів із ступенем етерифікації пектинових речовин 32 %, при відносно невеликому вмісті полігалактуронану 0,1...0,5 %, реологічні криві випрямляються та йдуть паралельно осі напруги зрушення, що свідчить про слабке зчеплення частка-полімер і низьку агрегативну стійкість (рис. 2).

У модельних системах з модифікованим цитрусовим пектином із масовою часткою пектинових речовин в розчині 0,8...1,0 % велика міцність структурних зв'язків і утвореної надмолекулярної структури, в порівнянні з аналогічними розчинами, але з масовою часткою пектину 0,1...0,6 %. Тому, ці системи більше проявляють пластичні властивості і поступово руйнуються при збільшенні навантаження.

Порівняльний аналіз регуляторів консистенції 1 % низькоетерифікованих розчинів пектину показав, що високу в'язкість і структуроутворюючу здатність мають лактат і глюконат кальцію (рис. 3).

Для розробки конкретних рекомендацій по введенню іонів кальцію в модельні композиції з масовою часткою 1 % НПР досліджували реологічні властивості бінарних систем отриманих при різних співвідношеннях цитрусового пектину із ступенем етерифікації 32 % і іонів кальцію.



- ◆ 1 - масова частка пектина 0,1 %
- ▲ 3 - масова частка пектина 0,3 %
- 5 - масова частка пектина 0,5 %
- 7 - масова частка пектина 0,7 %
- 9 - масова частка пектина 0,9 %
- ◆ 2 - масова частка пектина 0,2 %
- 4 - масова частка пектина 0,4 %
- ◆ 6 - масова частка пектина 0,6 %
- 8 - масова частка пектина 0,8 %
- ◆ 10 - масова частка пектина 1,0 %

Рис. 2 — Реологічні криві в'язкості розчинів цитрусового пектину з ННР і різною масовою часткою пектинових речовин



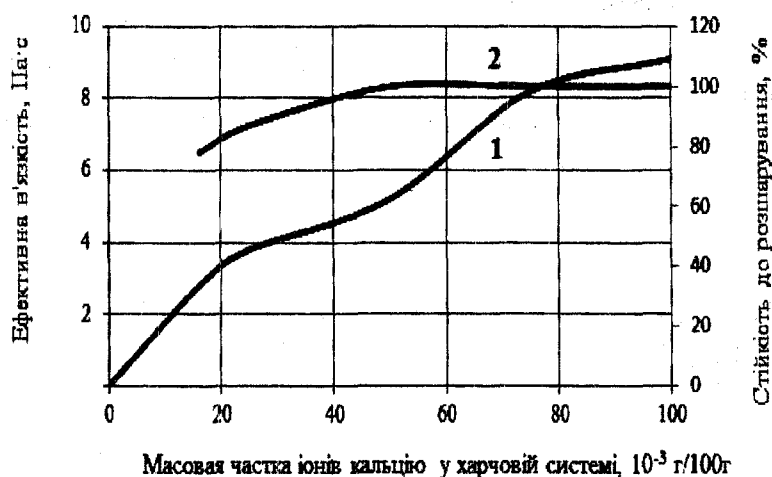
Рис. 3 — Реологічні криві в'язкості розчинів цитрусового пектину з ННР (зі ступенем етерифікації пектинових речовин 32 %) і різною масовою часткою іонів кальцію

в'язкість бінарної системи знижується, що, ймовірно пов'язано зі зменшенням поверхневого натягнення розчину структуроутворювачів.

Висока в'язкість і найкраща стійкість до розшарування забезпечуються при вмісті іонів кальцію у бінарній системі від $50 \cdot 10^{-3}$ до $100 \cdot 10^{-3}$ г/100 г (рис. 4).

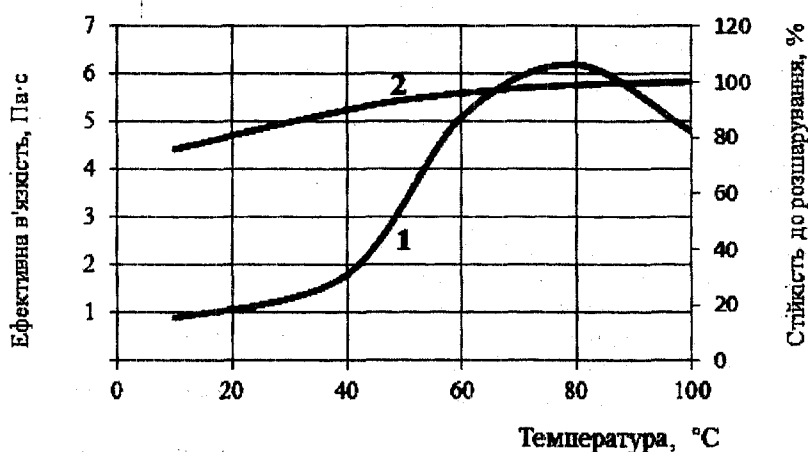
З метою обґрунтування оптимальних температурних режимів відновлення композиції полімер—іони кальцію досліджували залежність стійкості до розшарування і в'язкості харчової системи від температури відновлення (рис. 5).

Виявлено, що зі збільшенням температури збільшується в'язкість бінарної системи, оскільки при нагріванні покращується процес розподілу дисперсної фази в дисперсному середовищі. Проте при температурі вище $85 \text{ }^\circ\text{C}$



1 — ефективна в'язкість; 2 — стійкість до розшарування

Рис. 4 — Залежність ефективної в'язкості і стійкості до розшарування від складу бінарної системи «низькоетерифікований цитрусовий пектин—іони кальцію»



1 — ефективна в'язкість; 2 — стійкість до розшарування

Рис. 5 — Залежність ефективної в'язкості і стійкості до розшарування бінарної системи «низькоетерифікований цитрусовий пектин—іони кальцію» від температури

Висновок. Проведені дослідження дозволили встановити, що з метою забезпечення необхідних реологічних властивостей відновленого пектинового желе раціональним є введення в рецептуру бінарної композиції «низькоетерифікований цитрусовий пектин—іони кальцію» з масовою часткою пектинових речовин не менше 1 % та іонів кальцію у межах 50...100 мг/100 г. Отримані дані реологічних властивостей стабілізаційних систем на основі низькоетерифікованого пектину одержаного біохімічним способом дають можливість спрогнозувати структурно-механічні властивості термостабільних гелів для структурованих продуктів з розширенням їх функціонального призначення.

Література

1. Матц, С. А. Структура и консистенция пищевых продуктов [Текст]: переводное издание / С. А. Матц; пер. с англ. под ред. А. Ф. Наместникова. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 239 с.

- Warrand, J. Structural investigations of the neutral polysaccharide of *Linum usitatissimum* L. seed mucilage [Text] / J. Warrand., P. Michaud., L. Picton at all // Int. J. Biol. Macromol – 2005. – Vol. 35, Issue 3–4. – P. 121–125.
- Голубев, В. Н. Пектин: химия, технология, применение [Текст] / В. Н. Голубев, И. П. Шелухина. – М.: Изд-во АТН РФ, 1995. – 387 с.
- Донченко, Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов [Текст] / Л. В. Донченко – М.: Изд-во Дели, 2000. – 255 с.

УДК 641.521:639.211.2

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ИМИТИРОВАННЫХ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ

¹Маноли Т. А., канд. техн. наук, доцент, ¹Глушков О. А., канд. техн. наук, ассистент,

¹Барышева Я. О., магистр, ²Чибич Н. В., ст. преподаватель

¹Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

²Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь

Основным условием производства имитированных балычных изделий является наличие сырьевых источников, которые отвечают ряду требований, прежде всего размерам мышечного волокна, химического состава и способности к созреванию. В работе исследованы основные морфологические признаки мышечной ткани и ее биохимические особенности: определены условия интенсификации процесса созревания, формирующие вкус, аромат и консистенцию мышечной ткани.

The main condition for production of the cured fillet products is availability of sources of raw materials that meet a number of requirements, primarily, of size of muscle fibers, chemical composition and ability to mature. The paper investigates main morphological characteristics of the muscle tissue and its biochemical features: conditions of intensification of the maturation process that form taste, aroma and consistence of the muscle tissue were determined herein.

Ключевые слова: лосось, имитированные рыбные продукты, пиленгас, толстолобик

Рыбное хозяйство занимает важное место в экономике Украины и представляет собой многоотраслевой комплекс с различными предприятиями как по роду деятельности, так и по формам собственности.

Существующий объем уловов биоресурсов составляет 91,2 тыс. тонн, что обеспечивает среднедушевое потребление всего 2 кг в год при рекомендуемом ФАО ВОЗ объеме потребления на уровне 23 кг [1].



Рис. 1 — Потребление рыбы и рыбных продуктов населением Украины

При этом в США этот показатель составляет 22,6 кг, в Китае — 25,7 кг, в Норвегии — 47,4 кг, Японии — 64,7 кг. В настоящее время отечественное рыбное хозяйство обеспечивает менее 10 % потребности населения в рыбе и морепродуктах [2]. Остальную часть обеспечивает импорт, в основном в замороженном виде. С каждым годом украинцы все меньше потребляют рыбу (рис. 1).

Прогнозируется, что в 2015 году этот показатель сократится до 9,9 кг на человека против 10,8 кг в 2014 году [3]. Один из самых популярных видов импортной рыбопродукции — лососевые. Представленные на рынке Украины лососевые, в основном, являются видами, выращенными в искусственных условиях. В настоящее время имеется целый ряд исследований, посвященных изучению отличий химического состава диких лососевых и выращенных в искусственных условиях.

Кроме отличий в химическом составе мяса выращенные в различных условиях особи лососей имеют отличия в «натуральности» цвета мышечной ткани. Привычный для обычного покупателя яркий розовый цвет мяса лосося, объясняется для особей, выращенных в искусственных условиях обитания, использованием химического красителя кантаксантина. Свойственным данным видам цвет мяса в дикой природе объясняется в основном присутствием в рационе мелких ракообразных. Европейская комиссия провела ряд исследований, в ходе которых была установлена связь между повышенным потреблением кантаксантина и, как следствие, проблемами со зрением. Решением Европейской комиссии для стран ЕС установлена максимально разрешенная концентрация кантаксантина, которая не должна превышать 25 мг/кг корма для лосося, форели.

Последней нашумевшей новостью на рынке лососевых стало решение Федерального Агентства США по контролю над продуктами питания и медикаментами (FDA) в сентябре 2010 года. Генетически модифицированный лосось, выведенный американской компанией Aqua Bounty Technologies, признан американскими властями таким же безопасным для питания, как и любой другой вид атлантического лосося. Трансгенный лосось растет в два-три раза быстрее. Через 12 месяцев трансгенный лосось весит уже 1340 г, в тоже время особь обычного атлантического лосося набирает за этот период лишь 663 г. Товарного размера генетически модифицированная рыба достигает к 18...24 месяцам, тогда как особи нормального вида — лишь к 30.

Федеральным Агентством принято решение продавать ГМ-лосося без указания особых предупреждений на этикетке. Потребители теперь не осведомлены о покупке ГМ-продукта [4]. В связи с вышперечисленными факторами возникает вопрос необходимости разработки технологии производства имитированных продуктов лососевых на основании имеющейся сырьевой базы. Рыбоперерабатывающей отраслью выпускается разнообразный ассортимент имитированной продукции из биоресурсов: продукты, имитирующие мясо ракообразных, белковые коагуляты типа творогов, аналоги икры лососевых и осетровых [5]. Большой интерес у потребителя вызывает продукция, имитированная под мышечную ткань лососевых.

Основным условием производства имитированных балычных изделий является наличие сырьевых источников, которые отвечают ряду требований, прежде всего размерам мышечного волокна. Рынок морфологически крупного рыбного сырья Юга Украины, в настоящее время, в основном, представлен такими видами рыб, как толстолобик и дальневосточный пиленгас, успешно прошедший акклиматизацию в Азово-Черноморском бассейне [6, 7]. Согласно статистических данных вылов пиленгаса в последние годы находится на уровне 7,5 тыс. т, толстолобика — 14...15 тыс. т в год [1].

Была установлена определенная соразмерность мышечного волокна исследуемых объектов с атлантическим лососем по ширине и толщине филе (рис. 2).

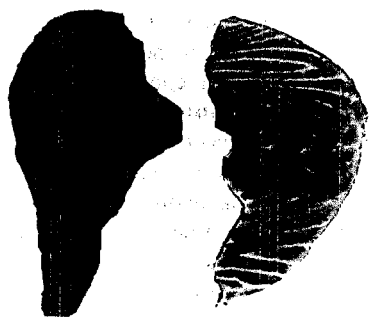


Рис. 2 — Морфометрические особенности мышечной ткани пиленгаса и лосося атлантического

Пиленгас, в отличие от толстолобика, имеет малое содержание межмышечных костей, что обуславливает его большую идентичность к атлантическому лососю. Наличием мелких межмышечных костей толстолобик схож с одним из представителей дальневосточных лососей — кетой. Работа ориентирована на разработку технологии пресервов типа филе-кусочки, филе-ломтики, поэтому были рассмотрены поперечные разрезы мышечной ткани исследуемых объектов срединной части туловища рыбы.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о соразмерности мышечной ткани пиленгаса и толстолобика с мышечной тканью семги, позволяющей добиться максимальной визуальной схожести получаемого в дальнейшем имитированного продукта. Особенно это подтверждается расположе-

нием миомеров в верхней части мышечного волокна [8].

Сравнительный анализ химического состава (табл. 1) подчеркивает возможность использования этих пород рыб для производства балычных изделий, имитирующих балыки из лососей. Пиленгаса и толстолобика относят к группе белковых (среднее содержание белков составляет 16...20 %) и жирных рыб (содержание липидов в среднем составляет 8...15 %).

Особенностью технологии имитированных балычных изделий является получение продукции с заданными органолептическими и реологическими свойствами. В связи с этим возникает необходимость изучения процесса созревания слабосоленой рыбы.

Созревание является основной технологической операцией, формирующей такие показатели качества соленой рыбы и пресервов, как вкус, аромат, консистенция.

Таблица 1 — Химический состав и калорийность по видам рыб

Наименование рыбы	Содержание, %			Калорийность, ккал/100 г мяса
	влаги	белка	липидов	
Лосось	67,1...68,8	18,2...18,3	8,7...10,6	163,6
Пиленгас	68,9...69,4	20,4...21,6	8,1...9,0	165,6
Толстолобик	58,9...75,7	16,1...18,3	4,5...23,5	185,7

Регулировать процесс созревания пресервов можно не только ферментативными препаратами, но и с помощью пищевых кислот, способных активизировать протеазы мышечной ткани снижением рН до значения 5,0...5,5, при котором и происходит созревание. Использование ускорителей созревания, технологически простых в применении, при производстве пресервов позволяет получить продукт с очень нежным вкусом, обеспечить равномерное созревание филе с сохранением консистенции мяса рыбы в течение срока хранения продукта [9]. При производстве соленых рыбных продуктов применяются такие пищевые кислоты, как уксусная, соляная, лимонная, молочная, винная и другие. В связи с тем, что их добавление снижает рН среды и мышечной ткани рыбы, приближая его к оптимальной зоне действия тканевых катепсинам (рН 4,5...5,0), интенсифицируется процесс созревания пресервов, что способствует улучшению их качества. Это создает дополнительный положительный эффект, особенно для пресервов из плохо созревающих видов рыб, к которым относятся объекты исследования.

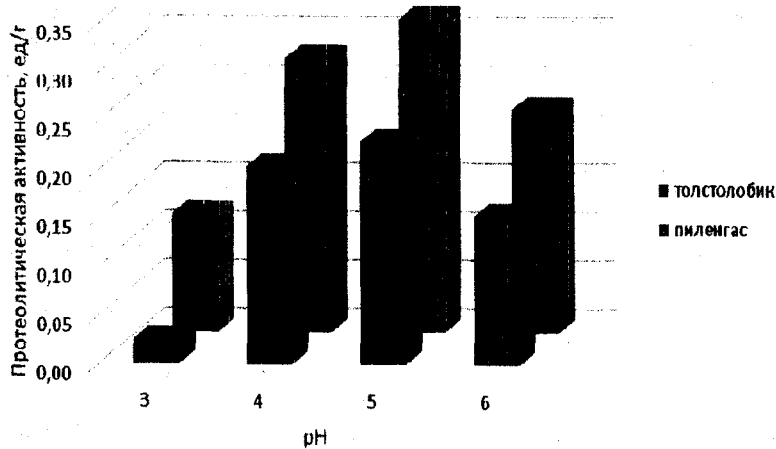


Рис. 3 — Изменение протеолитической активности в зависимости от рН

Был определен диапазон рН, при котором наблюдается максимальная протеолитическая активность собственной ферментной системы мышечной ткани исследуемых объектов (рис. 3). Согласно полученных данных, наибольшая активность ферментов исследуемых объектов проявляется при рН мышечной ткани 5,0 для пиленгаса — 0,31 ед/г, для толстолобика — 0,27 ед/г.

Низкая протеолитическая активность ферментов мышечной ткани исследуемых объектов позволяет сделать заключение о необходимости интенсификации процессов созревания. В дальнейшем необходимо подобрать оптимальный способ обработки

полуфабриката, интенсифицирующий процесс созревания, который обеспечивал бы необходимую глубину протеолиза и придание необходимых органолептических и реологических свойств имитированным изделиям из пиленгаса и толстолобика. Основная задача данного исследования — получить соленый полуфабрикат с рН, оптимальным для активации собственной ферментной системы изучаемых объектов. При этом получаемый полуфабрикат должен соответствовать определенным требованиям по консистенции конечного продукта. Так же при выборе режима обработки должно соблюдаться условие — минимальное изменение вкусовых показателей продукта. То есть важно найти комбинации кислот, обеспечивающих требуемую и стабильную величину рН, но при этом не оказывающих заметного влияния на вкус будущих пресервов.

При созревании соленой рыбопродукции особое значение уделяют изменению консистенции мышечной ткани. Для выявления закономерностей изменений структурно-механических свойств мышечной ткани соленого полуфабриката исследовали образцы, которые отличались массовой долей кислоты (табл. 2).

Основу соединительнотканых белков рыбы составляет коллаген. Коллаген является гидрофильным, ограниченно набухающим, капиллярно-пористым материалом. К числу важных свойств коллагена относится его способность набухать в кислотах и щелочах. Фибриллы коллагена при набухании становятся

более толстыми и прозрачными. Это явление способствует еще большей морфологической схожести миомеров и подготавливает мышечную ткань к последующему окрашиванию.

Таблица 2 — Исследование влияния массовой доли и вида кислоты на изменение pH, ПНС и массы полуфабриката

Название активатора	pH полуфабриката		ПНС полуфабриката, Па		Изменения массы полуфабриката после посола, %	
	пиленгас	толстолобик	пиленгас	толстолобик	пиленгас	толстолобик
Контроль (без добавок)	6,08	6,2	420	445	-2,5	-2,7
Кислота лимонная 0,3 %	5,48	5,5	510	520	+2,3	+2,2
Кислота лимонная 0,5 %	5,15	5,18	670	690	+4,3	+4,5
Кислота лимонная 1 %	4,95	5,01	700	715	+6,0	+5,8
Кислота молочная 0,3 %	5,68	5,72	480	490	+1,3	+1,4
Кислота молочная 0,5 %	5,43	5,50	600	615	+3,1	+3,1
Кислота молочная 1 %	5,22	5,32	640	645	+6,7	+6,5
Кислота глюконовая 0,3 %	5,52	5,63	540	520	+2,2	+2,0
Кислота глюконовая 0,5 %	5,33	5,47	630	615	+5,0	+4,9
Кислота глюконовая 1 %	5,07	5,16	690	675	+7,6	+7,9
Смесь кислот общей концентрацией 0,3 %	5,46	5,54	520	535	+2,5	+2,5
Смесь кислот общей концентрацией 0,5 %	5,21	5,33	630	615	+8	+8,5
Смесь кислот общей концентрацией 1 %	5,08	5,11	680	690	+10	+10,2

Было установлено, что различные пищевые кислоты и их комбинации снижают значение pH в одинаковой степени. Наиболее эффективно величину pH снижают лимонная и глюконовая кислоты, а также смесь этих кислот. При этом наибольший прирост массы полуфабриката наблюдается именно при обработке лимонной и глюконовой кислотами, а также смесью кислот. Согласно органолептической оценке вкуса массовая доля кислот от 0,3 до 0,5 % не оказывает значительного влияния на вкус полуфабриката, а при концентрации кислот 1 % наблюдается выраженный кислый привкус, особенно при использовании молочной кислоты. В меру плотная, способная к деформации консистенция наблюдается при обработке 0,5 % растворами кислот. Экспериментально определено влияние пищевых кислот на структурно-механические свойства мяса толстолобика и пиленгаса. Но делать однозначный вывод об изменении консистенции под действием кислот, необходимо только после периода созревания пресервов из подготовленного полуфабриката.

Таким образом, из приведенных данных следует, что за счет использования слабых органических кислот возможно снизить значение pH полуфабриката до оптимального значения и поддерживать его на требуемом уровне без значительных изменений вкусовых показателей полуфабриката.

Подобные исследования представляют большой интерес, особенно с учетом тенденций последних лет в производстве пресервов. В общепринятой технологии пресервов на сегодняшний день имеется ряд нерешенных проблем. Ограничены сведения по влиянию умеренной положительной температуры на скорость гидролиза белковых веществ, особенно в сочетании с низкими массовыми долями хлористого натрия, по влиянию пищевых кислот и других добавок, получаемых все большее распространение в производстве пресервов в настоящее время [10].

Так как пресервы и балычная продукция, которую планируется имитировать из пиленгаса и толстолобика, относятся к деликатесной продукции с низкой массовой долей хлористого натрия (4...5 %), то возникает необходимость добиться должного консервирующего эффекта за счет применения других факторов.

Таким образом, с учетом необходимости современных реальных условий хранения пресервов в диапазоне температур 4...7 °С, становится актуальной необходимостью исследования подавления микроорганизмов пищевыми кислотами, гидролиза белковых веществ под действием ферментов мышечной ткани рыб в зависимости от температуры и хлористого натрия, величины pH в диапазонах, наиболее близких к требуемым параметрам пресервов. Дальнейшие исследования планируется вести на модельных партиях пресервов, с целью изучения воздействия органических кислот на подавление жизнедеятельности мик-

роорганизмов. Так же необходимо изучить влияние различных факторов на скорость гидролиза белковых веществ исследуемых рыб и процессы созревания.

Выводы. Обоснован выбор морфологически крупного сырья для производства имитированных рыбных продуктов с богатым химическим составом.

Определены особенности интенсификации процессов созревания рыб, обладающих слабой ферментативной системой.

Обозначены дальнейшие направления исследований связанные с исследованием барьерных свойств пресервов.

Литература

1. Рибогосподарська діяльність підприємств [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – 2014. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/> – Названня з екрана.
2. Лобанов, В. Г. Производство рыборастворительных крипсов с CO₂-экстрактами [Текст]: Сб. матер. Международной научно-технической интернет-конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности» / В. Г. Лобанов, Г. И. Касьянов, А. С. Щубко // Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар: Экоинвест. – 2011. – С. 6–7.
3. Потребление рыбы в Украине стремительно падает [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – 2014. – Режим доступу: <http://finance.obozrevatel.com/economy/79508-v-ukraine-nachalimenshe-est-rybyi.htm> – Названня з екрана.
4. Манолі, Т. А. К вопросу об использовании мышечной ткани пиленгаса и толстолобика в технологии имитированных рыбных продуктов [Текст] / Т. А. Манолі, Н. В. Чибич // Рыбне господарство України (специвипуск). – Керч: 2012. – № 7 – С. 33.
5. Технология продуктов из гидробионтов [Текст] / С. А. Артюхова, В. Д. Богданов, В. М. Дацун и др. Под редакцией Т.М. Сафроновой и В.Н. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
6. Старушенко, Л. И. Результаты акклиматизации дальневосточной кефали пиленгаса в Черном море [Текст] / Л. И. Старушенко // Рыбное хозяйство. – 1977. – № 1. – С. 26–28.
7. Шевцова, Э. Е. Акклиматизация пиленгаса [Текст] / Э. Е. Шевцова // Рыбное хозяйство. – 1991 – № 8. – С. 28–29.
8. Манолі, Т. А. Морфометрическое обоснование возможности использования рыб внутренних водоемов в технологии имитированных продуктов [Текст] / Т. А. Манолі, Н. В. Чибич // Наукові праці ОНАХТ. – 2014. – Т. 2, № 46. – С. 95–99.
9. Биотехнология морепродуктов [Текст]: учебник для студ. и курсантов высш. и сред. проф. учеб. заведений / Л. С. Байдалинова [и др.]; ред. О. Я. Мезенова. – М.: Мир, 2006. – 560 с.: ил.
10. Манолі, Т. А. Використання збагаченої олії в технології рибних пресервів з метою посилення консервуючого ефекту при зберіганні в умовах помірних позитивних температур [Електронний ресурс]: [Веб-сайт] / Т. А. Манолі, Я. О. Барішева, Н. М. Кушніренко // 75-а наукова конференція викладачів академії: тези доповідей – Режим доступу: [\www/ URL: http://www.onaft.edu.ua/download/konfi/tezy_teacher_2015.pdf](http://www.onaft.edu.ua/download/konfi/tezy_teacher_2015.pdf). – Назва з екрану.

УДК 641.521:[635.342+639.2]:001.891.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ НА ЯКІСТЬ КОМБІНОВАНИХ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ ІЗ МОРЕПРОДУКТІВ ТА КАПУСТИ БІЛОГОЛОВОЇ

Кушніренко Н. М., канд. техн. наук, асистент, Палвашова Г. І., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

За останні роки постійно розширюється асортимент кулінарії, яка виготовляється з морепродуктів та овочевої сировини. Важливість білків тваринного походження та водорозчинних біологічно-активних речовин рослинної сировини обумовлює необхідність теоретичного і експериментального дослідження впливу теплової обробки на біохімічні зміни рибоовочевих кулінарних виробів. Експериментально визначені оптимальні параметри термостабілізації овочевих консервів з гідробіонтами.

In recent years range of cuisine, which is made of seafood and vegetable raw materials is ever-expanding. The importance of protein of animal origin and soluble biologically active substances of plant material

determines the necessity of theoretical and experimental study of the effect of heat treatment on biochemical changes of fish and vegetable food products. Experimentally determined optimal parameters of thermal stabilization of vegetable canned-products with hydrobionts.

Ключові слова: морепродукти, капуста білоголова, харчова цінність, термостабілізація, тиндалізація, летальність.

На сьогодні рибопереробна галузь, як і вся харчова промисловість, постійно розвивається та вдосконалюється. На сучасному етапі розвитку технологій виникає необхідність розширення асортименту харчових продуктів, які крім високої якості будуть володіти функціональними властивостями. На жаль, до 90 % рибної сировини, а це становило лише у 2014 році 247 тис. тонн, є імпортованою рибою. Таке становище потребує використання у більш повному обсязі ресурсів самої України. Крім того, сучасна екологічна обстановка в Україні потребує перегляду раціону харчування населення за рахунок збільшення продуктів, які сприяють виведенню радіонуклідів, важких металів та інших канцерогенних і мутагенних речовин. Вагома частина сировини, що використовується в харчовій галузі, містить значну частину вуглеводів, тому ці продукти мають низьку біологічну цінність та підвищену калорійність, що зумовлено в першу чергу легкозасвоюваними вуглеводами. Одним з перспективних напрямків в харчовій промисловості є використання морепродуктів в якості основної сировини при виробництві функціональних продуктів, оскільки вони містять високий вміст тваринного білка із збалансованим амінокислотним складом [1, 2].

До таких продуктів можна віднести мідії чорноморські, трав'яну чорноморську креветку, та далекосхідну ламінарію. Вже протягом кількох років на березі Чорного моря голландсько-українське товариство розвиває марікультуру, а саме мідії, досить великі обсяги виробництва якої потребують відповідної обробки. Внесення у рецептуру білоголової капусти, яка була попередньо оброблена ферментним витягом солоду ячменю дозволяє підвищити харчову цінність консервів з гідробіонтів за рахунок внесення разом із капустою білоголовою різних ферментів і вітамінів — вітаміну С до 40 мг/100 г, вітамінів В₁, В₂, РР, К та ін. Каротин знаходиться в основному у зовнішніх листках зеленуватого відтінку. Особливо цінні вітаміни групи Р, які захищають людський організм від крововиливів та порушенні капілярних судин. Фітонциди капусти сприяють антибактеріальному ефекту, чим і пояснюється лікувальна дія капустяних листків при зовнішньому застосуванні [3, 4, 5].

З метою ефективного використання морепродуктів з додаванням овочів і отримання продукту з високими показниками якості постає завдання дослідження впливу умов оброблення на якість рибоовочевих кулінарних виробів та визначення оптимальних технологічних параметрів теплової обробки.

На основі аналізу хімічного складу мідій після первинної технологічної обробки можна надати наступну характеристику: білкових речовин у м'ясі мідій близько 5,8...12,1 %, причому вони містять велику кількість треоніну, лізину та цистину. Сума незамінних амінокислот у білках близька 44 %. Ліпідний склад, в основному, представлений біологічно повноцінними поліненасиченими кислотами родин ω -3 і ω -6 (32...46 %), в тому числі арахідоновою та ейкозопентаєновою кислотами. М'язова тканина мідій містить велику кількість макро- та мікроелементів, у тому числі марганець і кобальт.

Якщо звернути увагу на хімічний склад капусти білоголової, то можна відзначити, що наявність вітаміну U, виділяє її серед інших овочів. Вітамін U має противиразковий ефект і не тільки попереджає виникнення виразки шлунка і дванадцятипалої кишки, але також здатний вилікувати це захворювання. Містить капуста білоголова і мінеральні речовини: калій, фосфор, марганець, кальцій, залізо, мідь, йод і магній. Крім цього в капустяному соку присутня тертронінова кислота, що уповільнює процес перетворення вуглеводів в жир, тому капуста є відмінним помічником у боротьбі із зайвою вагою. Через теплову обробку більшість біологічно активних речовин руйнується, тому капусту рекомендовано вживати або в сирому, або у ферментованому вигляді, у зв'язку з цим додаючи її до рибної продукції потрібно провести термостабілізацію для збереження харчової цінності продукту [6].

З урахуванням виключної цінності вищезгаданих гідробіонтів у дослідженнях запропонували такий асортимент продукції, основним компонентом якого і стали ці морепродукти: «Мідії особливі «Чорноморські вітамінізовані» і «Голубці з мідій та капусти білоголової» (табл. 1 та табл. 2). Запропоновані рецептури продуктів складено з урахуванням балансу біологічно-активних речовин та органолептичних властивостей, що впливатиме на харчову цінність продуктів та пікантність їх смаку.

Досліджувалися екземпляри мідій з розмірами нижчими розмірного ряду 40...50 мм, який вказано у відповідній ТУ, що дозволяє підійти до комплексної ресурсозберігаючої технології.

Відомо, що консерви з морепродуктів прийнято стерилізувати при знижених температурних рівнях. Для цих цілей нами запропоновано процес термостабілізації консервів з морепродуктів з урахуванням проблеми зберігання біологічно-активних речовин гідробіонтів за рахунок використання ошадної теплової обробки та збагачення готової продукції нутріцевтиками рослинного походження.

Таблиця 1 — Рецепттура суміші для виготовлення «Мідій особливих «Чорноморські вітамінізовані»

Компоненти	Маса, кг (для виготовлення 1000 облікових банок) при нормі закладки 350 г на 1 облікову банку	Маса, кг (для виготовлення 1000 кг суміші)
М'ясо мідій подрібнене	104,9	295,8
Цибуля свіжа нарізана	26,0	78,1
Капуста білоголова подрібнена, оброблена ферментним витягом з солоду	85,4	242,1
Томатний соус	140,8	404,1
Вихід маси суміші з урахуванням 5 % втрат при змішуванні і фасуванні	357,1	1020,1

Таблиця 2 — Рецепттура суміші для виготовлення «Голубців з мідій та капусти білоголової»

Компоненти	Маса, кг (для виготовлення 1000 облікових банок) при нормі закладки 280 г на 1 облікову банку	Маса, кг (для виготовлення 1000 кг суміші)
М'ясо мідій подрібнене обсмажене	130,0	456,4
Рис бланшований	122,0	443,5
Цибуля нарізана обсмажена	5,5	20,4
Морква нарізана обсмажена	5,5	20,4
Капуста білоголова подрібнена, оброблена ферментним витягом з солоду	18,0	58,7
Перець чорний мелотий	0,4	1,2
Сіль	3,3	14,3
Вихід маси суміші з урахуванням 5 % втрат при змішуванні і фасуванні	284,7	1014,9

Найбільш ефективним способом підвищення якості стерилізованої продукції і мірою, яка направлена на весь технологічний процес консервування — є термостабілізація. Це удосконалення тиндалізації, що дозволило отримати новий вид теплової стерилізації. Особливо рекомендовано використовувати щадні режими теплової обробки для безхребетних (креветок, крило, крабів, моллюсків, голкошкірих), а також консервів з філе і рибного фаршу.

Термостабілізація — це не сукупність мікробіологічних і фізичних параметрів, які сформовані в певну формулу, а система мір, які направлені на весь технологічний процес виробництва консервів, включаючи і стерилізацію. Вимоги до безпеки і нешкідливості готової продукції при здійсненні термостабілізації прирівнюються до рівняння $L=F$ шляхом одночасного зменшення значень нормативної (F) і фактичної (L) летальності. Наукове обґрунтування параметрів термостабілізації концептуально базується на теоретичному аналізі і експериментальній перевірці математичної моделі процесу стерилізації консервів, що включає його теплофізичну і мікробіологічну складову. Теоретичні основи пом'якшення режимів стерилізації консервів зводяться до усунення факторів ендо- та екзогенної дії на їхні параметри, які обумовлюють підвищення фактичної летальності, вищої від мінімально необхідної, що гарантує доброякісність продукту і мікробіологічну стабільність його при зберіганні.

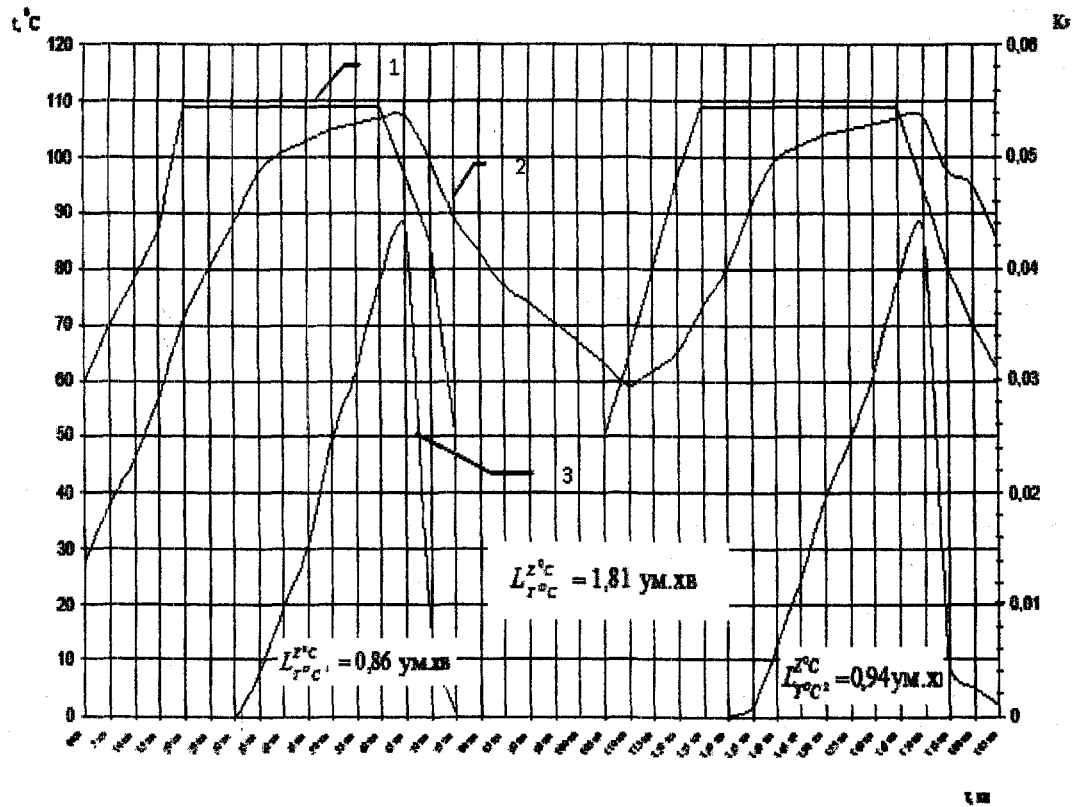
Режими термостабілізації розроблені відповідно до медичної мікробіологічної норми летальності, рівної 2,62 ум. хв. З урахуванням зниження термостійкості спор при дробовій стерилізації на 40 % потрібна летальність склала 1,81 ум. хв. Оскільки вона нижча від загальноприйнятого світового нормативу, який забезпечує відсутність ризику розвитку *C. botulinum*, отриманий продукт доцільно віднести до ряду напівконсервів, тобто продуктів з гарантованою мікробіологічною надійністю і безпекою протягом граничного терміну зберігання при знижених температурах (-2...+5) °C, тобто не до групи А, а до групи Д.

Пошукові формули для тари III-62-220 мали вигляд:

$$\frac{20 - 35 - 15}{110 \text{ } ^\circ\text{C}} \cdot \frac{30}{50 \text{ } ^\circ\text{C}} \cdot \frac{20 - 35 - 20}{110 \text{ } ^\circ\text{C}} \text{ «Мідії особливі «Чорноморські вітамінізовані»};$$

$$\frac{20 - 25 - 15}{110 \text{ } ^\circ\text{C}} \cdot \frac{30}{50 \text{ } ^\circ\text{C}} \cdot \frac{20 - 25 - 10}{110 \text{ } ^\circ\text{C}} \text{ «Голубці з мідій та капусти білоголової»}.$$

На рис. 1 представлені теплофізичні характеристики та летальність режиму дробової термостабілізації кулінарного виробу — напівконсервів «Голубці з мідій та капусти білоголової».



1 — крива прогрівання автоклава; 2 — крива прогрівання банки; 3 — крива летальності

Рис. 1 — Характеристика режиму дробової стерилізації напівконсервів з використанням принципів термостабілізації «Голубці з мідій та капусти білоголової», $F_n=1,81$ ум. хв.

На основі проведених досліджень визначено, що такі параметри дробової термостабілізації ніяким чином не вплинули на органолептичні показники.

Це підтвердила проведена дегустація, яка дозволила встановити відмінний смак, природний колір та специфічний аромат напівконсервів. За своєю консистенцією вони нічим не відрізнялися від відповідних кулінарних виробів.

Висновки. На основі отриманих даних можна зробити висновок — доцільність використання дробової термостабілізації була доведена при визначенні таких біохімічних показників, як перетравлюваність білків. Так, для «Голубців з мідій та капусти білоголової» вона склала відповідно 55,7 %, для «Мідій особливі «Чорноморські вітамінізовані» — 64,2 %. Впровадження запропонованих технологій та отримані технологічні властивості показали ефективність і доцільність використання даного виду сировини для створення нових харчових продуктів, а поряд з цим дали змогу отримати не тільки соціальний, але й суттєвий економічний ефект.

Література

1. Сафронова, Т. М. Сырье и материалы рыбной промышленности [Текст]: учебник / Т. М. Сафронова, В. М. Дацун. — М.: Мир, 2004. — 272 с.: ил.
2. Добробабина, Л. Б. Современные технологии пищевых продуктов из гидробионтов [Текст]: монография / Л. Б. Добробабина, А. Т. Безусов. — Одеса: Изд-во „Optimum”, 2008. — 322 с.
3. Носов, А. М. Лекарственные растения официальной и народной медицины [Текст] / А. М. Носов. — М.: Изд-во ЭКСМО, 2005. — 800 с.
4. Фарсетра, К. Ф. Экологическая биотехнология [Текст] / К. Ф. Фарсетра, Дж. Вейзи. — Л.: Химия, 1990. — 383 с.

5. Розробка капустиного нектару на основі біохімічно модифікованого пектину [Текст] / Г. І. Палвашова, С. А. Магарь, Т. І. Нікітчина // «Развитие науки в XXI веке»: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 14 апреля 2015 г., Харьков, Украина / Научно-информационный центр «Знание». – Д. : Научно-информационный центр «Знание», 2015. – С. 86–90.
6. Щеникова, Н. В. Технология кулинарной продукции из нерыбного сырья водного происхождения [Текст] / Н. В. Щеникова, И. В. Кизеветтер. – М.: Агропромиздат, 1989. – 166 с.

УДК 006.83:639.38-046.48

ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ ЗАМОРОЖЕНИХ МОРЕПРОДУКТІВ, ЩО ПРЕДСТАВЛЕНІ НА СУЧАСНОМУ РИНКУ УКРАЇНИ

Памбук С. А., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті розглянуто вимоги до якості таких заморожених морепродуктів як креветки варено-морожені, кальмари заморожені і заморожені крабові палички, які регламентуються національними нормативними документами і стандартами Codex Alimentarius; стисло представлено результати товарознавчої оцінки заморожених морепродуктів, що реалізуються в торговельній мережі м. Одеси. Показана необхідність вдосконалення українських національних стандартів.

The article considers the quality requirements for frozen seafood such as frozen-cooked shrimps, frozen squids and frozen crab sticks, which are regulated by national regulations and standards of Codex Alimentarius; the results of trade analysis of frozen seafood sold in the trade network of Odessa are briefly presented. Among the main problems of frozen seafood quality the following problems are identified: a large number of ice cover, incorrect labeling, the discrepancy of organoleptic characteristics, and imperfection of the current regulatory documents.

Ключові слова: якість, товарознавча оцінка, заморожені морепродукти, нормативний документ.

Риба та морепродукти завжди були і залишаються для людини одним з основних джерел повноцінних білків, жирів, вітамінів, макро- та мікроелементів та ряду інших важливих поживних речовин. Саме тому морепродукти повинні займати значну частину в раціоні людей різного віку і питання якості продуктів щоденного харчування повинно знаходитись під пильною увагою.

Історично склалося так, що Україна на сьогодні більшу частину морепродуктів, особливо океанічного промислу, отримує в замороженому стані. Заморожування як спосіб консервування має низку переваг у порівнянні з іншими способами подовження строків зберігання продуктів: при дотриманні технології заморожування зберігається більшість нутрієнтів в порівнянні з тепловою стерилізацією, заморожена продукція має довші строки зберігання в порівнянні з охолодженою і т.д. [1, 2]. Крім того, значна частина ринку морепродуктів в Україні представлена саме замороженою продукцією [3]. Тому представляється актуальним вивчення проблем якості саме заморожених морепродуктів.

Метою досліджень було виявлення проблем якості заморожених морепродуктів шляхом проведення огляду та критичного аналізу діючої нормативної документації на заморожені морепродукти, а також проведення товарознавчої оцінки заморожених морепродуктів, представлених на ринку України.

Для проведення досліджень обрано найбільш популярні серед споживачів різного віку заморожені нерибні морепродукти, а саме: креветки варено-морожені, кальмари заморожені, а також імітований продукт на основі сурімі — заморожені крабові палички.

Для всіх обраних продуктів в Україні розроблена відповідна нормативна документація: ДСТУ 4440:2005 «Креветки морожені. Технічні умови», ДСТУ 4381-2005 «Кальмар заморожений. Технічні умови» та ДСТУ 5097:2008 «Продукція з сурімі імітована». Аналіз нормативної документації проводили порівнюючи вимоги національних стандартів з вимогами стандартів Codex Alimentarius, а також міжнародними вимогами до якості і безпечності морепродуктів [4–9].

Результати проведеного огляду і критичного аналізу вище переліченої нормативної документації викладені нижче.

ДСТУ 4440:2005 «Креветки морожені. Технічні умови» встановлює вимоги до розмірів креветок, вимоги до органолептичних показників та наявності сторонніх домішок. Вимог до фізико-хімічних показників в даному нормативному документі не вказано, однак регламентується маса глазури яка повинна

бути не менше ніж 2 % по відношенню до маси глазурованих креветок, максимально допустима межа маси глазури не вказана.

Зазначено, що маса нетто глазурованих креветок на маркуванні повинна бути вказана без урахування маси глазури, при цьому, у самому нормативному документі відсутній опис визначення маси нетто і маси глазури, є посилання на ГОСТ 7631 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний». У той же час у європейському нормативному документі CODEXSTAN 92 Standard for Quick Frozen Shrimps or Prawns, який регламентує вимоги до якості креветок, більш детально та повно описано методику визначення маси нетто глазурованих креветок з вказаними умовами і режимами проведення визначень [8].

Проведена нами товарознавча оцінка п'яти зразків креветок варено-морожених показала, що більшість виробників вказують на упаковках масу нетто із урахуванням глазури, що є грубим порушенням вимог нормативного документу, а дійсна маса нетто продукту менша ніж зазначена маса на упаковці майже в два рази [10].

Іншою проблемою якості заморожених морепродуктів, окрім недосконалої нормативної документації, є проблема безпечності. Відомо, що морепродукти, особливо креветки, здатні акумулювати деякі важкі метали. Нормативним документом передбачено контроль за вмістом токсичних елементів в продукті, але слід звернути увагу, що допустимі норми вмісту цих елементів в різних країнах відрізняються. Огляд європейських та українських норм вмісту токсичних елементів в креветках показав, що різниця між ними досить велика. Так, українські норми вмісту деяких елементів на один і навіть два порядки вище європейських норм, що знову дає можливість вважати сучасну нормативну документацію невдосконаленою (табл. 1).

Однак, не дивлячись на відсутність в діючому нормативному документі жорстких вимог щодо якості і безпечності креветок варено-морожених, огляд асортименту креветок варено-морожених в торговельній мережі м. Одеси показав, що жоден з виробників, представлених на українському ринку не виготовляє продукцію на основі діючого ДСТУ 4440:2005 «Креветки морожені. Технічні умови». В якості нормативного документу всі виробники використовують технічні умови України, які розробляють самостійно.

Таблиця 1 — Європейські та українські норми вмісту токсичних елементів [4, 5]

Токсичні елементи	Максимальний вміст, мг/кг	
	європейські норми	українські норми
Свинець	0,50	10,0
Кадмій	0,50	2,0
Ртуть	0,50	0,2
Миш'як	—	2,0

Огляд нормативного документу ДСТУ 4381-2005 «Кальмар заморожений. Технічні умови» також показав необхідність його вдосконалення, доповнення і гармонізації з європейськими нормами і регламентами.

Так, на вітчизняному ринку зустрічається продукція з видами розбирання, які навіть не визначено в українському нормативному документі (туби, трубки та ін.). Також у документі відсутні чіткі і жорсткі вимоги щодо фізико-хімічних показників якості, а саме, не регламентується максимальна кількість глазури, відсутнє розподілення по гатункам.

Що стосується якості продукції представленої на українському ринку, то проблема надмірної кількості намороженої води зберігається, як і в креветках. Проведена нами товарознавча оцінка показала, що в двох з трьох досліджуваних зразках заморожених кальмарів маса нетто вказана на маркуванні не відповідає фактичним даним і зазначена з урахуванням глазури.

Так, на одному зразку заявлена маса нетто складала 1000 г, а фактична 850 г, в іншому зразку заявлена маса нетто — 750 г, фактична 620 г. Тобто маса глазури в цих зразках складала 15 % і більше і не була вказана на маркуванні. При цьому глазури була нанесена нерівномірно, місцями спостерігалось значне зневоднення і пожовтіння поверхні, тобто своєї головної функції — захисту продукції від усихання, глазури не виконує, а лише додає зайву вагу продукту.

Продукція на основі сурімі вже набула достатнього розповсюдження серед вітчизняних споживачів і зайняла своє місце на українському ринку [11]. До продукції на основі сурімі відносять: «Крабові палички», «Крабові рулетки», «Крабове м'ясо», «Сніговий краб», «Крабова локшина», «Крабовий рулет», «Креветкові шийки», «Ракові шийки» та ін. [7].

Основою, як крабових паличок, так і інших імітованих продуктів, являється сурімі. Згідно ДСТУ 5097:2008 «Продукція з сурімі імітована» сурімі — це тонко подрібнений фарш з філе риб, бага-

торазово промитий з метою видалення кісток, чорних плівок, пігментів, жирових речовин і частини білків.

В технології сурімі видаляють водорозчинні білки саркоплазми і залишають міофібрилярні білки, які зумовлюють основні функціональні властивості фаршу сурімі. В результаті фарш набуває світлого кольору, високої желуючої здатності і еластичності, не має вираженого рибного запаху і смаку. В сурімі обов'язково додають крохмаль, яєчний білок, сіль, цукор, рослинну олію і стабілізатори. Крабового смаку надають за допомогою підсилювачів смаку та ароматизаторів, а колір створюють карміном, паприкою або іншими барвниками [12].

Основною проблемою якості цього виду продукції є те, що на сьогодні в Україні жодне підприємство не виробляє основний компонент крабових паличок, тобто сурімі, а отримують сировину з Азії.

Також не існує національного нормативного документа, який би регулював вимоги до якості та безпечності сурімі, не відомий повний хімічний склад сурімі, тобто крабові палички на сьогодні складаються з основної сировини невідомого складу та широкого спектру харчових добавок.

Проведена нами порівняльна оцінка якості імітованих продуктів на основі сурімі, а саме крабових паличок, вітчизняних та закордонних виробників різної цінової категорії показала відповідність всіх досліджуваних зразків вимогам нормативного документа і даним зазначеним на маркованні за фізико-хімічними показниками, а саме за масовою часткою вологи, кухонної солі і білків, однак виявила невідповідність за органолептичними показниками в зразку з найнижчою ціною.

При проведенні товарознавчої оцінки цього зразка відзначали неприємний смак, присутність неприємного запаху, занадто яскравий, не властивий колір поверхні паличок, сухувату і недостатньо пружну консистенцію, що може бути обумовлена низкою причин: тривале зберігання білкової сировини, недостатнє введення в рецептуру води, повторне заморожування продукції, що сприяє втраті частини вологи при відтаванні і її подальшій перекристалізації.

Дослідження маркування виявило, що виробники використовують в рецептурі білий барвник діоксид титану, хоча вказують, що для виготовлення крабових паличок використовують рибу з білим м'ясом (минтай, тріска, хек, путасу, навага тощо), отже не зовсім зрозуміло, з якою метою до складу введений цей барвник, або ж виробники використовують фарш з інших видів риб, тоді це може бути інформаційна фальсифікація. Крім того, великі побоювання викликає той факт, що жоден нормативний документ не регламентує вимоги до якості основної сировини крабових паличок, тобто сурімі, і повний склад цієї сировини не наводиться на маркованні.

В результаті проведеного критичного аналізу діючої нормативної документації на заморожені морепродукти, а також проведеної товарознавчої оцінки креветок варено-морожених, кальмарів заморожених і заморожених крабових паличок виявили такі основні проблеми і можливі причини їх виникнення:

1. Найчастішою проблемою заморожених глазурованих морепродуктів залишається велика кількість льодової глазури, яка іноді не виконує основної своєї функції — захисту продукції від зневоднення, усихання, а лише додає надмірну масу.

2. Другою проблемою, яка тісно пов'язана з надмірним глазуруванням морепродуктів є некоректне маркування. У нормативній документації хоча і не нормується максимальна межа нанесення глазури, однак вказано, що на маркованні повинна зазначитися маса нетто без урахування глазури. Дотримання цієї вимоги виробниками дозволило б споживачеві не порівнювати візуально кількість намороженої води в різній продукції, адже незалежно від кількості глазури він би сплачував за масу основного продукту.

3. Ще однією проблемою заморожених морепродуктів представлених на сучасному українському ринку є те, що основна сировина для їх виготовлення є імпортованою. При цьому необхідно максимально посилити вимоги до такої сировини, особливо це стосується сурімі — сировини для виробництва крабових паличок, повний склад якої не надається на маркованні і, в найкращому випадку, лише вказується на основі яких видів риб він виготовлений.

4. Важливою проблемою заморожених морепродуктів також залишається невідповідність за органолептичними показниками, яка зустрічалась хоча б в одному зразку всіх груп досліджуваних морепродуктів. Найбільш імовірною причиною виникнення цієї проблеми якості для заморожених морепродуктів може бути порушення безперервного холодильного ланцюга під час транспортування, зберігання, реалізації продукції, що може призвести до розморожування і повторного заморожування продукції і, як наслідок — подальшій перекристалізації вологи з утворенням крупних кристалів льоду, які порушують структуру продукту.

5. Також слід виділити проблему недосконалості нормативної документації на заморожені морепродукти. Адже можливість виникнення проблем якості закладена ще на стадії розробки продукції, якщо нормативний документ не вказує жорсткі вимоги щодо фізико-хімічних показників якості, містить вимоги лише до розбирання, розмірів і деяких органолептичних показників, то навіть при умові дотримання всіх вимог нормативного документа виробник випускає продукцію, яка не в змозі конкурувати на міжна-

родному ринку і не може бути якісною. На сьогоднішній день заморожена рибна продукція знеособлена, повністю відсутні розподілення за гатунками. Недосконалість діючих стандартів, відсутність певних методів аналізу, які характеризують показники свіжості продукту, викликає необхідність переробки чинних нормативних документів, їх доповнення і гармонізації зі світовими стандартами.

Література

1. Технология продуктов из гидробионтов [Текст] / С. А. Артюхова, В. Д. Богданов, В. М. Дацун и др. Под редакцией Т.М. Сафроновой и В.Н. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
2. Технология рыбы и рыбных продуктов [Текст]: учебник для вузов / В. В. Баранов, И. Э. Бражная, В. А. Гроховский и др.; Под ред. А.М. Ершова. – С-Пб.: ГИОРД. – 2006. – 944 с.
3. Аналіз ринку риби, імпортованої в Україну [Текст] / О. Є. Шевченко, С. В. Сорочкіна, В. О. Акмен // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: тези допов. Міжнародної наук.-практ. конференції, присвяченої 45-річчю ХДУХТ, 18 жовтня 2012 р., м. Харків. – Харків: ХДУХТ, 2012. – 478 с.
4. Commission Regulation (EC) № 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs [Electronic resource] / Official Journal of the European Union. – Mode of access: Published on the web: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:EN:PDF> (viewed on June 19, 2015). – Title from the screen.
5. Креветки морожені. Технічні умови [Текст]: ДСТУ 4440:2005. – [Чинний від 2005-07-15]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 11 с. – (Національний стандарт України).
6. Кальмар заморожений. Технічні умови [Текст]: ДСТУ 4381:2005. – [Чинний від 2006-01-01] / – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 11 с. – (Національний стандарт України).
7. Продукція із сурмі імітована. Технічні умови. [Текст]: ДСТУ 5097:2008. – [Чинний від 01.07.2009] – К.: Держспоживстандарт України, – 18 с. – (Національний стандарт України).
8. CODEXSTAN 92 — 1981 Standard for Quick Frozen Shrimps or Prawns [Electronic resource] / Mode of access: Published on the web: http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/107/cxs_092e.pdf. (viewed on June 19, 2015). – Title from the screen.
9. CODEX STAN 191 — 1995 Standard for Quick Frozen Raw Squid [Electronic resource] / Mode of access: Published on the web: http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/116/CXS_191e.pdf. (viewed on June 19, 2015). – Title from the screen.
10. Деякі аспекти безпечності креветок варено-морожених [Текст] / М. Р. Мардар, С. А. Памбук, Ю. О. Ляшенко // Харчова наука і технологія – 2014. – № 2 (27) – С. 61–64.
11. Маркетингові дослідження ринку продукції з сурмі [Текст] / І. А. Устенко, М. Р. Мардар, С. А. Памбук // Агросвіт – № 9 – 2015. – С. 37–43.
12. Товарознавство риби та рибних товарів [Текст]: навчальний посібник / А. А. Дубініна [та ін.]. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 336 с.

УДК [639.38:951.2]:579

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МИКРООРГАНИЗМОВ МОРОЖЕНОГО ТОЛСТОЛОБИКА

¹Герасим А. С., канд. техн. наук, доцент, ²Паламарчук В. В., преподаватель-методист высшей категории

¹Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

²Белгород-Днестровский морской рыбопромышленный техникум, г. Белгород-Днестровский

Микробиологическая характеристика является одним из основных критериев как качества, так и безопасности продуктов из гидробионтов. В данной работе приведены данные по исследованию влияния способов замораживания, наличия защитных покрытий на трансформацию качественного и количественного состава микроорганизмов мороженого толстолобика, а также изменение продолжительности хранения готовой продукции.

A microbiological characteristic is one of the main criteria of both quality and safety of hydrobiont products. This paper presents data on study of the effect of freezing methods, and presence of protective coverings on

transformation of qualitative and quantitative composition of microorganisms of the frozen silver carp, as well as change in duration of storage of finished products.

Ключевые слова: микробиальная обсеменённость, раствор хлористого кальция, пектиновые вещества, замораживание, холодильное хранение

Одним из немаловажных показателей качества и безопасности пищевых продуктов является микробиологическая обсеменённость. Знание микробиологических показателей необходимо для обоснования возможности переработки на пищевые цели, а так же для установления допустимых сроков хранения готовой продукции. Особенно это актуально для продуктов из гидробионтов, так как рыба относится к скоропортящемуся сырью.

Замораживание является наиболее эффективным способом консервирования такого скоропортящегося продукта как рыба. Замораживание позволяет не только наиболее полно сохранить нативные свойства продукта, затормозить окислительную порчу, но и существенно замедлить или предотвратить вообще жизнедеятельность микроорганизмов [1].

Однако многие микроорганизмы способны переживать замораживание и сохраняться на мороженой рыбе в жизнеспособном состоянии. При размораживании они сохраняют нормальный обмен веществ, патогенность, способность к спорообразованию [6]. Бактерицидное действие замораживания усиливают с помощью некоторых химических веществ, оказывающих на микроорганизмы отрицательное воздействие, то есть антисептиков. Многие из антисептиков обладают специфичностью действия. Большое значение имеет концентрация антисептиков в среде, так как некоторые из веществ, обладающие в большой концентрации ярко выраженным антисептическим действием в малой концентрации даже необходимы для развития микроорганизмов. Специфичность действия антисептиков, концентрации допущенные Минздравом Украины, часто недостаточные для подавления жизнедеятельности микроорганизмов, эти факторы значительно сужают область применения антисептиков [6, 7].

Исследования последних лет показали экономическую и энергетическую эффективность контактного замораживания в растворе хлорида кальция [1—3]. Однако этот способ имеет существенный недостаток — при замораживании в растворе хлорида кальция возникает массообмен — рыба просаливается, смерзается при последующем холодильном хранении и быстро теряет качество.

Одним из способов предотвращения просаливания является использование полимерных плёночных материалов, но практическое применение этого способа осложняется отсутствием механизации процесса упаковки крупной рыбы в пленку и необходимостью разделки.

Поэтому использование новых биологически инертных покрытий на основе природных биополимеров, наносимых из водных растворов непосредственно на продукты, плотно прилегающих к поверхности и заполняющих все полости, способных в значительной степени снижать диффузию ионов кальция в мышечную ткань рыбы, а также обладающих бактерицидными свойствами целесообразно и экономически выгодно [4].

Руководствуясь разработками кафедры технологии консервирования Одесской национальной академии пищевых технологий, в качестве защитного покрытия использовали плёнку на основе природного биополимера — низкометоксилированного пектина. Известны условия желирования: низкометоксилированные пектиновые вещества (НПВ) в присутствии ионов поливалентных металлов (в данном случае — ионов Ca^{2+}), высокой водной активности и степени этерификации в пределах 5,0...50,0 % способны образовывать прочное желе.

Как показали проведенные ранее исследования данное покрытие способно предотвратить диффузию ионов кальция в мышечную ткань, снизить усушку и окислительную порчу липидов рыбы [4].

Интенсивность размножения микроорганизмов в значительной мере зависит от степени первоначального микробного обсеменения, а так же от многих других факторов важнейшими из которых являются температура и относительная влажность воздуха. Качественный состав микрофлоры, находящейся на поверхности рыбы, близок к составу микрофлоры воды [6, 7]. Большинство, выделенных с поверхности свежего толстолобика грамотрицательных бактерий относятся к родам *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* и *Mikrococcus*. Грамположительные бактерии представлены микрококками и коринобактериями. Спорообразующие аэробные бактерии и строгие анаэробы в слизи только что выловленного толстолобика отсутствуют.

Способ замораживания в значительной степени влияет на качественный состав микрофлоры толстолобика. В процессе воздушного замораживания количество МАФАНМ уменьшается на 6,3 % по сравнению с обсеменённостью рыбы-сырца, тогда как процесс рассольного замораживания позволяет снизить этот показатель на 18,2 %, а при использовании защитного покрытия на основе НПВ при рассольном замораживании — на 22,5 % при аналогичных условиях замораживания.

Резкое уменьшение количества микроорганизмов в процессе рассольного замораживания объясняется, по-видимому, влиянием следующих факторов:

— в качестве промежуточной теплоотводящей среды использовали водный раствор хлористого кальция, обладающий бактерицидным действием, что приводит к гибели микроорганизмов;

— под действием высокой концентрации хлористого кальция (27,0 %) микробная клетка подвергается процессу плазмолиза, то есть обезвоживанию, что приводит к её гибели;

— при использовании хлористого кальция в качестве промежуточной теплоотводящей среды интенсифицируются процессы внутреннего и внешнего теплообмена, за счёт чего увеличивается скорость замораживания в 8...10 раз [4]. Быстрое замораживание способствует образованию мелких равномерно распределённых кристаллов льда, как в тканях рыбы, так и внутри микробной клетки. Это приводит к резкому повышению осмотического давления, а, следовательно, к гибели микробной клетки.

Уменьшение МАФАНМ при замораживании с использованием защитного покрытия на основе низкометоксилированных пектиновых веществ, по-видимому, объясняется как бактерицидными свойствами пектиновых веществ, так и особенностями технологии замораживания — кислотная обработка, нанесение защитного покрытия.

Использование защитных покрытий на основе пектиновых веществ при рассольном замораживании рыбы предусматривает предотвращение просаливания рыбы, уменьшение усушки и торможение процессов окислительной порчи липидов рыбы. Однако, пектиновые вещества так же обладают высоким бактерицидным действием и с понижением степени этерификации их бактерицидные свойства увеличиваются [3, 4].

Наиболее интенсивно гибель микроорганизмов происходит в интервале температур от -1 °С до -5 °С. Это объясняется тем, что на этот период замораживания приходится пик льдообразования. При температурах близких к криоскопическим микроорганизмы лучше переносят быстрое замораживание, чем медленное. Это связано с тем, что интервал температур от -1 °С до -5 °С является наиболее губительным для микроорганизмов. При быстром прохождении этой зоны микроорганизмы выживают. При прохождении интервала температур от -1 °С до -5 °С при воздушном замораживании отмирает 28,0 % микроорганизмов, при рассольном замораживании 21,0 % и при рассольном, с использованием защитного покрытия — до 20,0 % микроорганизмов.

Результаты изучения микробного пейзажа мороженой рыбы показали наличие 4 видов микроорганизмов, выращенных на питательном агаре (табл. 1).

Таблица 1 — Влияние способа замораживания на качественный и количественный состав микроорганизмов

Вид микроорганизмов	Способ замораживания		
	на воздухе	рассольный	
		без покрытия	с покрытием
МАФАНМ, КОЕ/г	$2,2 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10$	$3,4 \cdot 10^3$
<i>Pseudomonas</i>	+	+	+
<i>Achromobacter</i>	+	+	+
<i>Flavobacterium</i>	+	+	+
<i>Mikrococcus</i>	+	+	+
<i>Penicillium</i>	+	—	—
<i>Actinomycetaceae</i>	+	+	+
<i>Bacillus</i>	+	+	+
<i>Cladosporium</i>	+	+	+
<i>Penicillium</i>	+	—	—
<i>Mucor</i>	+	+	+
<i>Aspergillus</i>	+	+	+
<i>Penicillium</i>	—	+	+
<i>Streptomyces</i>	+	—	—

Примечание: "+" рост; "—" отсутствие роста.

Наиболее устойчивыми к действию низких температур оказались бактерии, относящиеся к родам *Micrococcus* и *Pseudomonas*. Это позволяет предположить, что способ замораживания оказывает влияние на общее количество мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов, а их качественный состав определяется исходным составом микроорганизмов.

Анализ качественного состава протеолитических микроорганизмов показал, что наиболее устойчи-

выми к действию низких температур являются бактерии и актиномицеты, что согласуется с результатами исследований ряда авторов, показавшими, что различные виды микроорганизмов имеют неодинаковую холодостойкость.

Бактерии и актиномицеты обнаруживаются на мороженом толстолобике, независимо от способа замораживания. Установлено, что качественный состав протеолитических микроорганизмов покровных тканей рыбы зависит от исходного состава их перед замораживанием.

Анализ качественного состава липолитических микроорганизмов показал, что условия замораживания оказывают влияние на стрептомицеты. Это подтверждается тем, что этот вид микроорганизмов не обнаруживается на мороженой рыбе в случае ее замораживания в растворе хлорида кальция. Вместе с тем стрептомицеты обнаруживаются на мороженой рыбе, замороженной на воздухе.

Таким образом, результаты микробиологических исследований показали, что на обсемененность рыбы микроорганизмами в значительной степени влияет способ замораживания — наименьшая обсемененность обнаруживается при замораживании рыбы в растворе хлорида кальция с применением защитного покрытия на основе НПВ.

Результаты микробиологических исследований показали, что тенденции изменений общей бактериальной обсемененности белого толстолобика в течение 240 суток холодильного хранения аналогичны при всех способах замораживания. МАФАНМ образцов рыбы всех способов замораживания снижается в среднем на 10,0 % от исходного значения.

Снижение численности бактерий при холодильном хранении толстолобика объясняется отмиранием микроорганизмов при отрицательных температурах.

Несмотря на все вышеперечисленные факторы, многие микроорганизмы способны переживать замораживание и сохраняться на мороженой рыбе в жизнеспособном состоянии. При размораживании они сохраняют нормальный обмен веществ, патогенность, способность к спорообразованию [5, 6].

Бактерицидное действие замораживания усиливается с помощью некоторых химических веществ, оказывающих на микроорганизмы отрицательное воздействие, то есть антисептиков.

Многие из антисептиков обладают специфичностью действия. Большое значение имеет концентрация антисептиков в среде, так как некоторые из веществ, обладающие в большой концентрации ярко выраженным антисептическим действием в малой концентрации даже необходимы для развития микроорганизмов. Специфичность действия антисептиков, концентрации допущенные Минздравом Украины, часто недостаточные для подавления жизнедеятельности микроорганизмов, эти факторы значительно сужают область применения антисептиков [5, 6].

Замораживание в водном растворе хлористого кальция является наиболее эффективным способом консервирования больших объемов крупных пород рыб с целью сохранения высокого качества на длительные сроки.

Защитные покрытия на основе пектиновых веществ позволяют не только осуществить высокоэффективный способ контактного рассольного замораживания, удлинить сроки холодильного хранения рыбы путём снижения усушки и торможения окислительной порчи липидов, но и дополнительно уничтожить патогенную микрофлору мороженого толстолобика за счёт бактерицидных свойств пектиновых веществ и особенностей технологии нанесения защитных покрытий.

Литература

1. Мижужева, С. А. Влияние замораживания в растворе хлорида кальция на качество рыбы [Текст] / С. А. Мижужева, А. С. Манухин, Л. И. Хвалова // Совершенствование методов холодильного консервирования пищевых продуктов. — 1992. — С. 62–67.
2. Венгер, К. П. Рациональные режимы замораживания тушек птицы в жидкости [Текст] // Холодильная техника. — 1983. — № 3. — С. 33–36.
3. Безусов, А. Т. Разработка технологии рассольного замораживания рыбы с использованием защитных покрытий [Текст] / А. Т. Безусов, А. С. Паламарчук, А. С. Титлов, Т. А. Манолі // Вестник Международной академии холода. — 2003. — №3. — С. 29–33.
4. Пат. 72706 А Україна, МПК 7 А23В4/06. Спосіб заморожування риби / А. Т. Безусов, М. І. Бабков, Г. С. Паламарчук, Т. А. Манолі. — № 20031211232; заявл. 09.12.2003. опубл. 15. 05. 2005. Бюл. №3. — 6 с.
5. Дутова, Е. Н. Техническая микробиология рыбных продуктов [Текст] / Е. Н. Дутова, М. М. Гофташ, И. И. Призренова [и др.]; под редакцией Е.Н. Дутовой — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 281 с.
6. Уклистый, Г. М. Микробиология рыбы и рыбных продуктов [Текст] / Г. М. Уклистый, Н. П. Мартемьянова. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 139 с.

ВИЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ОЛІГОМЕРІВ ВУГЛЕВОДІВ

Данилова О. І., канд. хім. наук, ст. наук. співр., Репшта С. П., канд. техн. наук, доцент,
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

*Отримані β -глюкани із рослинної сировини та із клітинних стінок дріжджів *S. cerevisiae* в результаті часткової ферментативної деструкції і визначена їх біологічна активність, зокрема, антиоксидантні та пребіотичні властивості. Запропоновано використовувати ці показники для з'ясування біологічної активності сполук різної хімічної природи. Доведено, що β -глюкани клітинних стінок дріжджів мають вищу біологічну активність, ніж препарат, отриманий із вівса. Відмічено, що значний інтерес представляє визначення біологічної активності різних препаратів для оцінки перспективи їх використання як антиоксидантів у складі кормових і харчових добавок.*

*β -glucans are obtained from plant raw material and from cell walls of *S. cerevisiae* yeast as a result of partial enzymatic degradation, and their biological activity is determined, in particular, antioxidant and prebiotic properties. The use of these indicators to determine the biological activity of compounds of different chemical nature is proposed. It has been proved that β -glucans of yeast cell walls have a higher biological activity than the preparation obtained from oats. It is noted that the determination of the biological activity of various preparations to assess the prospects for their use as antioxidants in the composition of feed and food additives is of considerable interest.*

Ключові слова: антиоксидантні та пребіотичні властивості, β -глюкани, дріжджі, олігосахариди

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Визначення високо- і низькомолекулярних біологічно активних речовин (БАР) представляє як практичний, так і теоретичний інтерес для вивчення їх властивостей у зв'язку з широким застосуванням високоефективних біологічно активних сполук в різних областях життєдіяльності (в сільському господарстві, у складі харчових продуктів, медичних препаратів і добавок). У зв'язку з вимогами підвищення якості життя і збільшенням асортименту біологічно активних добавок (БАД) з'явилася потреба у швидкому визначенні біологічної активності, оскільки зростання ступеня використання різноманітних БАР вимагає визначення можливості їх використання та оцінки якості, із наступним визначенням їх впливу на організм людини і тварин [1-4]. Дуже часто спосіб визначення біологічної активності речовин включає приготування контрольного і робочого біологічних препаратів клітинної субстанції тваринного організму, додавання випробовуваної речовини в робочий біологічний препарат, інкубацію контрольного і робочого біологічних препаратів, визначення в них показників метаболізму, в якості одного з яких використовують вміст у біологічному препараті малонового альдегіду, порівняння показників метаболізму в контрольному і робочому біологічних препаратах і судження про міру біологічної активності випробовуваної речовини за величиною показників метаболізму. Іноді використовують різні моделі патологій тварин для визначення напрямку використання БАД. Але ці методи є дуже дорогими, раціональніше на початку з'ясувати біологічну активність окремих сполук та БАД в цілому *in vitro*.

В наш час основними методами у біоаналізі є хроматографія, капілярний електрофорез в їх гібридних варіантах з мас-селективним детектором і люмінесцентний аналіз. У останньому випадку використовується власна люмінесценція сполук, люмінесценція їх хелатів з однорідними або різними лігандами, флуороімунні методи, не втрачає свого значення і фотометричний аналіз. В той же час реальною необхідністю є забезпечення дослідження попередніх властивостей БАД, вивчення їх біодоступності і біоеквівалентності. Вирішують такі і подібні завдання нині переважно за допомогою радіоімунологічних методів і високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ), які трудомісткі, тривалі і вимагають застосування складної і дорогої апаратури. Останніми роками при визначенні біологічно активних речовин (БАР) все частіше використовують простий і високочутливий флуориметричний метод, заснований на вимірі сенсibilізованої флуоресценції хелатів лантанодів. До теперішнього часу накопичена велика база даних про кольорові реакції, що використовуються в експрес-контролі і ідентифікації БАР в розчинах, в харчовій і фармацевтичній продукції, в культуральних і біологічних рідинах. Такі БАР як флавоноїди, каротиноїди, хлорофіли та інші мають власне інтенсивне забарвлення, яке залежить від їх складу і вмісту у зразку. В той же час, застосування такого параметру, як колір розчинів, в якості кількісного аналітичного сигналу розроблено для використання, головним чином, при визначенні таких сполук як деякі азот-

вмісні БАР (амінокислоти, пептиди, нітрити) та окремих вуглеводів після проведення кольорових реакцій [3-6].

Ми пропонуємо для визначення біологічної активності різних комплексних препаратів і сполук, у тому числі, олігомерів вуглеводів, використовувати показники, які можливо визначити *in vitro*. При цьому визначення антиоксидантних та пребіотичних властивостей дозволить достатньо чітко визначити наявність або відсутність біологічної активності та з'ясувати, який саме ефект активуючий або інгібуєчий має досліджуваний зразок.

Матеріали та методи. Антиоксидантну активність (АА) важко виміряти по відношенню до вільних радикалів безпосередньо *in vivo*, тому дія антиоксидантів оцінюється мірою їх окислення *in vitro*. Зазвичай, спосіб визначення біологічної активності речовини включає приготування препарату тест-об'єкта живого організму, внесення в клітинну суспензію контрольної і випробовуваної речовини, інкубацію, отримання контрольного і випробовуваного розчину. Далі визначають оптичну щільність контрольного і випробовуваного розчинів, а міру біологічної активності випробовуваного розчину виражають у вигляді індексу стимуляції, яка при показниках вище 100 % вказує на наявність стимулюючої активності випробовуваної речовини, а нижче — інгібувальною.

Використання суспензій клітин живих організмів дозволяє точно визначити антиоксидантні властивості але сам процес є достатньо складним, вимагає наявності живих клітин, навичок роботи із ними тощо, тому простіше визначити антиоксидантні властивості іншими методами, зокрема, із використанням фізико-хімічних методів. Дуже часто АА визначають електрохімічними методами (кулонометрія, амперметрія, потенціометрія) [3-5], але їх доцільно використовувати при наявності речовин фенольної природи. Результати дослідження кулонометричними методами часто представляються з використанням кількості кверцетину на одиницю зразка (мг кверцетину/г або cm^3 досліджуваного зразка). В той же час, відомо, що антиоксидантні властивості мають вуглеводні та їх похідні [6]. Для таких сполук більш прийнятним є порівняння АА із аскорбіновою кислотою або фотометричні методи, наприклад, із використанням відновленого нікотинамідаденіндинуклеотиду ($\text{NAD}\cdot\text{H}_2$) [7]. Нами проведені дослідження препаратів β -глюканів вівса та виділених із клітинних стінок дріжджів *S.cerevisiae* [8] для визначення їх біологічної активності (β -глюкан I). Для отримання препаратів із дріжджів, в яких збільшена кількість β -глюканів додатково обробляли препарат, отримання якого описано в [9] препаратом маннази, який вносили у кількість 0,1 % при рН 5,5, яке створювали за допомогою фосфатного буфера і витримували 3 години, потім здійснювали центрифугування, відділяли препарат β -глюкану, промивали тричі водою та висушували. Отриманий препарат містив 72 % β -глюкану (β -глюкан II). Вихід від початкової ваги дріжджової біомаси склав майже 10 %.

Про антиоксидантну активність досліджуваних зразків судили по їх здатності інгібувати аутоокислення адреналіну *in vitro* і тим самим запобігати утворенню активних форм кисню [10]. Антиоксидантну активність досліджуваних зразків визначали по їх здатності інгібувати аутоокислення адреналіну *in vitro* і тим самим запобігати утворенню активних форм кисню [10]. Для цього до 4 cm^3 0,2 М натрій-карбонатного буфера, рН = 10,65 (який встановлювали додаванням до 0,2 М розчину Na_2CO_3 сухого реактиву NaHCO_3), додавали $0,2 \text{ cm}^3$ 0,1 % (5,46 мМ) аптечного розчину адреналіну гідрохлориду, ретельно і швидко перемішували, на спектрофотометрі СФ-46 визначали оптичну щільність через 30 с впродовж 10 хв при довжині хвилі 347 нм в кюветі завтовшки 10 мм на спектрофотометрі (D_1). Далі до 4 cm^3 буферу (рН=10,65) додавали $0,06 \text{ cm}^3$ досліджуваного препарату (суспензію із масовою часткою препарату 1 %) і $0,2 \text{ cm}^3$ 0,1 % адреналіну гідрохлориду, перемішували і вимірювали оптичну щільність, як описано вище (D_2). Для нівелювання впливу власного забарвлення суспензій препаратів, які поглинають певну довжину хвилі у видимій частині спектру, в якості контрольної проби використали буферований розчин препарату без адреналіну. Антиоксидантну активність (АА, %) досліджуваних препаратів виражали у відсотках інгібування аутоокислення адреналіну і обчислювали за формулою:

$$AA = \frac{(D_1 - D_2) \cdot 100}{D_1} \quad (1)$$

Крім того, антиоксидантні властивості визначали за окисленням кверцетину [11]. До складу реакційної суміші входили: 0,5 мл 0,1 М фосфатного буфера, рН 7,8, 2,4 мл дистильованої води або розчину речовини, що вивчається, 0,058 мл тетраметилетилендіаміна (ТМЕД), 0,08 ммоль етилендіамінтетраоцтової кислоти (ЕДТА). Реакцію починали внесенням в середовище інкубації 0,1 мл 0,462 мМ розчину кверцетину. Проби інкубували на водяній бані впродовж трьох хвилин при температурі 37 °С, потім реєстрували зміну оптичної щільності при довжині хвилі 406 нм. АА визначали у мг кверцетина /г препарату.

Третім методом, використаним для визначення АА був метод із застосуванням $\text{NAD}\cdot\text{H}_2$. Спочатку аналізували контрольний зразок, а потім дослідний. У випадку контрольного зразка в суху пробірку відбирали 3 cm^3 розчину фероціаніду калію ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$), 5 cm^3 буферного розчину з рН 7, 1 cm^3 дистильованої води і 1 cm^3 відновленого нікотинамідаденіндинуклеотиду ($\text{NAD}\cdot\text{H}_2$). Зміну оптичної щільності

контрольного зразка внаслідок прямого окиснення $\text{NAD}\cdot\text{H}_2$ фероціанідом калію знаходили при $\lambda=325$ нм. Визначення властивостей дослідного зразка здійснювали аналогічно, але додавали у реакційну суміш $0,1 \text{ см}^3$ досліджуваного препарату та $0,9 \text{ см}^3$ води. Знімали оптичну щільність на фотоколориметрі. Знаходили зміну оптичної щільності і розраховували біологічну активність у відсотках від контрольної проби [12].

Дуже перспективною є оцінка активності біологічно БАД шляхом введення досліджуваної речовини різної концентрації в поживне середовище для росту бактерій і підрахунок колоній, що вирости або кількості мікроорганізмів у рідкому середовищі накопичення. Оскільки необхідно було визначити пребіотичні властивості олігомерів вуглеводів, як тест-об'єкт живого організму використали представників пробіотичної мікрофлори. Необхідно зазначити, що біфідобактерії (*Bifidobacterium*) достатньо вимогливі до середовища, не дуже добре ідентифікуються та провести їх облік важко, тому в якості тест-культур використали *Lactobacillus acidophilus*.

Мікроорганізми брали у кількості 1 см^3 з концентрацією 10^9 мікробних клітин на см^3 , в препарат тест-об'єкта живої культури додавали контрольну речовину (фізіологічний розчин), в інші досліджувані проби — олігомери вуглеводів у розвиненому вигляді у кількості 0,1, 0,5 і $1,0 \text{ мг/см}^3$, інкубували впродовж 24 годин, визначали кількість мікроорганізмів в контрольному (з фізіологічним розчином) і дослідному зразках, а ступінь біологічної активності виражали у вигляді індексу стимуляції, який розраховували за формулою:

$$I = X_{\text{екс}} / X_{\text{к}} \cdot 100, \quad (2)$$

де I — індекс стимуляції;

$X_{\text{екс}}$ — середня кількість мікроорганізмів в досліджуваному розчині;

$X_{\text{к}}$ — середня кількість мікроорганізмів у контрольному розчині.

За зміною величини індексу стимуляції в усіх пробах робили висновок про біологічну активність досліджуваних олігомерів вуглеводів.

Обговорення отриманих результатів. Антиоксидантна активність обумовлена числом і розташуванням функціональних груп, здатних легко віддавати атом водню (зокрема, -OH, -SH, -NH), наявністю подвійних зв'язків, а також просторовою структурою молекул. Так, кверцетин, який має дві 3' і 4' гідроксильних групи в орто-положенні кільця В і одну в 3 положенні кільця 3 є ефективнішим антиоксидантом, ніж його глікозид рутин, активна 3-ОН група якого заміщена цукровим залишком (рутинозою) [1-3, 13-17]. Крім того, наявність глікозидного залишку призводить до зміни просторового розташування молекули, що також є причиною нижчої антиоксидантної здатності глікозидів в порівнянні з агліконами. Відмінність у відновній здатності цистеїну і трипептиду глутатіона, мабуть, також обумовлена просторовою структурою їх молекул. Саме цим можливо пояснити вищі антиоксидантні властивості фракцій вуглеводів з меншою молярною вагою, які були вилучені як із рослинної сировини (вівса), так і з клітинних стінок *S. cerevisiae* (табл. 1). Крім того, відомо, що антиоксиданти впливають на різні етапи пероксидації: на утворення супероксидного радикалу — аскорбінова кислота, на гідроксильний радикал — убіхінон, вітамін Е [14, 16]. Якщо розглядати отримані препарати β -глюканів, можна зробити висновок, що вони більшою мірою впливають саме на утворення водневих зв'язків завдяки -ОН групам, а просторова орієнтація молекули впливає меншою мірою. Для оцінки рівня антиоксидантної активності різних хімічних сполук, фітопрепаратів, харчових і кормових добавок в них визначають вміст біологічно активних речовин поновлюючого характеру, порівнюючи ці показники з поновлюючою активністю кверцетину, який прийнятий у фахівців-біохіміків в якості стандарту при оцінці антиоксидантної активності [19].

Таблиця 1 – Антиоксидантна активність зразків

Препарат	АА, %	АА, мг кверцетину/г	АА, ум. од. акт.
Кверцетин	—	1,0	
β -глюкан вівса	13,5	1,8	1098
β -глюкан дріжджів I	26,7	6,3	1184
β -глюкан дріжджів II	37,2	9,8	1650

Зміна оптичної густини контролю у методі 3 склала 0,02 од. У досліджуваних зразків зміна оптичної густини розчинів була 0,021 (β -глюкан вівса), 0,023 (β -глюкан дріжджів I), 0,033 (β -глюкан дріжджів II), тобто відрізнялася дуже мало, що пов'язано з тим, що основні складові препаратів після фракціонування представлені β -глюканами.

Порівняння антиоксидантних властивостей олігомерів вуглеводів, отриманих із рослинної сировини (β -глюканів вівса) та клітинних стінок дріжджів *S. cerevisiae*, показало, що декстрини, отримані із зернової сировини мають менші показники АА, ніж препарат із клітинних стінок дріжджів *S. cerevisiae*, що добре узгоджується із даними літератури [18, 20]. Оскільки ми вважаємо, що антиоксидантні властивості β -

глюкоанів пов'язані саме із просторовим розташуванням молекул та впливом на гідроксильний радикал, стає зрозумілим, що зразок, виділений із дріжджів має вищі показники АА, зокрема, препарат β -глюкану I в 3,5 рази, а β -глюкан дріжджів II, що має біль низьку молекулярну вагу (до 30 Да) — в 5,4 рази у порівнянні із β -глюканом рослинної сировини.



Рис. 1 — Визначення індексу стимуляції препаратів

про інгубуючу дію.

З наведених на рисунку 1 даних видно, що найбільшу стимулюючу дію має β -глюкан дріжджів II, він на 66,3 % перевищує контроль та на 38,8 % вищий показника для β -глюкану вівса і на 26,5 % більше, ніж показник β -глюкану дріжджів I.

Таким чином, визначення антиоксидантної активності та пробіотичних властивостей дозволяє достатньо швидко визначити можливість застосування різних сполук, комплексів, речовин для подальшого використання як БАД або, взагалі, говорити про перспективність їх подальших досліджень.

Висновки. Таким чином, окреслені напрями отримання препаратів β -глюкану із рослинної та мікробіальної сировини, що мають антиоксидантні та пробіотичні властивості. Все це дозволить у наступному розробити технології біотехнологічної переробки різних видів сировини, що містить β -глюкани, із отриманням цінних препаратів. Досліджені β -глюкани, вилучені із рослинної сировини та із клітинних стінок дріжджів *S. cerevisiae* в результаті часткової ферментативної деструкції, мають високу біологічну активність, зокрема, антиоксидантні та пробіотичні властивості. Запропоновано використовувати ці показники для з'ясування біологічної активності сполук різної хімічної природи. Доведено, що β -глюкани клітинних стінок дріжджів мають вищу біологічну активність, ніж препарат, отриманий із вівса. Значний інтерес представляє визначення антиоксидантної активності препаратів β -глюкоанів із інших видів сировини для оцінки перспективи їх використання як антиоксидантів у складі кормових і харчових добавок, а також препаратів, здатних до зняття стресів як у сільськогосподарських тварин, так і у людей.

Література

1. Меньшикова, Е. Б. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты [Текст] / Е. Б. Меньшикова, В. З. Ланкин, Н. К. Зенков и др. // М.: Фирма "Слово", 2006. — 554 с.
2. Селютіна, Г. А. Визначення антиоксидантної активності рослинної сировини [Текст] / Г. А. Селютіна, О. В. Виронова, Т. В. Щербакова // Наукові праці ОНАХТ. — 2014. — Т. 2., № 46. — С. 80–85.
3. Євлаш, В. В. Вдосконалення методики визначення антиоксидантної активності продуктів рослинного походження та її кількісна оцінка [Текст] / В. В. Євлаш, Н. О. Отрошко, В. О. Акмен // Зб. наук. Праць ДонДует. — 2013. — Вип. 30. — С. 58–63.
4. Федина, П. А. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом [Текст] / П. А. Федина, А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова // Химия раст. сырья. — 2010. — № 2. — С. 91–97.
5. Roginsky, V. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food [Text] / V. Roginsky, E. A. Lissi // Food chemistry. — 2005. — Vol. 92 — P. 235–254.
6. Оленников, Д. Н. Антиоксидантная активность растительного средства «Фитоуросепт» [Текст] / Д. Н. Оленников, А. А. Торопова, Л. М. Танхаева и др. // Раст. ресурсы. — 2010. — № 4. — С. 143–150.
7. Reshta, S. P. Processing of wastes of grain-growing industry at help of hydrolase of *S. cerevisiae* [Text] / S. P. Reshta, O. I. Danylova // Materials of the V international research and practice conference. Westwood, Canada. — 2014. — P. 471–478.

8. Данилова, Е. И. Переработка отходов зерновой промышленности при помощи гидролаз *S. cerevisiae* [Текст] / Е. И. Данилова, С. П. Решта, М. Ж. Кизатова // Вестник Алматинского технологического университета – 2014. – № 3 (104) – С. 31–38.
9. Данилова, О. І. Отримання олігомерів із рослинної сировини з антиоксидантними властивостями [Текст] / О. І. Данилова, С. П. Решта // Наукові праці ОНАХТ. – 2014. – Т. 1, № 46. – С. 83–88.
10. Рябинина, Е. И. Новый подход в оценке антиоксидантной активности растительного сырья при исследовании процесса аутоокисления адреналина [Текст] / Е. И. Рябинина, Е. Е. Зотова, Е. Н. Ветрова и др. // Химия раст. сырья. – 2011. – № 3. – С. 117 – 121.
11. Костюк, В. А. Простой и чувствительный метод определения активности супероксиддисмутазы, основанный на реакции окисления кверцетина [Текст] / В. А. Костюк, А. И. Потапович, Ж. В. Ковалева // Вопросы мед. химии. – 1990. – Т. 36, № 2. – С. 88 – 91.
12. Данилова, О. І. Використання комплексу гідролаз дріжджів *S. cerevisiae* для отримання олігомерів, що мають антиоксидантні властивості [Текст] / О. І. Данилова, С. П. Решта // Наукові праці ОНАХТ – 2013. – Т. 2, № 44. – С. 103 – 109.
13. Kuo, J.-M. Rapid photometric assay evaluating antioxidative activity in edible plant material [Text] / J.-M. Kuo, D.-B. Yeh, B. Sun Pan // J. Agric. and Food Chem. – 1999. – Vol. 47, Issue 8. – P. 3206 – 3209.
14. Garcia-Alonso, M. Evaluation of the antioxidant properties of fruits [Text] / M. Garcia-Alonso, S. de Pascual-Teresa, C. Santos-Buelga, J. C. Rivas-Gonzalo // Food Chem. – 2004. – Vol. 84? Lssue 1 – P. 13 – 18.
15. Poli, G. Oxidative stress and cell signalling [Text] / G. Poli, F. Leonarduzzi, E. Biasi // Curr. Med. Chem. – 2004. – Vol. 11. – P. 1163 – 1182.
16. Flora, S. J. S. Structural, chemical and biological aspects of antioxidants for strategies against metal and metalloid exposure [Text] / S. J. S. Flora // Oxid. Med. Cell. Longev. – 2009. – Vol. 2, Issue 4. – P. 191 – 206.
17. Хасанов, В. В. Методы исследования антиоксидантов [Текст] / В. В. Хасанов, Г. Л. Рыжова, Е. В. Мальцева // Химия растительного сырья. — 2004. — № 3. — С. 63 – 95.
18. Petravac-tominac, Vlatka Biological effects of yeast β -glucans [Text] / Vlatka Petravac-tominac, Vesna Zechner-krapan, Slobodan Grba, Siniša Srećec and all. // Agriculturae Conspectus Scientificus – 2010. – Vol. 75. – P. 149–158.
19. Томсон, А. Э. Антиоксидантная активность препаратов из торфа и растительного сырья [Текст] / А. Э. Томсон, Г. В. Наумова, С. Ф. Шурхай и др. // Природопользование. – 2011. – № 19. – С. 165 – 168.
20. Черно, Н. К. Получение и частичный гидролиз бета-глюкана клеточных стенок дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* [Электронный ресурс] / Н. К. Черно, А. В. Коваленко, К. И. Шапкина // Режим доступа: \www/ URL: [http:// www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/december-2012](http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/december-2012). – Название с экрана.

УДК [664.002.3 : 57.016] – 035.841

ПРЕПАРАТ ГУМІАРАБІКУ «FIBREGUM B» ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ФІЗІОЛОГІЧНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ХАРЧОВИЙ ІНГРЕДІЄНТ

Гураль Л. С., канд. техн. наук

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Досліджуваному комерційному препарату «Fibregum B» надано органолептичну оцінку та встановлено хімічний склад. В його складі домінує полісахаридна компонента (арабіногалактан) — 65,4 %, яка ковалентно зв'язана з мінорною складовою — білковими речовинами (3,4 %). Досліджуваний зразок є високомолекулярним біополімером (молекулярна маса перевищує 100 кДа). Водні розчини камеді характеризуються низькою в'язкістю та проявляють властивості антиоксиданту.

Polysaccharide component (arabinogalactan) — 65,4 % prevails as part of preparation gum-arabic «Fibregum B». Gum-arabic «Fibregum B» contains small amount of proteins — 3,4 %. Biopolymer molecular weight exceeds 100 kDa. 1,0...4,0 % aqueous solution of gum-arabic has low viscosity and exhibits antioxidant properties.

Ключові слова: гідроколоїди, біополімери, полісахариди, гуміарабік, фізіологічно-функціональний харчовий інгредієнт.

В теперішній час ринок харчових продуктів представлений широким асортиментом. Споживачі надають перевагу якісним продуктам харчування, враховуючи органолептичні характеристики, корисні властивості та показники безпеки. Пріоритетними у створенні харчових систем з підвищеною харчовою цінністю є використання натуральних харчових інгредієнтів та добавок [1, 2].

Серед великої кількості харчових добавок природного походження вирізняються гідроколоїди своїми структуроутворювальними, вологоутримуючими та стабілізуючими властивостями (здатні набухати і зв'язувати воду в кількості, яка перевищує їх власну масу) [3, 4]. Вони надають бажаних реологічних властивостей і структуру готовому продукту — від текучої, пастоподібної, еластичної до драгелеподібної. Окрім того, такі інгредієнти забезпечують збільшення виходу готового продукту, сприяють регулюванню аромату, запобігають кристалізації льоду і цукру, а також злежуванню багатьох продуктів. З включенням гідроколоїдів виробляють джеми і конфітюри, желе і мармелад, фруктові начинки, пудинги і муси, зефір і пастилу, йогурти і морозиво, збіті десерти, креми, напої, соуси, майонези тощо [5].

За хімічною природою гідроколоїди представлені двома видами біополімерів — білковими речовинами і полісахаридами [3]. До перших належать переважно білки тваринного походження — казеїн, сироватковий білок і желатин. Однак найчастіше в харчових технологіях застосовують полісахаридні гідроколоїди, переважно рослинного походження: крохмаль, модифіковані крохмалі та целюлозу, пектин, агар, карагінани, альгінати, інулін, камеді, глюкани та хітозан [6, 7].

На відміну від білкових і крохмальних гідроколоїдів роль незасвоєваних полісахаридів у харчових системах не зводиться тільки до виконання згаданих функціонально-технологічних функцій. Вони є фізіологічно-функціональними інгредієнтами, оскільки належать до категорії розчинних харчових волокон: здатні проявляти ентеросорбційні властивості (знижують рівень холестерину в крові, зв'язують канцерогени, важкі метали та радіонукліди), сприяти нормальному функціонуванню кишечника, проявляти пребіотичний ефект та нормалізувати процеси метаболізму в організмі людини. Окрім того, завдяки таким полісахаридам, стало можливим створення низькокалорійних продуктів, що зберігають органолептичні характеристики традиційних аналогів [7]. Ефективне застосування некрохмальних полісахаридів як матриць для іммобілізації біологічно активних речовин з метою підвищення активності останніх, пролонгації їхньої дії, збільшення вибірковості дії, покращення стабільності при зберіганні [6—10].

Одним із широко застосовуваних біополімерів в харчовій промисловості та медицині є ексудат тропічних видів акації — гуміарабік [7, 11]. Гуміарабік високої якості отримують з акації *Acacia Senegal* та *Acacia seyal*, які зростають переважно в Африці, а також в Індії та Австралії. Рідше його отримують із деревного соку вишні, абрикосів або сливи. Традиційним експортером гуміарабіку в європейські країни є Судан, рідше Нігерія та Чад.

Як відомо, гуміарабік характеризується складною хімічною будовою молекули та надмолекулярною структурою. В аравійській камеді домінує протеїнодефіцитна складова (водорозчинний полісахарид до 70,0 %) та міститься мінорний білковий компонент. Це дозволяє віднести гуміарабік до категорії протеогліканів. В результаті фракціонування біополімеру із застосуванням гідрофобної хроматографії, авторами робіт [11, 12] було отримано три фракції: арабіногалактан (близько 88,0 %), арабіногалактан-протеїновий комплекс (сягає 10,4 %) і глікопротеїн (становить 1,2 %). У всіх трьох фракціях полісахаридний компонент, молекулярна маса якого варіює в межах від 200 до 300 кДа, має схожу структуру та належить до гетерополісахаридів (рис. 1). Він складається з галактанового кору — β -(1 \rightarrow 3)-зв'язаних 116 залишків D-галактопіранози, який, у свою чергу, розгалужується β -(1 \rightarrow 6)-зв'язками іншими моносахаридними ланками (L-арабіноза, L-рамноза, D-глюкуронова кислота, 4-O-метилглюкуронова кислота). Залишки рамнози, уронових кислот та арабінози у фуранозній формі розташовані на периферії молекули.

Уронові кислоти в природному полімері зустрічаються у вигляді солей магнію, калію та кальцію. Отже, за моносахаридним складом (рис. 2) полісахарид у складі гуміарабіку представлений арабіногалактаном.

У домінуючій фракції в складі гуміарабіку (арабіногалактані) міститься до 0,35...0,44 % білка. Приблизно 9,18...12,00 % білка зосереджено у високомолекулярному полімері (молекулярна маса 1000...1500 кДа) — арабіногалактан-протеїновому комплексі. У його структурі полісахаридні блоки прикріплені до поліпептидного ланцюга (рис. 3). Мінорна та відносно низькомолекулярна фракція (200...250 кДа) — глікопротеїн — містить до 30,00 % загальної кількості білка в молекулі гуміарабіку. Білкові речовини зв'язані ковалентно з зовнішніми функціональними групами арабіногалактану через функціональні групи амінокислот серину та гідроксипроліну.

Макромолекула гуміарабіку існує у вигляді короткої жорсткої спіралі. Залежно від величини її заряду довжина головного ланцюга може коливатися від 1050 до 2400 Å. Завдяки наявному у складі гуміарабіку арабіногалактану у водних розчинах біополімер набуває вигляду компактної сферодальної структури [13].

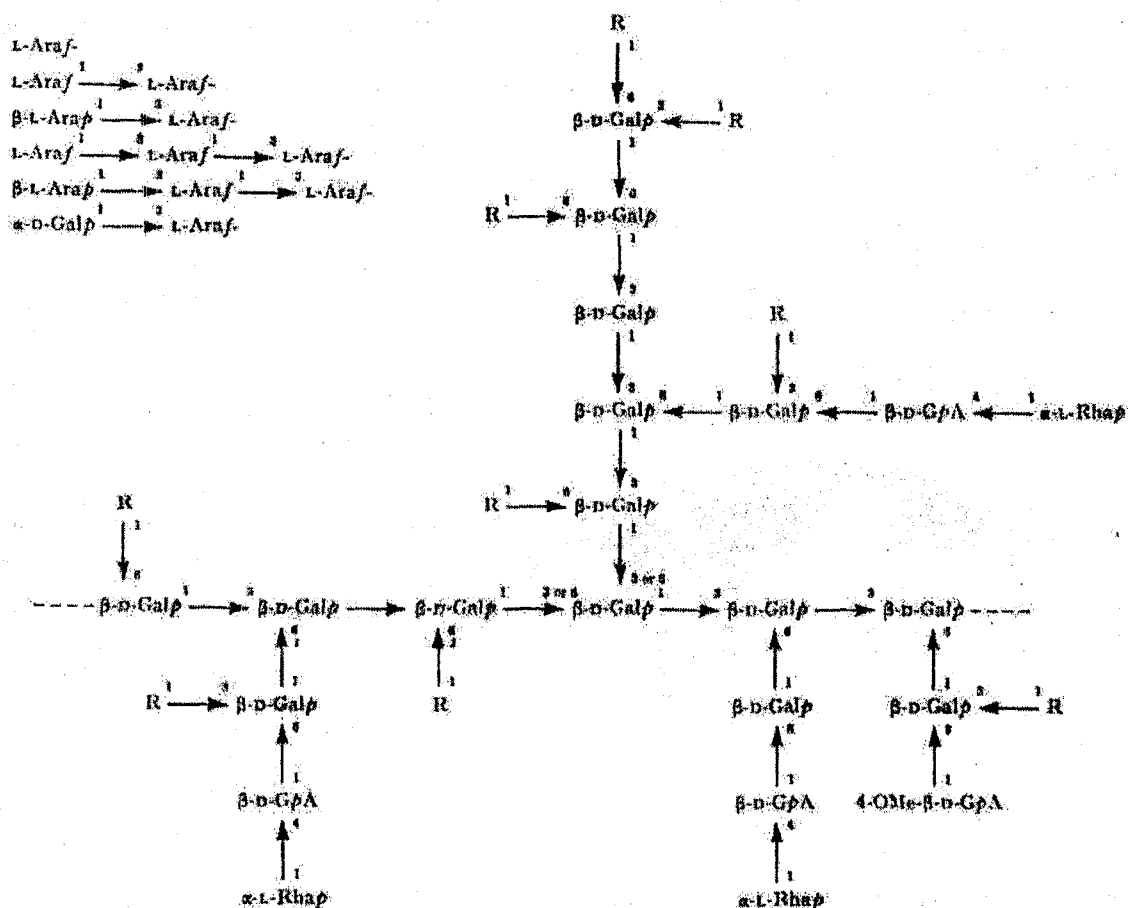


Рис. 1 — Структурний фрагмент молекули полісахаридної складової гуміарабіку

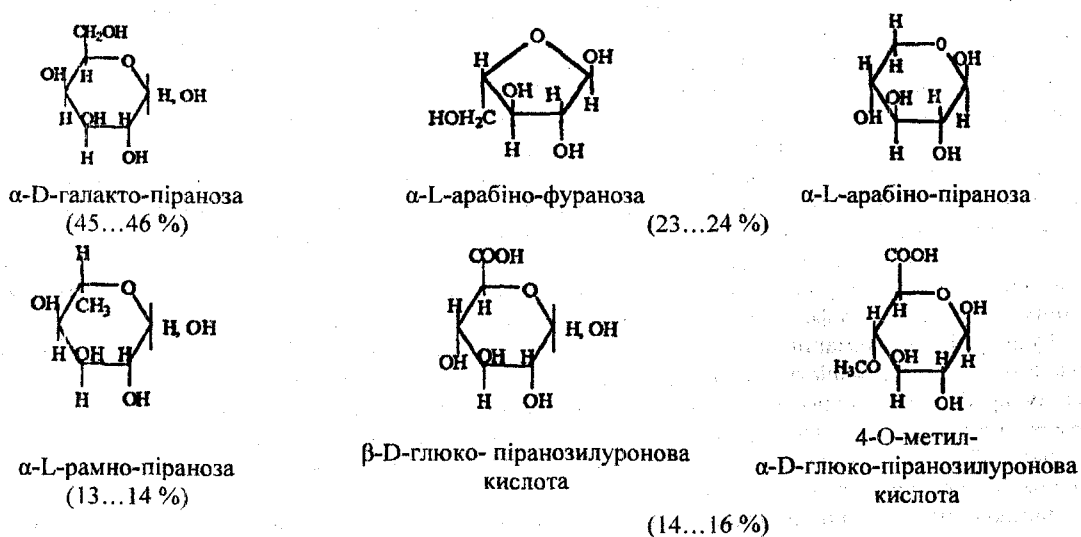


Рис. 2 — Моносахаридні ланки полісахаридної складової гуміарабіку

У зв'язку з цим, аравійська камедь є водорозчинною та утворює розчини низької в'язкості навіть за високих її концентрацій у розчині. Величина показника питомого обернення площин плоскополяризованого світла $[\alpha]_D^{20}$ водних розчинів гуміарабіку становить $-30,130^\circ$. За концентрації вищої ніж 40,0 % розчини біополімеру проявляють реологічні властивості. В'язкість камеді у водному середовищі досягає максимуму при pH 5,0...5,5, а в присутності електролітів та за низьких значень pH вона знижується. У кислому середовищі гуміарабік проявляє стійкість, однак його гідроліз може відбуватися вже при pH 2,0 [14].

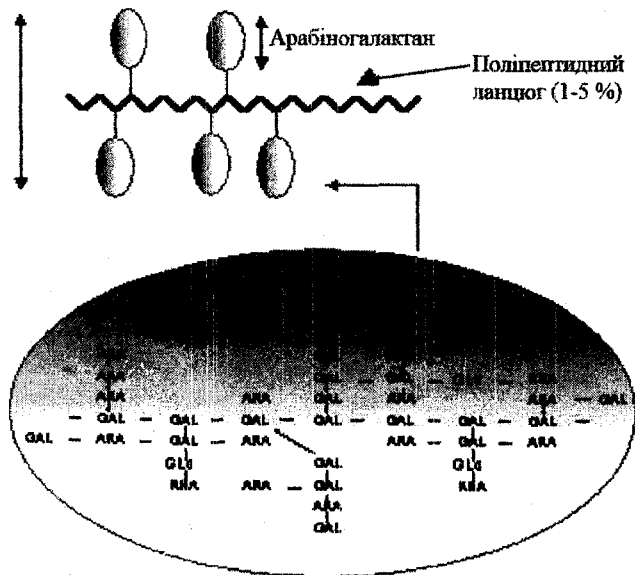


Рис. 3 — Схема арабіногалактан-протеїнового комплексу гуміарабіку

Ізоелектрична точка білкової складової гуміарабіку знаходиться при pH 1,8. За умов підвищення температури розчину вище ніж 60 °C та тривалій термічній обробці за температури понад 100 °C білок у складі біополімеру денатурує. Це призводить до помутніння розчину, необерненого падіння в'язкості та зниження емульгувальної здатності [12, 14].

У харчовій промисловості гуміарабік є гідроколоїдом (E 414), який найбільше використовується у якості текстуратора, емульгатора, плівкоутворювача, стабілізатора емульсій і піни. Як харчова добавка він дозволений для використання в більшості країн світу. В Європейському Союзі аравійську камедь застосовують у виробництві продуктів дитячого харчування, навіть для дітей першого року життя [7, 11].

У харчовій промисловості гуміарабік знаходить часте застосування як стабілізатор емульсій «олія у воді», не змінюючи їх консистенцію, що використовується у виробництві емульсій для безалкогольних

напоїв на основі ефірних олій. Також він застосовується для стабілізації такого напою як шоколадне молоко. Біополімер додають з метою зниження втрат ароматичних речовин, як емульгатор та сполучний компонент у виробництві жувальної гумки без цукру. У кондитерській промисловості його використовують при виробництві зефіру (як стабілізатор піни) та ірисок (як емульгатор жирів). В якості глазурувального агента гуміарабік вводять у продукти з какао та шоколаду. Як складова частина розчину для дражування він використовується у формуванні глазури для горіхів, глазури та прикрас для кондитерських виробів. З метою запобігання кристалізації цукру, а також як зв'язувальний компонент препарат гуміарабіку включають до жувальних цукерок, льодяників і пастили. Розчини гуміарабіку можна використовувати замість олій/масла для приклеювання спецій до таралеток і чипсів. Камедь використовується як стабілізуючий агент у молочних напоях з наповнювачами з ягід і фруктів та для отримання кремової консистенції морозива і вершків. Як вологоутримувальний агент його використовують у виробництві м'ясних і рибних продуктів харчування. У м'ясопереробній промисловості камедь застосовують також для приготування розсолів. Низькоконцентровані розчини гуміарабіку застосовують у виробництві червоного вина для стабілізації його кольору, для покращення ігристих властивостей шампанських вин та для стабілізації піни у пиві. За міжнародними стандартами Codex гуміарабік дозволяється використовувати індивідуально або у сполученні з іншими стабілізаторами в консервованих овочах і рибі, кисло-молочних продуктах після ферментації, плавлених сирах, солених огірках [7, 11, 12].

Гуміарабіку притаманні не лише хороші функціонально-технологічні властивості. Йому властива висока фізіологічна активність. Аравійська камедь належить до водорозчинних харчових волокон, є ефективним пребіотиком, нормалізує ліпідний обмін, уповільнює процеси перекисного окиснення ліпідів, виявляє гастропротекторну, антимікробну, антисептичну, пом'якшувальну та заспокійливу дію щодо слизових оболонок людського організму. Окрім того, гуміарабік застосовується для інкапсулювання лабільних, малорозчинних та нерозчинних у воді речовин [15].

Залежно від умов зростання акації та виду акації хімічний склад препаратів гуміарабіку може варіювати. Сорти промислової камеді визначають за кольором. Найдорожчою є камедь блідого відтінку, яка не містить дубильних речовин (мають неприємний присмак), що важливо для кондитерської промисловості. Однак переважну більшість комерційних препаратів гуміарабіку, які широко представлені на ринку,

отримують очищенням висушеної камеди [7, 11]. Такі препарати залежно від хімічного складу і ступеню очищення можуть різнитися за функціонально-технологічними властивостями, фізіологічними ефектами та ступенем безпеки.

У зв'язку з цим, метою роботи була характеристика присутнього на вітчизняному ринку комерційного препарату гуміарабіку «Fibregum В» та дослідження його фізико-хімічних і фізіологічно-функціональних властивостей.

Для цього досліджуваному зразку гуміарабіку «Fibregum В» (виробник «CNI — Colloide Natures International», Франція) надавали органолептичну оцінку. Далі встановлювали його хімічний склад, а саме визначали вологість шляхом висушування наважки до постійної маси, вміст вуглеводів — за редукуючою здатністю розчинів, отриманих після гідролізу розведеним 2,0—відсотковим розчином HCl , масову частку загального азоту — за метод К'ельдаля, вміст білкової складової розраховували за кількістю загального азоту, золи — спалюванням з подальшим прожарюванням мінерального залишку [16]. Моносахаридний склад гідролізату полісахаридної компоненти гуміарабіку встановлювали методом паперової хроматографії [17]. Молекулярну масу біополімеру в 1,0 М розчині $NaCl$ визначали, використовуючи гель-хроматографію на Sephadex S-150 Superfine (17×48 мм) [18]. Елюати (по 2 см³) аналізували на вміст вуглеводної складової антроновим методом, білкової компоненти — методом Лоурі. В'язкість водних розчинів гуміарабіку за різних значень рН та у порівнянні з іншими гідроколідами встановлювали віскозиметрично, застосовуючи капілярний віскозиметр Оствальда [16]. Антиоксидантну активність визначали модифікованим тіоціанатним методом з неспецифічним субстратом окислення (10—відсотковий розчин соняшникової олії у 96—відсотковому етиловому спирті) [19].

Таблиця 1 — Хімічний склад гуміарабіку

Показник	Масова частка, %
Легкогідролізовані полісахариди	65,4
Азот	0,54
Білок (N×6,25)	3,4
Зола	4,7

Досліджуваний зразок гуміарабіку «Fibregum В» був у вигляді дрібного білого порошку, не містив домішок, мав нейтральний смак, сторонній запах — відсутній. Вологість препарату становила 10,8 %. Наведені в табл. 1 дані щодо хімічного складу гуміарабіку свідчать, що домінуючим в ньому компонентом є вуглеводи, представлені легкогідролізованою фракцією полісахаридів. Масова частка негідролізованого залишку в досліджуваному зразку не перевищувала 5,2 %. Вміст азоту в препараті незначний та становив 0,54 %. З врахуванням коефіцієнту перетворення азоту в білкові речовини, розрахована масова частка білка не перевищувала 3,4 %. Вміст мінеральних речовин складав 4,7 %.

В гідролізаті легкогідролізованих полісахаридів комерційного препарату гуміарабіку методом паперової хроматографії виявлено чотири моносахариди, серед яких домінували галактоза та арабіноза, менше містилося уронових кислот і рамнози (табл. 2). Полісахаридний складник гуміарабіку, таким чином, представлений арабіногалактаном.

Таблиця 2 — Моносахаридний склад полісахаридної компоненти гуміарабіку

Моносахарид	Масова частка, %	Молярна концентрація, моль
Галактоза	43,3	2,40
Арабіноза	31,5	2,10
Уронові кислоти	15,0	0,77
Рамноза	10,2	0,62

За результатами гель-хроматографії встановлено, що у складі препарату гуміарабіку «Fibregum В» домінувала полісахаридна фракція з високою молекулярною масою (понад 100 кДа) та містилися в мінорних кількостях три фракції зі значно меншою молекулярною масою. Білкові речовини зв'язані з усіма фракціями вуглеводневої складової, однак найбільша їх масова частка сполучена з високомолекулярною полісахаридною компонентою (рис. 4). Це, у свою чергу, підтверджує літературні дані щодо наявності ковалентного зв'язку між полісахаридом гуміарабіку та його білковою складовою.

Проведені експерименти щодо розчинності препарату «Fibregum В» свідчать, що зі зростанням температури до 45 °С швидкість його гідратації зростала і розчинність у воді прискорювалась. Водні розчини цього біополімеру з масовою його часткою від 1,0 до 4,0 % характеризуються низькою в'язкістю в порівнянні з іншими досліджуваними полісахаридами (гуаровою камеддю, альгінатом натрію, агаром). Також встановлено, що в'язкість розчинів гуміарабіку дещо знижувалась за низьких значень рН та зростала за умов збільшення величини рН до 6,0.

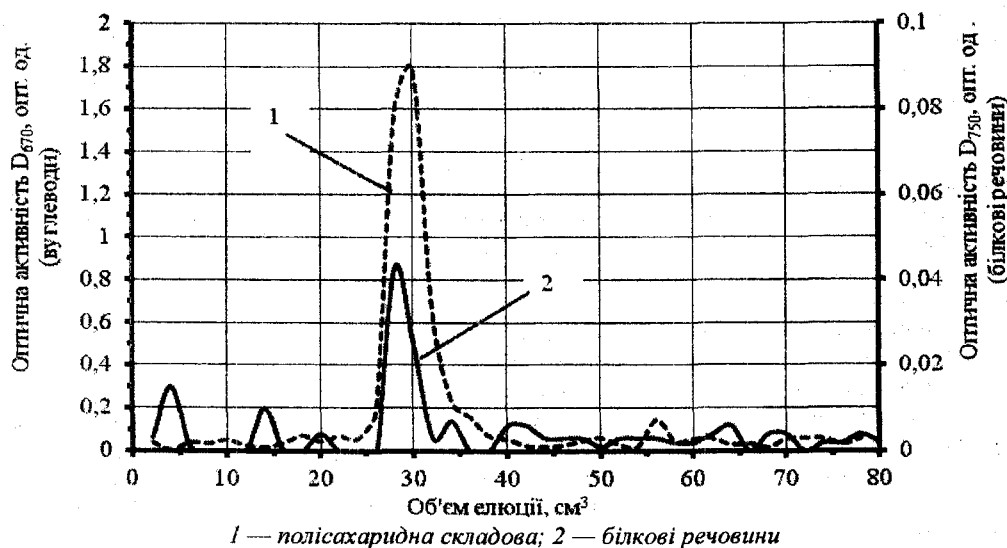


Рис. 4 — Вихідна крива гелі-фільтрації водного розчину препарату гуміарабіку на Sephadex S-150 Superfine

Антиоксидантну активність комерційного препарату гуміарабіку оцінювали *in vitro* у співставленні з широко використовуваним антиоксидантом — аскорбіновою кислотою. Кількість антиоксидантної сполуки, внесеної до субстрату окиснення, витримувалася однаковою. Для досліджуваного біополімеру характерна здатність до інгібування окиснювальних процесів, зокрема антиоксидантна активність 0,7-відсоткового водного розчину біополімеру в 3,6 рази нижча за таку для вітаміну С.

Таким чином, комерційний препарат гуміарабіку «Fibregum В» французького виробництва, який широко застосовується в Україні в якості харчової добавки у виробництві харчових продуктів, за органолептичними показниками відповідає технічним вимогам щодо ексудатів з аравійської акації. Він є відносно високомолекулярним протеогліканом: в його складі домінує полісахаридна складова, представлена арабіногалактаном, та в мінорній кількості міститься білкова компонента. Водним розчинам камеді акації властива низька в'язкість та антиоксидантна дія. За сукупністю отриманих характеристик досліджуваний препарат гуміарабіку перспективно включати до харчових систем, не змінюючи при цьому їх реологічних властивостей, наприклад, вдалим буде його введення до складу безалкогольних напоїв оздоровчого спрямування. Завдяки вираженим фізіологічним ефектам у сукупності з мембранотропними властивостями, притаманними головній фракції біополімеру — арабіногалактану, доцільним є створення на основі такого препарату гуміарабіку функціональних харчових інгредієнтів нового покоління — «смарт-добавок».

Література

1. Сирохман, І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення [Текст]: навч. посібник / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 544 с.
2. Капрельянц, Л. В. Функціональні продукти: тенденції та перспективи [Текст] / Л. В. Капрельянц, Г. А. Хомич // Нутриціологія, дієтологія, проблеми харчування. — 2012. — № 4. — С. 4–8.
3. Филлипс, Г. О. Справочник по гидроколлоидам [Текст]: справочное издание / под ред. Г. О. Филлипса, П. А. Вильямса; пер. с англ. под ред. А. А. Кочетковой, Л. А. Сарафановой. — СПб.: ГИОРД, 2006. — 536 с.
4. Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы / [Д. Дж. МакКлементс [и др.]; под ред. Б. М. МакКенна; пер. с англ. [В. Д. Широкова, Н. С. Селивановой] под науч. ред. Ю. Г. Базарновой. — Санкт-Петербург: Профессия, 2008. — 471 с.
5. Технология пищевых продуктов [Текст]: учебник / Под ред. А. И. Украинца. — К.: Издательский дом «Аскания», 2008. — 736 с.
6. Alistair, M.S. Food Polysaccharides and Their Applications [Text] / M. S. Alistair, G. O. Phillips. — CRC Press, 2006. — 752 p.

7. Харчова хімія. Полісахариди [Текст]: навчальний посібник / Н. К. Черно, Н. О. Денісюк, С. О. Озоліна, О. В. Севастьянова, Л. С. Гураль. – Одеса: Освіта України, 2014. – 220 с.
8. Перспективы использования растительных полисахаридов в качестве лечебных и лечебно-профилактических средств [Текст] / Н. А. Криштанова, М. Ю. Сафонова, В. Ц. Болотова и др. // Вестник ВГУ. Сер. Химия, биология, фармация. – 2005. – № 1. – С. 212–221.
9. Черно, Н. К. Отримання білок-полісахаридного комплексу та його характеристика [Текст] / Н. К. Черно, Л. С. Гураль, О. В. Ломака // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць. – Харків, 2012. – № 2. – С. 309–315.
10. Черно, Н. К. Стабілізація бетанина комплексом з арабіногалактаном [Текст] / Н. К. Черно, Е. В. Ломака // Известия Вузов. Пищевая технология. – 2013. – № 4. – С. 32–35.
11. Kennedy, J. F. Gum Arabic [Text] / J. F. Kennedy, G. O. Phillips, P. A. Williams. – Royal Society of Chemistry; Hardback, 2011. – 372 p.
12. Products and Applications of Biopolymers [Text] / Edited by Dr. Johan Verbeek // Materials Science. Polymers. Products and Applications of Biopolymers mers. Chapter 1, Gum Arabic: More than an edible emulsifier. – 2012. – P. 1-25.
13. Dror, Y. Structure of Gum Arabic in Aqueous Solution [Text] / Y. Dror, Y. Cohen, R. Yerushalmi-Rozen // Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics. – 2006. – Vol. 44. – P. 3265–3271.
14. Yusuf, A. K. Studies on some physicochemical properties of the plant gum exudates of Acacia senegal (Dakwara), Acacia sieberiana (Farar kaya) and Acacia nilotica (Bagaruwa) [Text] / A. K. Yusuf // Jorind. – 2011. – № 9 (2). – P. 10–17.
15. Badreldin, H. A. Biological effects of gum arabic: A review of some recent research [Text] / H. A. Badreldin, A. Ziada, G. Blunden // Food and Chemical Toxicology. – 2009. – № 47. – P. 1–8.
16. Методы биохимического исследования растений [Текст]: научное издание / А. И. Ермаков [и др.]; ред. А. И. Ермаков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
17. Хроматография на бумаге [Текст]: монография / Под ред. И. М. Хайса, К. Мацека; Пер. с чешск. под ред. М. Н. Запрометова. – М. : Изд-во иностр. лит., 1962. – 851 с.
18. Лабораторное руководство по хроматографическим и смежным методам: в 2 ч. / под ред. О. Микеша; пер. с англ. А. Ю. Кошевича, Е. Л. Стыскина; под ред., послесл. В. Г. Березкина. – Москва: Мир, 1982. – Ч. 1. – 400 с.
19. Салькова, Е. Г. Изучение антиоксидантной активности экстрактов кутикулы яблок [Текст] / Е. Г. Салькова, М. Г. Амзашвили // Прикл. биохимия и микробиология. – 1987. – Т. 23, № 5. – С. 686–691.
20. Черно, Н. К. Біотехнологічний спосіб вилучення арабіногалактану із деревини сосни [Текст] / Н. К. Черно, Л. С. Гураль, О. В. Ломака // Наукові праці ОНАХТ. – 2012. – Т. 2, № 42. – С. 157–161.

УДК 663.85:663.478.2.022.3

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОЛІСОЛОДОВИХ ЕКСТРАКТІВ

¹Романова З. М., канд. техн. наук, доцент, ¹Романов М. С., аспірант,

²Мельник І. В., канд. техн. наук, доцент

¹Національний університет харчових технологій, м. Київ

²Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Досліджено склад та властивості полісолодових екстрактів як «основи» для безалкогольного напою, підібрано оптимальні співвідношення полісолодового екстракту, водного екстракту малини і необхідної кількості глюкозно-фруктозної патоки для одержання збалансованого за компонентним складом напою з гармонійним смаком.

The study of composition and properties of poly-malt extracts as "the base" for non-alcoholic drinks was conducted, during which the optimum ratio of poly-malt extract, aqueous extract of raspberry, and the required amount of glucose-fructose syrup was determined for obtaining a composition-ally balanced drink with a harmonious taste.

Ключові слова: солодовий екстракт, стійкість, фізико-хімічні показники, нетрадиційна сировина.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Однією з найважливіших проблем розвитку пивобезалкогольної галузі у наш час є підвищення якості продукції, що випускається, її маркетингова конкурентоспроможність, і в першу чергу — зниження собівартості і покращення асортименту. В сучасних економічних умовах цього можна досягти шляхом розробки і впровадження способів виробництва, спрямованих на скорочення тривалості основних виробничих стадій і покращення якості напоїв без значних витрат матеріальних і енергетичних ресурсів. Одним з напрямів розв'язання даної проблеми є оптимізація технології безалкогольних напоїв шляхом використання так званих «основ» — базових напівпродуктів, частин з основним набором підготовлених інгредієнтів, а також вдосконалення складу напою, надання йому профілактично-оздоровчих властивостей. Основи для напоїв зарубіжного виробництва виготовляють, в основному, з використанням концентрованих цитрусових соків. Застосовують, зазвичай, шестикратно концентрований сік з вмістом сухих речовин до 65 %, пульпи — не більше 5 %. При необхідності до нього додають барвники, кислоти і консерванти. Концентрати для безалкогольних напоїв вітчизняного виробництва, як правило, складаються з двох частин: ароматичної і екстрактивної. Ароматичну частину А готують шляхом розчинення ефірних масел у спирті. Міцність ароматичної частини А не менше 93 %. Екстрактивну частину Б готують змішуванням водно-спиртових екстрактів трави звіробою, кореня солодки, елеутерокока (або левзеї), колера та лимонної кислоти. Отриману суміш упарюють під вакуумом до вмісту сухих речовин 80 ± 2 %. Зберігають обидві частини окремо, змішують перед виробництвом напою. Ця технологія є енерго- та матеріаловитратною, до того ж вимагає тривалого часу і великого штату робітників.

Розробка технологій із застосуванням основ є актуальною, бо їх використання у виробництві напоїв призводить до економії, так як спрощується технологія, скорочуються втрати сировини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки ринок безалкогольних напоїв в Україні розвивався стрімкими темпами — протягом 2002...2007 рр. його обсяг збільшився більш ніж удвічі. Проте з 2007 р. до 2014 р. приріст ринку склав всього 5 %.

Вихід на ринок відразу двох гігантів світової безалкогольної індустрії — PepsiCo і Orangina Group, дають підстави припускати, що будуть тривати досить серйозні зміни в розстановці сил лідерів. Продукція PepsiCo вже давно представлена на українському ринку, але ось власної виробничої бази в Україні компанія ніколи не мала. У будь-якому випадку виграв споживач, перш за все за рахунок витіснення з ринку неякісної продукції. З подальшим розвитком ринку в Україні все більше буде з'являтися нішової продукції. Українцям вже добре відомі холодні чаї, енергетичні напої. Але в той же час широке розмаїття функціональних продуктів, яким вже не здивуєш споживачів Західної Європи і США, українцям, як і раніше, не дістається. Зокрема, ніша напоїв на пряно-ароматичній сировині спеціального функціонального призначення залишається вільною.

У рамках розглянутих тенденцій особливу актуальність представляє розвиток виробництва різних концентрованих основ для безалкогольних напоїв. Вирішення цих завдань може здійснюватися за двома напрямками:

— створення ефективних технологій з переробки рослинної сировини, що забезпечують максимальне збагачення настоїв і екстрактів природними екстрактивними речовинами. Створення концентратів на основі екстрактів має забезпечуватися різними формами: рідкими, висококонцентрованими, пастоподібними, порошкоподібними, у вигляді гранул та ін.;

— збагачення концентрованих основ незамінними нутрієнтами та їх преміксами.

Останній напрям має практичне застосування при розробці безалкогольних напоїв різної функціональної спрямованості (в корекції харчування різних організованих груп населення: діти, вагітні жінки, спортсмени, робітники промислових підприємств і т.д.) [1].

Таким чином, тенденція розвитку ринку безалкогольних напоїв в Україні повинна бути орієнтована на продукти здорового харчування. Створення і вдосконалення технологій концентрованих основ на натуральній основі є необхідною умовою для стабільного розвитку вітчизняного виробництва високоякісних безалкогольних напоїв [2—4]. Важливе значення має комплексне використання рослинної сировини з вивченням її діючих і мінерних компонентів, що забезпечує направлення функціональних властивостей концентратів і напоїв на їх основі [3, 4, 6].

Найвні літературні дані свідчать, що вегетативні частини рослин містять біологічно активних речовин не менше, а іноді і більше, ніж плоди, ягоди і овочі, а їх використання дозволяє отримувати концентрати та напої з них із м'якими, пікантними, гармонійно-індивідуальними смаковими і ароматичними якостями. На жаль, проблема комплексного застосування зазначеної сировини практично не вирішується. Отже, тенденція розвитку ринку безалкогольних напоїв в Україні повинна бути орієнтована на продукти здорового харчування.

Цілі та завдання досліджень. Здійснення підбору та дослідження складу нетрадиційної сировини за можливості розроблення так званої «основи» для безалкогольних напоїв спеціального призначення з використанням полісолодових екстрактів.

Завдання досліджень — розроблення напою з використанням «основ» для виготовлення безалкогольних напоїв із використанням нетрадиційної рослинної сировини та зернових екстрактів, відповідно відібраних за складом цінних компонентів.

Основний матеріал досліджень. Орієнтуючись на літературні джерела та багатий вміст цінних компонентів, було досліджено листя та стебла малини та обліпихи на предмет використання добавки до концентрату безалкогольних напоїв.

Малина європейська або малина звичайна (*Rubus idaeus*, місцеві назви: малина червона, малинник, ведмежа ягода) — кущ родини розових (*Rosaceae*) 1...2 м заввишки з річними вегетуючими пагонами і здерев'янілими дворічними стеблами, які утворюють квітконосні гони.

У малині містяться пектини, які допомагають виводити з організму через кишечник різні шкідливі речовини, у тому числі холестерин, і радіоактивні елементи, тому малину рекомендують людям, що працюють на різних заводах. Кумарини, що містяться у малині, покращують згортання крові, і знижують рівень протромбіну. Кумарини зосереджені в листі і в гілках. Антоціани зміцнюють капіляри і зменшують схильність до склерозу. Фітостерини зменшують вірогідність розвитку атеросклерозу. Міститься в складі малини і калій, який сприяє поліпшенню стану людей з хворим серцем, так само калій має сечогінну дію. У малині є йод, який стимулює лікування бронхітів, викликаючи відхаркування.

Полуниця — дуже поширена ягода. Одна з органічних кислот, яка міститься в полуниці, нейтралізує ракові ефекти при табакокурінні. Захворювання нирок і сечових шляхів, ревматизм і захворювання печінки, біль в суглобах і недокрів'я — при всіх цих недугах можна сміливо вживати полуницю. Відвар листя (*Folia*) полуниці здавна використовується як гарний засіб від безсоння. Полуниця — хороший профілактичний засіб від атеросклерозу і гіпертонії, вона нормалізує тиск і обмін речовин.

Чай з малиною, полуницею або з їх листям, заварені разом з заваркою, заспокоює болі в шлунку і в кишечнику при гастриті. Малина містить багато міді, а мідь входить до складу багатьох антидепресантів, тому малину потрібно їсти тим людям, у яких робота пов'язана з великим нервовим напруженням. За рахунок того, що малина містить вітаміни *A*, *E*, *PP* і *C*, підвищується тонус і покращується самопочуття людини.

Хімічний склад листочків малини і полуниці багатий на: антоціанідини і антоціани — водорозчинні флавоноїди (потужні антиоксиданти), фітостерини (кемпферол), дубильні речовини, ефірні масла, борнеол, антоціани: каллістефін, хризантемін, леткі сполуки: вербенон, цитронелол, міртенол, евгенол, ванілін, органічні кислоти (лимонна, яблучна, корична, гідроксibenзойна, галова, хлорогенова, саліцилова) та їх ефіри, а також еллагову кислоту, яка є природним фенольним антиоксидантом. Аскорбінова кислота, або вітамін *C* — сильний антиоксидант і хелатуючий агент. Результати літературного огляду і, зважаючи на значимість використання рослинних екстрактів, прийшли до висновку, що використання малини і полуниці, а саме екстракту листочків і гілочок, багатих на фенольні компоненти, кумарини та вітаміни (вітамін *C*, рутин), буде доречним при виготовленні безалкогольних напоїв (рис. 1 і 2).

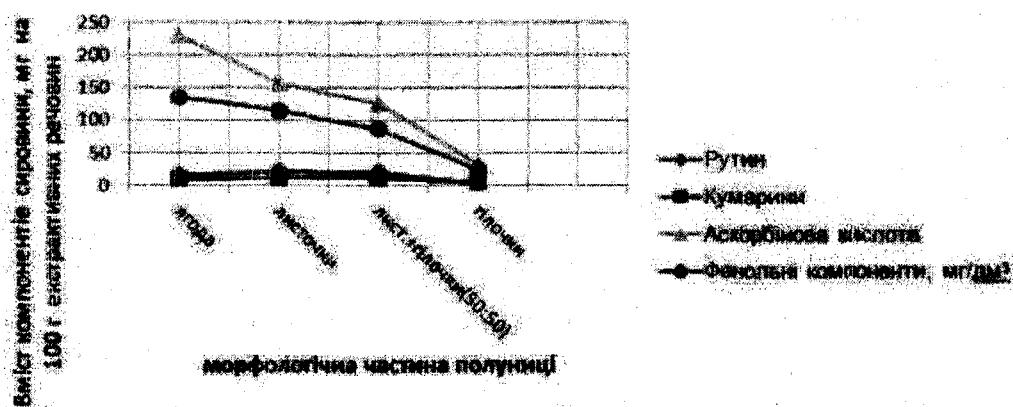


Рис. 1 — Вміст компонентів в морфологічних частинах полуниці

Для попередньої оцінки якісного складу водної чи спиртової витяжки малини і полуниці (листочки і гілочки) проводили загальноприйняті якісні реакції з наступним визначенням фенольних компонентів спектрофотометричним методом. Визначення суми поліфенолів проводили спектрофотометричним ме-

тодом, шляхом вимірювання показника абсорбції проби, що досліджується, після додавання реактиву Фолін-Чекальтеу і 20 % розчину натрію карбонату. Оптичну густина вимірювали у кюветі з товщиною шару 10 мм на спектрофотометрі СФ-46 за відповідної довжини хвилі. Перерахунок відсоткового вмісту суми поліфенолів проводили на хлорогенову кислоту [5, 7].

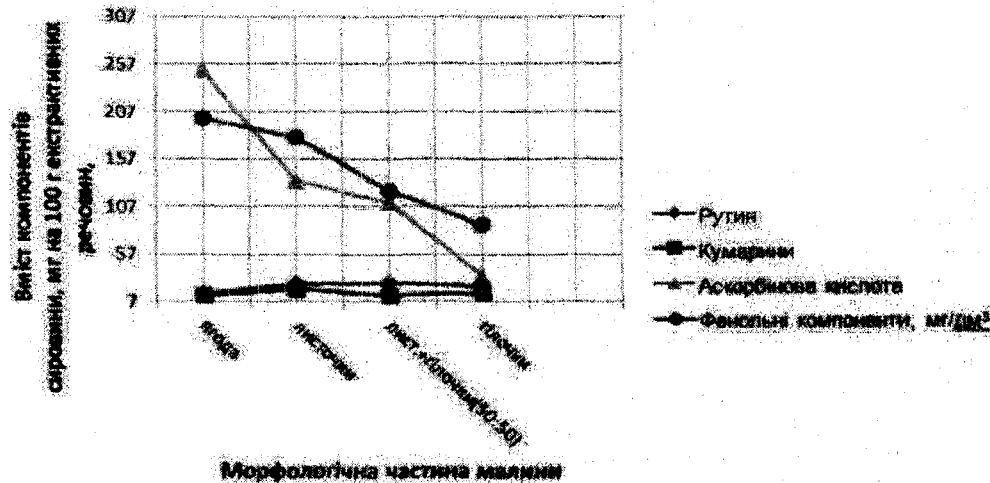


Рис. 2 — Вміст компонентів в морфологічних частинах малини

Вміст фенольних сполук, у тому числі рутину, у порошках, отриманих із малини і полуниці, представлений у табл. 1.

Таблиця 1 — Вміст фенольних сполук

Варіант обробки	Порошок малини		Порошок полуниці	
	сума фенольних компонентів	рутин	сума фенольних компонентів	рутин
1. Екстракт водний, підігрітий до 100 °С, витриманий 10 хв	2,3	1,02	1,5	0,3
2. Екстракт водний, доведений до кипіння і прокип'ячений протягом 3...5 хв	2,38	1,1	1,67	0,36
3. Витримування вискодисперсного порошку у 55-відсотковій водно-спиртовій суміші протягом двох діб	2,63	1,84	1,8	0,64
4. Витримування вискодисперсного порошку у 70-відсотковій водно-спиртовій суміші протягом двох діб	2,4	1,8	1,67	0,58

Другий зразок — водний екстракт порошку з морфологічних частинок малини і полуниці, доведений до кипіння і прокип'ячений протягом 3...5 хв, за вмістом фенольних компонентів і за ароматом був обраний для подальших досліджень, оскільки спиртові екстракти матеріаловитратні [8, 9].

Далі проводили дослідження часу екстракції кип'ятінням, про що свідчать дані табл. 2.

За даними проведеної органолептичної оцінки зразків, що досліджували, екстракту порошку малини, які наведено у табл. 2, було визначено, що екстракт, який приготований шляхом кип'ятіння подрібнених листочків та гілочок у воді протягом трьох хвилин, має найкращі органолептичні властивості у порівнянні з іншими зразками, отже цей режим приготування екстракту малини є оптимальним. Полуницю з експерименту виключили через насичені трав'яні відтінки у ароматі і відповідний присмак.

Далі визначали фізико-хімічні показники екстракту малини (вміст сухих речовин (СР), рН) при екстрагуванні кип'ятінням протягом 1...11 хв. Дані наведені в табл. 3.

Водний екстракт пряно-ароматичної сировини подрібнювали до однорідної маси, просіювали і брали наважки масою: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 та 1,25 г в 100 см³ води і кип'ятили протягом 3 хв.

Дані сенсорного аналізу заносили до табл. 4.

Загальна характеристика розчинів. Зі збільшенням концентрації розчинів колір стає більш насиченим, аромат посилюється, смак стає більш інтенсивним. Всі розчини прозорі, без осаду. За результатами дослідів встановлено, що 0,75 г та 1,0 г в 100 см³ екстракту малини найкраще задовольняє наші вимо-

ги. Для зручності приготування розчинів відбираємо зразок 1,0 г в 100 см³ (1-відсотковий водний розчин).

Таблиця 2 — Органолептичні показники екстракту малини при екстрагуванні кип'ятінням протягом 1-8 хвилин

τ _{кип} , хв	Колір	Аромат	Смак
1	Світлий, солом'яно-жовтий, слабо насичений, без стороннього помутніння	Слабкий, з відтінками спецій	Слабкий, ненасичений, трав'янистий
3	Світлий, солом'яно-жовтий, середньої інтенсивності, без стороннього помутніння	Середньої інтенсивності, присутні відтінки спецій та свіжого сіна	Присмний, середньонасичені відтінки лугових трав
5	Насичений, солом'яно-жовтий, із зеленуватим відтінком, без стороннього помутніння	Інтенсивний, яскраво виражені відтінки прянощів та свіжого сіна	Насичений, з легкою гіркуватістю, з яскраво вираженою терпкістю
8	Насичений, солом'яно-жовтий, із зеленуватим відтінком, без стороннього помутніння	Інтенсивний, присутні відтінки горілого	Насичений, з неприємною гіркотою і терпкістю

Таблиця 3 — Фізико-хімічні показники екстракту малини при екстрагуванні кип'ятінням протягом 1...11 хвилин

τ _{кип} , хв	pH	Вміст СР, %
1	6,81	0,5
3	6,77	0,6
6	6,81	0,6
9	6,73	0,6
11	6,57	0,7

Таблиця 4 — Органолептичні показники екстракту листочків і гілочок малини

Екстракт, г	Колір	Прозорість	Аромат	Смак
0,25	Світло-солом'яний	Прозорий, без осаду	Дуже слабкий, трав'яний	Трав'яний, слабкий присмак трави
0,5	Солом'яний	Прозорий, без осаду	Трав'яний	Трав'яний, аромат лісових трав
0,75	Бурштиновий	Прозорий, без осаду	Трав'яний, інтенсивніший за попередній	Гармонійний трав'яний з відтінком лугових трав
1,0	Бурштиновий	Прозорий, без осаду	Інтенсивний трав'яний	Інтенсивний трав'яний
1,25	Інтенсивний медовий	Прозорий, без осаду	Інтенсивний, сильно трав'яний	Трав'яний, з гірчиною

Для створення основи було запропоновано використання полісолодового екстракту (ПСЕ). Нами було обрано полісолодові екстракти: "Золоті зерна" та "Надія", які вироблялись колись Київським заводом солодових екстрактів, а тепер Науково-дослідним центром НУХТ (група очолована проф. Ємельяною Н. О.), для вивчення можливості їх застосування у виробництві безалкогольних напоїв.

Приготування водного розчину ПСЕ: у сухі хімічні стакани вносили, г: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 2,5 (2,47); 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0 наважки екстракту. Далі вміст стакану кількісно перенесли в мірну колбу на 100 см³ і доводили дистильованою водою до мітки. Визначали органолептичні показники (табл. 5).

Загальна характеристика розчинів: всі розчини замутнені, без осаду, незважаючи на кількість екстракту (від 0,25 до 8,0 г), інтенсивність зростає зі збільшенням кількості екстракту. Аромат посилюється зі зростанням наважки, проте його відтінки змінюються: наважки до 5 г на 100 см³ характеризуються відтінками трав'яного та медового, після 5 г — переважно солодові відтінки смаку. Медовий смак присутній у всіх зразках. Зі збільшенням кількості екстракту солодкість зростає.

Таблиця 5 — Органолептичні показники при внесенні кількості 1-відсоткового водного розчину трави малини на 100 см³ 3-відсоткового розчину ПСЕ

Зразок	Об'єм внесеного екстракту трави, см ³	Колір	Прозорість	Аромат	Смак
1	0,5	Світлий, прозорий	Прозорий, не заму́тнений	Слабкий медо-вий	Медовий, слабо-солодкий
2	1,0	Світлий, прозорий	Прозорий, не заму́тнений	Слабкий медо-вий, без відтінку трави	Медовий, слабо-солодкий
3	1,5	Світлий, прозорий	Прозорий, не заму́тнений	Медовий, без відтінку трави	Медовий, слабо-солодкий
4	2,0	Світлий, прозорий	Прозорий, не заму́тнений	Медовий, з ледве відчутним відті-нком трави	Медовий, слабо-солодкий
5	2,5	Світлий, прозорий	Прозорий, не заму́тнений	Медовий, з від-тінком трави	Медовий, слабо-солодкий, але більш інтенсивний
6	3,0	Світлий, прозорий	Прозорий, не заму́тнений	Медовий, з від-тінком трави	Більш розкритий букет
7	3,5	Світлий, прозорий	Прозорий, не заму́тнений	Медовий, з від-тінком трави	Більш розкритий букет
8	4,0	Світлий, прозорий	Прозорий, не заму́тнений	Медовий, з від-тінком трави	Більш розкритий букет, зовсім без смаку

Для визначення стійкості водного розчину екстракту найкращі зразки (6 — із об'ємом екстракту 3,0 г і 7 — із об'ємом екстракту 4,0 г), тримали у холодильнику при кімнатній температурі протягом 3 діб. У холодильнику зразки стали менш заму́тнені. Випадав нестійкий осад. Після фільтрування на складчастому фільтрі фільтрат стає стійкий, осад не випадає при зберіганні протягом трьох діб в холодильнику. Далі здійснювали підбір 1-відсоткового водного екстракту малини на 100 см³ 3-відсоткового розчину ПСЕ.

Зі збільшенням кількості екстракту трави колір стає більш інтенсивним, прозорість не змінюється, аромат посилюється, смак також. Зразок 3 найбільш розкритий у сенсорному плані. Найкращі зразки: основа (ПСЕ) 3 г + 3,0 см³ 1-відсоткового розчину малини; основа 4 г + 3,5 см³ 1-відсоткового розчину малини.

Зі збільшенням концентрації розчинів трави колір стає інтенсивнішим, прозорість не змінюється, аромат посилюється, смак стає більш інтенсивним. Солодкість зростає, проте загальна сенсорна оцінка падає, тому зробили висновок, що потрібно здійснити підбір підсолджувача. У якості підсолджувача вибрали глюкозно-фруктозний сироп.

За результатами досліджень найбільш цікавими є зразки, які містять: патоки — 3 г і 0,02 см³ аромі Саяни; патоки — 3 г і 0,02 см³ аромі Лимонник та патоки — 4 г і 0,02 см³ аромі Ісінді.

Таким чином, зі збільшенням концентрації екстракту, колір стає інтенсивнішим, всі зразки без осаду, аромат залежить від ароматизатора. Але слід бути обережним із кількістю трави та ароматизатора (трава може давати гіркоту). Із додаванням патоки зразки стають солодшими (але 8 % забагато, оптимальною величиною є 4...5 %). За результатами досліджень підібрана рецептура напою, яка наведена у табл. 6.

Висновки. Для розширення асортименту безалкогольних напоїв можливо і необхідно використовувати нетрадиційні види сировини такі як екстракти листочків малини, полуниці, обліпихи.

Екстракти порошку малини і полуниці — джерело біодоступних активних сполук (фенольних компонентів, кумаринів, аскорбінової кислоти), які через свою рослинну природу м'яко діють на організм та не визивають побічної дії.

Екстракт листочків та гілочок малини — нетрадиційна сировина, яка досі у виробництві напоїв не використовувалась.

Таблиця 6 — Рецептuru напою «Зі смаком меду» на 100 дал

Назва сировини	Вміст СР у сировині, % мас.	Норма витрат	Вміст СР за нормами витрат, % мас
Глюкозно-фруктозна патока (сироп), кг	65,0	38,00	24,70
Полісолодовий екстракт, кг	75,0	75,18	56,39
Кислота лимонна, кг	90,97	1,08	0,98
Настій малини (гілок та листя), кг	—	0,30	—
Ароматизатор "Ісінді", кг	—	0,20	—
Кількість кислоти, внесеної з полісолодовим екстрактом, кг	0,05	75,18	0,04
Вода, дм ³	до 1000,00		
Діоксид вуглецю, кг	—	4,15	—
Всього сухих речовин у напої, кг	—		82,07

Запропоновано новий напій «Зі смаком меду». В якості нетрадиційної сировини, яка використовується для приготування напою, обрано екстракт з гілочок і листя малини, який відрізняється підвищеним вмістом біологічно активних речовин.

Запропонована технологія приготування основ для напоїв за підібраними рецептурами. Оптимальна доза внесення екстракту порошку листочків малини у купаажний сироп становить 3,0 см³ 1-відсоткового розчину трави; екстракту полуниці — 3,50 см³ 1-відсоткового розчину на 100 см³ напою.

Приготування купаажного сиропу потрібно проводити холодним способом, тому що при даному способі зберігаються натуральний смак і аромат сировини, яка використовується для приготування обраного асортименту готової продукції.

Література

1. Берестень, Н. Ф. Функциональность в безалкогольных напитках — концепция и инновационный проект компании «Дёлер» [Текст] / Н. Ф. Берестень, О. Г. Шубина. // Пиво и напитки. — 2000. — № 5. — С. 68–69.
2. Барвники натуральні харчові. Технічні умови: ДСТУ 3845-99 [Чинний від 1999-06-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 1999. — 25 с. (Національний стандарт України).
3. Домарецький, В. А. Технологія екстрактів, концентратів та напоїв із рослинної сировини [Текст]: підручник / В. А. Домарецький, В. Л. Прибильський, М. Г. Михайлов. — К.: Нова Книга, 2005. — 408 с.
4. Напої безалкогольні. Загальні технічні умови: ДСТУ 4069:2002. — [Чинний від 2002-10-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2002. — 69 с. (Національний стандарт України).
5. Ковальов, С. В. Кількісне визначення фенольних речовин [Текст] / С. В. Ковальов, С. В. Романова // Вісник фармації. — 2009. — № 9. — С. 23–25.
6. Кошова, В. М. Нові аспекти використання нетрадиційної сировини [Текст] / В. М. Кошова, Т. В. Дубицька // Харчова промисловість. — 2008. — № 6. — С. 57–59.
7. Мелетьєв, А. Є. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв [Текст] / А. Є. Мелетьєв, С. Р. Тодосійчук, В. М. Кошова. — К.: Нова книга, 2007. — 385 с.
8. Грачева, И. М. Применение математической модели для выявления влияния температуры брожения на процесс образования высших спиртов и биомассы дрожжей [Текст] / И. М. Грачева, Л. Е. Михайлова, Л. И. Нисман, В. В. Жуковская // Ферментная и спиртовая промышленность. — 1973. — № 6. — С. 9–12.
9. Trelea, I. C. Prediction of confidence limits for diacetyl concentration during beer fermentation [Text] / I. C. Trelea, E. Latrille, S. Landau, G. Corrieu // J. Am. Soc. Brew. Chem. — 2002. — № 60. — P. 77–87.

ЗАСТОСУВАННЯ ОЛІЇ АМАРАНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ *LACTOBACILLUS PLANTARUM*

Килименчук О. О., канд. техн. наук, доцент, Охотська М. І., асистент,
Євдокимова Г. Й., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

*В статті наведено результати дослідження впливу олії амаранту та біополімерних комплексів природного походження на вирощування *Lactobacillus plantarum*. Показано, що олія амаранту не пригнічує ріст лактобацил, а у присутності пребіотиків, а саме висівок з твердих сортів пшениці та біополімерного комплексу цукрового буряку, впливає на ефективність накопичення біомаси, забезпечує пробіотичну дозу клітин, скорочує термін ферментування продукту, впливає на якість та фізіологічну функціональність отриманого кисломолочного продукту.*

*The article presents the results of studies of the effect of amaranth oil and biopolymer complexes of natural origin on cultivation of *Lactobacillus plantarum*. It is shown that amaranth oil does not inhibit the growth of *Lactobacilli*, and in the presence of prebiotics, namely bran durum wheat and biopolymer complex, obtained from sugar beet, affect the efficiency of accumulation of biomass, provides probiotic cells dose, reduces duration of the product fermentation, influences the quality and physiological functionality of resulting fermented milk product.*

Ключові слова: функціональні продукти харчування, олія амаранту, лактобацили, пробіотики.

Вступ. Внутрішня мікрофлора людини забезпечує не тільки нормальне функціонування травної системи, а й стан організму в цілому. Тому, вчені приділяють значну увагу регулюванню порушеного мікробного біоценозу людей і тварин, використовуючи різноманітні прийоми. Найбільш прийнятним є введення у великих кількостях антагоністичних гнилісній мікрофлорі кишківника штамів бактерій — представників нормальної мікрофлори у складі кисломолочних продуктів. За рекомендацією нутриціологів щодоби до раціону дорослої здорової людини має включатися не менше 500 мл молока або кисломолочних продуктів. Окремі роди молочнокислих бактерій, серед яких лакто- та біфідобактерії, відносяться до «функціональних» інгредієнтів, які застосовують при створенні нового покоління продуктів, що забезпечують профілактику різних функціональних розладів організму, пов'язаних з глобальним погіршенням екологічної ситуації, ростом споживання лікарських засобів, антибіотиків, високим психоемоційним навантаженням, тощо.

У молочній промисловості розроблено широкий асортимент продуктів лікувально-профілактичного призначення на основі лакто- і біфідобактерій. Однак, актуальним залишається пошук нових субстратів для розширення цього асортименту. Останнім часом для збагачення кисломолочних продуктів, а також одержання їхніх аналогів застосовують рослинну сировину, функціональні інгредієнти: харчові волокна, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, деякі олігосахариди, тощо. Зважаючи на те, що найбільш вагомою групою мікроорганізмів у шлунково-кишковому тракті дорослої людини є бактерії роду *Lactobacillus*, метою даної роботи стало дослідження впливу окремих функціональних інгредієнтів на їхнє вирощування у лабораторних умовах, а саме олії амаранту та біополімерних комплексів рослинного походження.

Природні олії рослинного походження мають широкий спектр застосування у багатьох галузях народного господарства: харчовій та переробній промисловості, медицині, фармакології, косметології та ін. Серед них, останнім часом, набула популярності олія амаранту, яку отримують з насіння трав'янистої рослини з сімейства амарантових (*Amarantaceae*), що походить з Центральної Америки. Амарант — однорічна тепло- та світлолюбива рослина, висотою від 1,8 до 2,5 м зі щільними колосовидними суцвіттями пурпурного, червоного, жовтого та зеленого кольору, з насіння якої отримують олію.

Амарантова олія — це відоме джерело сквалену, який є основним компонентом шкіри та речовиною, наближеною до складу клітин людини. Сквален здатен захоплювати кисень та насичувати ним тканини та органи людини шляхом простої хімічної взаємодії з водою в клітинах. Він є ациклічним поліненасиченим вуглеводнем $C_{30}H_{50}$ та важливим проміжним продуктом біосинтезу холестерину, стероїдних гормонів та жовчних кислот.

Кількість сквалену в олії амаранту від 5 до 15 %. В хімічному складі олії присутні рибофлавін (вітамін В2), токоферол (вітамін Е), тіамін (вітамін В1), вітаміни групи Д, провітамін А, хлорофіл, холін, жовчні кислоти, стероїди, фітостерини, поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), які є виключно унікальними,

тому що містять збалансований комплекс омега-3 та омега-6. Їх вміст у ліпідах амаранту становить до 77 %.

Унікальність олії амаранту полягає у тому, що окрім сквалену та інших складових вона містить вітамін Е у особливо активній токотриєнольній формі, антиоксидантні властивості якої у 40...50 разів вищі, ніж у триєнольній.

Токотриєнольна форма вітаміну Е — антиоксидант, який захищає від пошкоджень ДНК, має антисклеротичну дію на судини, захищає нервові клітини від передчасного старіння і міститься тільки в рослинній сировині.

Винятковий хімічний склад олії амаранту дозволяє застосувати його при лікуванні багатьох захворювань. Наприклад, запальовальні процеси, виразка шлунку і дванадцятипалої кишки, сечостатевої системи, анемії, цукрового діабету, ожиріння, неврозів, захворювань шкіри, стоматиту, атеросклерозу та багатьох інших.

Широке застосування у різних сферах народного господарства (медицині, фармакології, косметології, харчовій промисловості та ін.) молочнокислих бактерій, а саме лактобацил, пов'язане з їх специфічними лікувально-профілактичними характеристиками, наприклад, гіпохолестеринемічним ефектом, здатністю знижувати рівень сечової та щавлевої кислот, що дуже важливо для профілактики артритів і артрозів, здатністю катаболізувати аргінін з утворенням окису азоту, стимулювати імунні функції та хорошими адгезивними властивостями.

Оскільки у попередніх дослідженнях нами було встановлено позитивний вплив складових олії амаранту, які утворюються у шлунково-кишковому тракті людини в умовах *in vitro* на внутрішню мікрофлору, а саме на *Lactobacillus plantarum*, нас зацікавила можливість використання олії амаранту як нативного компонента кисломолочного продукту, а для розширення функціональних властивостей та збереження клітин *Lactobacillus plantarum* в достатній пробіотичній дозі було вирішено внести харчові волокна.

Тому, метою даної роботи стало вивчення впливу олії амаранту на культивування молочнокислих мікроорганізмів — *Lactobacillus plantarum*, класичних представників кишкової мікрофлори людини в присутності харчових волокон з подальшою можливістю отримання молочнокислих продуктів на їх основі.

Основна частина. Пробиотичну складову (*L. plantarum*) було обрано на основі попередніх досліджень, а зразки харчових волокон відбирали з широкого асортименту, спираючись на їхню можливість корегувати роботу шлунково-кишкового тракту, стимулювати ріст молочнокислих мікроорганізмів кишківника та забезпечити транзит клітин у нижні відділи шлунково-кишкового тракту.

Для досягнення цієї мети було заплановано наступне:

- провести пошук та аналіз літератури;
- провести пошук та підібрати харчові волокна — сировину, сприятливу для культивування клітин;
- розробити схему експериментальних досліджень та провести їх у лабораторних умовах;
- зробити висновки про вплив олії амаранту на культивування *L. plantarum* в присутності різних харчових волокон.

При виборі природних біополімерних комплексів ми зупинилися на наступних зразках:

- висівки твердих сортів пшениці;
- макуха насіння розторопші;
- біополімерний комплекс цукрового буряку.

Кожен з обраних комплексів здатен фізіологічно впливати на макроорганізм і разом з тим збагачувати поживне середовище для лактобацил цілим спектром корисних інгредієнтів.

Так, висівки твердих сортів пшениці стимулюють моторику кишківника та попереджують перетворення вуглеводів у жир, ефективний та дієвий засіб для нормалізації ваги людини, джерело вітамінів групи В. Пектини, які входять до складу пшениці, здатні адсорбувати токсини та допомагають загоєнню слизової оболонки кишківника. Макуха харчова з насіння розторопші — це джерело поліненасичених жирних кислот, амінокислот, каротиноїдів, вітамінів: А, D, Е, F, К та усіх вітамінів групи В, а також мікроелементів: міді, цинку, селену та ін. Харчові волокна насіння розторопші сприяють корекції фізико-хімічних властивостей жовчі, покращенню дренажної функції жовчного міхура та печінки, відновлюють вітамінний та мінеральний баланс організму людини. Біополімерний комплекс цукрового буряку характеризується високим вмістом полісахаридів — 87,7 %, покращує роботу шлунково-кишкового тракту, корегує глікемічний індекс та здатен бути носієм для пробіотичних мікроорганізмів.

Для досягнення поставлених завдань було розроблено принципову схему дослідження росту *L. plantarum* у присутності олії амаранту та харчових волокон (рис. 1). Дослідження проводились згідно розробленої схеми.

В якості поживного середовища для культивування клітин було обране молоко коров'яче стерильне, 0,5-відсоткової жирності «На здоров'є».

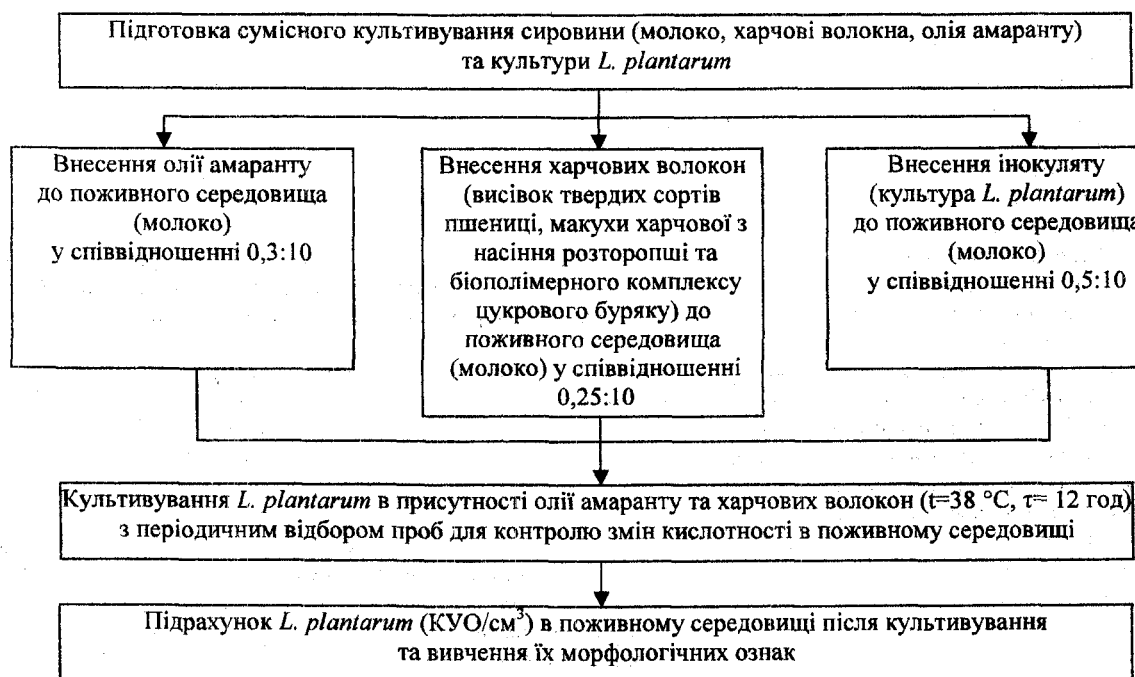


Рис. 1 — Принципова схема дослідження культивування *L. plantarum* у присутності олії амаранту та харчових волокон

Для дослідження обрали 5 зразків: молоко з культурою *Lactobacillus plantarum* (контроль); молоко з *Lactobacillus plantarum* та олією амаранту; молоко з культурою *Lactobacillus plantarum* та висівками з твердих сортів пшениці, а також з макухою насіння розторопші та біополімерним комплексом цукрового буряку.

В підготовлене поживне середовище вносили добову культуру лактобацил із музею культур кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування Одеської національної академії харчових технологій, олію амаранту та окремо у кожну пробірку зразок харчових волокон. Вирощування клітин проводили у термостаті за температури 38 °C впродовж 12 годин. Періодично під час вирощування відбирали проби та контролювали загальну кислотність за допомогою рН-метра та прямим титруванням 0,1 Н розчином *NaOH* (рис. 2—3).

Найшвидше накопичення молочної кислоти відбувалося у пробірках, де були присутні харчові волокна. Вже через 6,5 годин у пробірках спостерігали щільний, в'язкий згусток без синерезису. Максимальну кислотність було виявлено в зразках з висівками з твердих сортів пшениці та з біополімерним комплексом цукрового буряку.

Оскільки процес накопичення основного продукту метаболізму молочної кислоти стехіометрично повторює фази росту біомаси молочнокислих бактерій можна констатувати, що скорочення терміну вирощування клітин порівняно з контролем відбувається за рахунок швидкої адаптації вибагливих молочнокислих бактерій за присутності висівок твердих сортів пшениці, біополімерного комплексу цукрового буряку та олії амаранту.

Таблиця 1 — Кількість *Lactobacillus plantarum*, культивованих у присутності олії амаранту та харчових волокон

Назва зразка	Кількість <i>Lactobacillus plantarum</i> , КУО/см ³
Молоко (контроль)	7,5±0,1·10 ⁷
Молоко з олією амаранту	9,7±0,1·10 ⁷
Молоко з олією амаранту та висівками твердих сортів пшениці	1,3±0,1·10 ⁸
Молоко з олією амаранту та макухою з насіння розторопші	1,1±0,1·10 ⁸
Молоко з олією амаранту та біополімерним комплексом цукрового буряку	1,2±0,1·10 ⁸

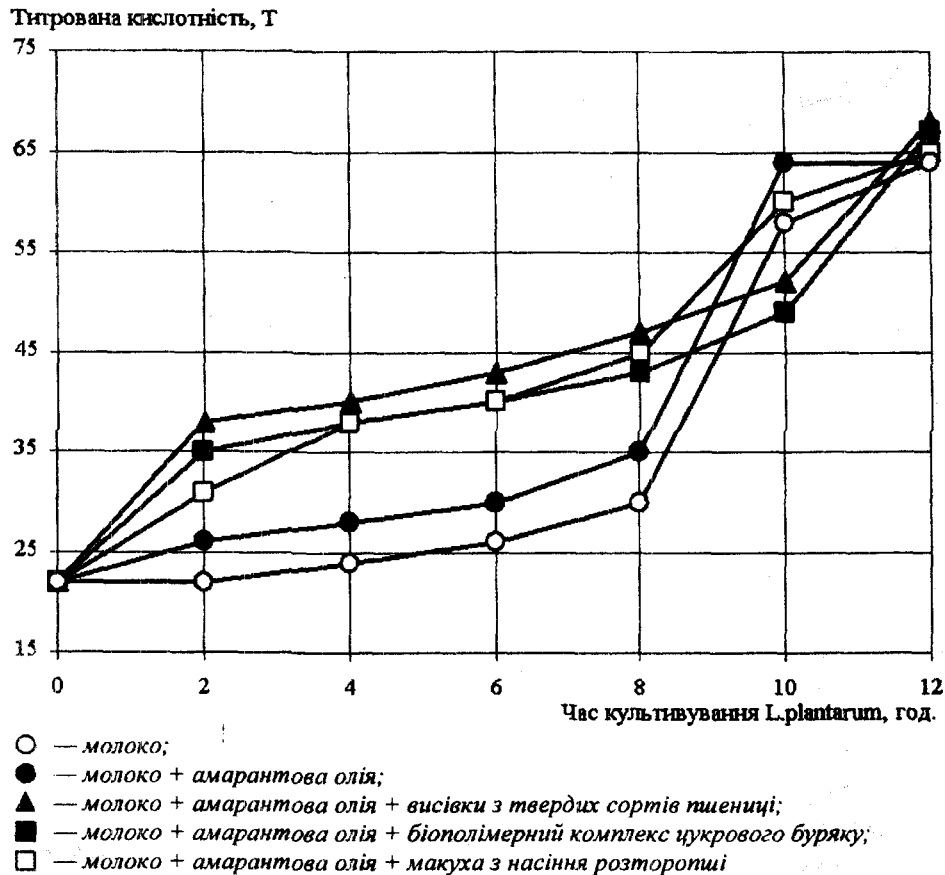


Рис. 2 — Титрована кислотність досліджуваних зразків

Кількісний підрахунок клітин лактобацил після вирощування відбувався прямим обліком колоній на капустяному агарі після 10-кратних розведень і термостатування протягом 48 годин за температури 30 °С.

Як свідчать результати підрахунку, кількість клітин *L. plantarum* у ферментованому середовищі, за рахунок впливу олії амаранту, зросла на 22 % порівняно з контролем, за рахунок пребіотичної дії природних біополімерів — від 13 до 34 %, в залежності від зразка. Найбільшу кількість клітин у середовищі ми отримали при культивуванні *L. plantarum* у присутності олії амаранту та висівок твердих сортів пшениці.

Синбіотичний вплив олії амаранту та природних біополімерів на накопичення клітин *L. plantarum* у процесі вирощування показано на рис. 4.

За наведеними результатами стає зрозумілим, що максимальний вплив має комплексна взаємодія олії амаранту з природними біополімерами з пшеничних висівок та цукрового буряку.

Також нами було проведено дослідження зміни кількісного та якісного складу клітин в отриманих кисломолочних продуктах. Для цього, після культивування та охолодження при 20 °С були відібрані по кілька пробірок кожного зразка та залишені на зберігання у холодильній камері при $t=6...8$ °С і щоденно проводились візуальні спостереження. Протягом тижня у всіх зразках спостерігали щільний, з характерним, приємним запахом згусток. На сьому добу у згустках спостерігали явище синерезису та утворення щільних осадів біополімерів, особливо у зразку з макухою розторопші, що можна пояснити дрібнодисперсною фракцією самої макухи.

Наприкінці терміну зберігання, а саме на 5-ту та 6-ту добу було проведено мікроскопію клітин. Сторонньої мікрофлори під час зберігання не було виявлено (рис. 5).

Кількісний облік клітин на сьому та восьму добу підтвердив зменшення пребіотичної дози *L. plantarum*.

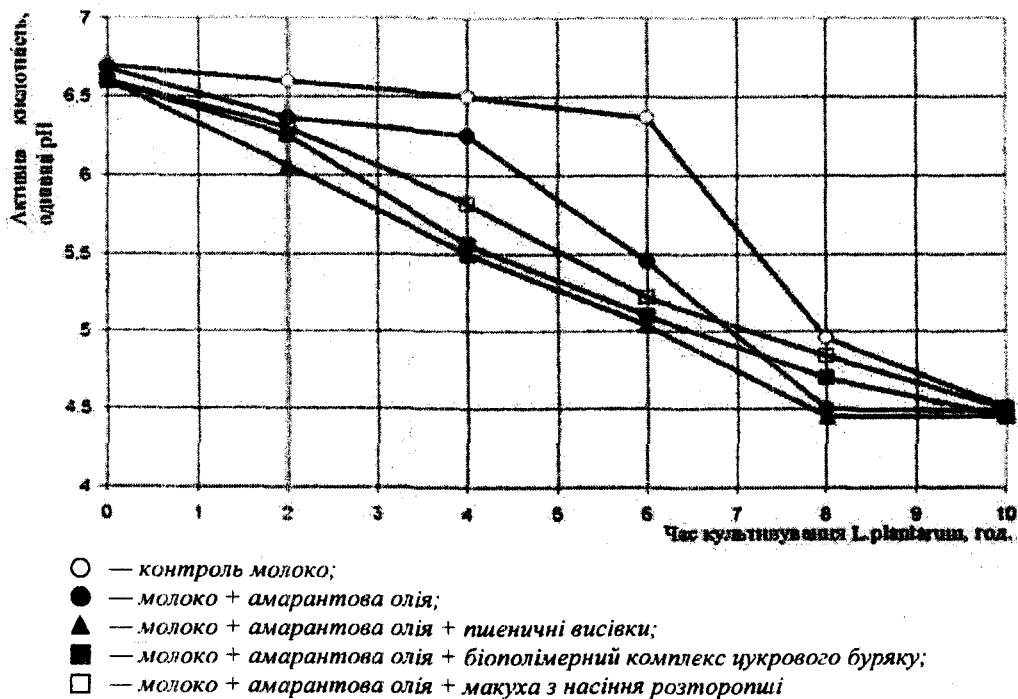


Рис. 3 — Активна кислотність дослідних та контрольного зразків

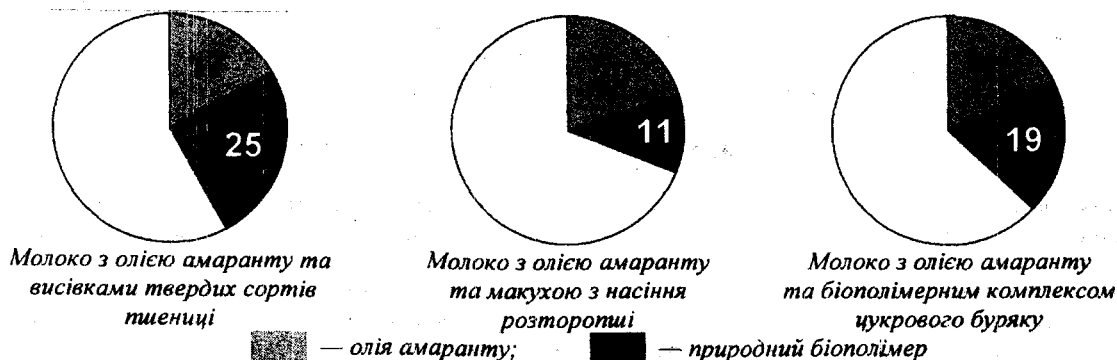


Рис. 4 — Частка клітин, накопичених у зразках за рахунок впливу окремих інгредієнтів, %

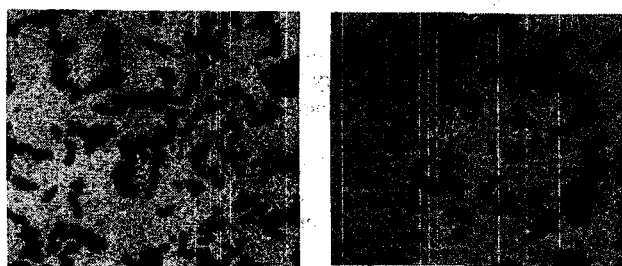


Рис. 5 — Мікроскопія *Lactobacillus plantarum* після культивування в присутності олії амаранту, висівок, твердих сортів пшениці та біополімерів цукрового буряку

Висновки. За результатами проведених досліджень було встановлено:

— олія амаранту не пригнічує розвиток *L. plantarum*;

— найбільший вплив на розвиток клітин у присутності олії амаранту мають висівки твердих сортів пшениці та біополімерний комплекс цукрового буряку;

— доцільним є комбінування молочнокислих мікроорганізмів, харчових волокон та олії амаранту з подальшою розробкою технології та рецептури отримання молочнокисло-го функціонального продукту харчування на основі *L. plantarum* з гіпохолестеринемічним ефектом, здатністю знижувати рівень сечової та щавлевої кислот, що дуже важливо для профілактики артритів і артрозів та інших функцій організму людини.

Література

1. Шендеров, Б. А. Медицинская микробная экология и функциональное питание [Текст]: Т. III: Пробиотики и функциональное питание / Б. А. Шендеров. – М.: Изд-во ГРАНТЬ, 2001. – 288 с.
2. Килименчук, О. О. Масло амаранту – стимулятор росту лактобацилл [Текст] / О. О. Килименчук, Г. Й. Євдокимова, О. Д. Журлова // Наукові праці ОНАХТ – 2014. – № 46, Т. 2: – С. 152–155.
3. Килименчук, О. О. Вплив масла амаранту на корисну мікрофлору людини [Текст] / О. О. Килименчук, Г. Й. Євдокимова, О. В. Щур та ін. // Зернові продукти і комбікорми / – 2014. – № 3. – С. 15–18.
4. Чиркова, Т. В. Амарант – культура XXI века [Текст] / Т. В. Чиркова // СОЖ. – 1999. – № 10. – С. 22–27.
5. Єгорова, А. В. Насіння амаранту можна уберегти від згубної дії мікрофлори [Текст] / А. В. Єгорова, Г. Й. Євдокимова, Л. К. Овсянникова та ін. // Зерно і хліб. – 2008. – № 1. – С. 34–35.
6. Bengmark, S. Ecoimmunonutrition: A Challenge for the Third Millennium [Text] / S. Bengmark. // Nutrition. – 1998. – Vol. 14, Issue 7/8. – P. 563–572.
7. Bengmark, S. Ecological control of the gastrointestinal tract. The role of probiotic flora [Text] / S. Bengmark // Gut. – 1998. – Vol. 42. – P. 2–7.
8. Knorr, D. Technology aspects related to microorganism in functional foods [Text] / D. Knorr // Trends in Food Science & Technology / – 1998. – Vol. 9. – P. 295–306.
9. Дідух, Н. А. Рекомендації щодо використання рослинних олій у функціональних молочних продуктах діабетичного призначення [Текст] / Н. А. Дідух, Н. О. Могилянська // Обладнання та технології харчових виробництв. – 2007. – № 17, Т. 1 – С. 79–86.

УДК 664.145-027.242

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ БАГАТОШАРОВОГО ЖЕЛЕ З РАДІОПРОТЕКТОРНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Калугіна І. М., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Стаття присвячена проблемі розробки технології желе з радіопротекторними властивостями з добавками спіруліни, гарбуза та кефіру. Були розглянуті питання розробки і впровадження у раціон харчування населення України продуктів функціонального призначення. Обґрунтовано доцільність використання спіруліни, гарбуза та кефіру в якості добавок з радіопротекторними властивостями. Приведено дані оптимізації технологічних процесів виробництва желе з радіопротекторними властивостями.

The article is devoted to the issue of development of technology of jelly with radioprotective properties with supplements of spirulina, pumpkin and yogurt. The questions of development and implementation of functionality products to the diet of the population of Ukraine were studied. The expediency of using spirulina, pumpkin and yogurt as additives with radioprotective properties was proved. The data on optimization of technical processing of jelly with radioprotective properties was given.

Ключові слова: желе, радіопротектор, спіруліна, гарбуз, кефір, оптимізація технології.

Збалансоване харчування є одним з визначальних факторів у збереженні і підтримці здоров'я людини. Нажаль, індустріалізація виробництва харчових продуктів значно спростила їх хімічний склад і, відповідно, знизила їх харчову цінність. Як наслідок цього, сьогодні перед міжнародним суспільством встала проблема неповноцінності раціону харчування сучасної людини. Дисбаланс харчових речовин у раціоні харчування в умовах порушеної екології призводить до зниження загальної резистентності організму людини та поширенню цілої низки хвороб. В цьому сенсі, головною стратегією охорони здоров'я населення у більшості країн світу є організація його адекватного харчування.

Згідно з рекомендаціями ВООЗ щодо зменшення енергетичної цінності добових раціонів населення до адекватних величин його енерговитрат та з урахуванням національних фізіологічних норм споживання нутрієнтів і їхньої енергетичної цінності для різних категорій населення особливе значення має збільшення поживної цінності раціону [1]. Виходячи з цього, структура харчування українців потребує значної корекції. Це завдання можливо виконати завдяки розробці і впровадженню у раціон харчування населення продуктів функціонального призначення. Харчові продукти відносять до функціональних, якщо вони, крім адекватного харчового ефекту, демонструють позитивний вплив на одну або декілька заданих

функцій організму таким чином, що стан здоров'я поліпшується і/або знижується ризик захворювання [2].

Враховуючи стан сучасної екології і зростаючу кількість техногенних аварій (Чорнобильська катастрофа, в тому числі) перед фахівцями ресторанної галузі поставлене важливе завдання з розробки нових страв функціонального призначення з радіопротекторними властивостями. Радіозахисний ефект таких продуктів харчування зумовлений: здатністю забезпечувати резистентність організму до несприятливих факторів навколишнього середовища завдяки високому вмісту біологічно-активних речовин; наявністю радіоблокаторів і декорпорантів; вмісту у складі радіопротекторних речовин (антиоксиданти, адаптогени, імуномодулятори) [1].

Споживання страв з радіопротекторними властивостями є ефективним засобом зміцнення захисних функцій організму людини, гальмування процесу всмоктування та накопичення радіонуклідів в організмі, прискорення екскреції радіонуклідів з організму людини за умови, що розробка нового функціонального продукту включає обґрунтований вибір інгредієнтів, що формують його склад і властивості. Перспективним напрямком у рішенні цієї проблеми може стати розробка багат шарового молочнокислого желе з високою харчовою і біологічною цінністю на основі спіруліни, гарбуза і кефіру. Гармонічна комбінація смакових якостей усіх шарів желе, яскраві привабливі кольори, збалансований харчовий склад і вміст речовин радіопротекторної дії дозволять новій солодкій страві привабити достатню кількість споживачів.

Spirulina Platensis — багатоклітинна спіральна мікроводорість, яка є одним з перших представників життя на нашій планеті. Харчова цінність спіруліни обумовлена високим вмістом в ній білкових речовин (60 % білка від маси сухих речовин) і збалансованим амінокислотним складом. Вміст вітаміну А в спіруліні у 10 разів вищий ніж у моркві, заліза — у 20 разів більше ніж в інших рослинах. У 1 г спіруліни вітаміну В12 в засвоюваній формі міститься більше, ніж в 100 г яловичини вищої категорії. При вживанні спіруліни проблема дефіциту вітаміну В12 в організмі людини знімається повністю. Це дозволяє споживати продукт у невеликих кількостях для одержання необхідної дози нутрієнтів [3—4].

Ще наприкінці двадцятого століття японськими фізіологами було встановлено, що застосування в їжу спіруліни призводить до оптимальної корекції стану органів і систем людини на клітинному, генетичному і тканинному рівні. У Білорусі була розроблена ціла програма по застосуванню спіруліни для лікування постраждалих від аварії на Чорнобильській АС. 270 дітей з Чорнобиля отримували 5 г спіруліни на день протягом 45 днів, що знизило вміст радіонуклідів у організмі на 50 % і нормалізувало алергічну чутливість. В результаті досліджень було зроблено висновок про те, що застосування препаратів зі спіруліни знижує вплив радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90, отриманих із забрудненою їжею. Роботи, що виявили радіопротекторну дію екстракту спіруліни на кістковий мозок при гамма-опроміненні були опубліковані в Китаї. В Інституті експериментальної радіології АМН України при дослідженні впливу спіруліни на людей, які зазнали серйозного впливу радіації (у тому числі — в рамках програми «Діти Чорнобиля»), встановлено, що щоденне вживання 4...5 г сухої біомаси спіруліни сприяє повному відновленню функцій кісткового мозку протягом декількох місяців і очищає організм від залишкових радіонуклідів [3].

Результати досліджень, проведених за кордоном і в Україні, а також широкий досвід застосування спіруліни у світі, підтверджують її унікальні лікувально-профілактичні властивості (зокрема, як адаптогена і як біологічно-активної добавки до їжі при атеросклерозі, ішемічній хворобі серця, цукровому діабеті та ін.) [5—6].

Таким чином, експериментально встановлено, що спіруліна знижує всмоктування і накопичення в організмі радіонуклідів цезію і стронцію, тобто володіє радіопротекторними властивостями. Спіруліна — не тільки потужна за властивостями біологічно-активна добавка, вона також містить барвний пігмент, який надає стравам і напоям яскраво-зелений колір. На відміну від інших морських водоростей, що мають специфічний запах і смак — спіруліна має нейтральний запах і смак, і тим самим не погіршує органолептичні показники страв. Виходячи з цього, нами було прийнято рішення про введення біологічно-активної добавки спіруліни в один із шарів багат шарового желе.

Особлива увага в дієтології, як радіопротектору природного походження, приділяється пектину і пектиновміщуючій сировині. Погіршення екологічної обстановки в Україні, обумовлює необхідність розширення використання пектину як природного детоксиканту. Пектин гарбуза є необхідним компонентом харчування, який позитивно впливає на метаболізм людини. Пектин сприяє не тільки видаленню з організму токсичних речовин та радіонуклідів, але й збільшенню його загальної неспецифічної резистентності. Вважаємо, що при приготуванні желе доцільно використовувати плодово-овочеву сировину, що містить пектин, у тому числі гарбуз. Головна перевага гарбуза — високий вміст біологічно-активних речовин, а також низька калорійність, що дозволяє віднести цей продукт до розряду дієтичних. Крім того,

гарбуз у найменшому ступені накопичує нітрати, у порівнянні з іншими овочами і тому він незамінний у дієтичному і лікувальному харчуванні [2].

Використання пектиновміщуючої добавки гарбуза в желе не тільки додасть профілактичних властивостей цій солодкій страві, але й дозволить вивести з її рецептури такий компонент, як желатин. Особливої користі в желатині — продукті денатурації колагену сполучної тканини тварин, не має. Тому дієтологи не рекомендують часто використовувати в їжу желатин через ризик утворення каменів у нирках і підвищення згортання крові. Проводячи дослідження, ми плануємо одержати результати, які дозволять при введенні добавки гарбуза в желе скоротити витрати желатину, або відмовитися від нього зовсім, без змінення структурно-механічних властивостей желе. Додавання гарбуза дозволяє одержати желе жовтого-рячого кольору.

Важливим у раціоні харчування людини, яка працює в умовах зараження навколишнього середовища цезієм-137 і стронцієм-90, є наявність продуктів харчування які містять калій і кальцій — молоко і продукти його переробки, наприклад. Ці елементи є хімічними аналогами цезію-137 та стронцію-90 і їх присутність в їжі знижує накопичення радіонуклідів в організмі людини. Кисломолочні продукти, в тому числі кефір, виводять з організму людини радіонукліди, солі важких металів, токсини і шлаки. Серед корисних властивостей кефіру можна відзначити його пробіотичну дію: він впливає на мікрофлору кишечнику людини, запобігає розвитку інфекцій і пригнічує ріст патогенних бактерій [7]. Тому, для надання багатшаровому желе радіопротекторних властивостей доцільно один із шарів готувати на основі кефіру. Розроблене желе на основі кефіру має білий колір, приємний смак і ніжну консистенцію.

При розробці багатшарового желе з радіопротекторними властивостями ми дотримувалися основних принципів харчової комбінаторики. А саме: принципу безпеки харчування; принципу сумісності — при розробці рецептури молочно-рослинного желе враховується можливість хімічної взаємодії інгредієнтів, при цьому вибираються такі комбінації і способи введення добавок, які забезпечують максимальне збереження біологічно-активних речовин при виробництві даного продукту, а також підвищення їх біологічного засвоювання; принцип переваги використання і рівнозначності контролю — інгредієнти вдало доповнюють один одного; принцип кінцевого контролю — реалізація його передбачає необхідність вивчення органолептичних, фізико-хімічних і інших показників не тільки інгредієнтів, але і кінцевого продукту.

Нова страва — багатшарове желе з радіопротекторними властивостями створюється шляхом модифікації традиційних солодких страв, а саме — желе лимонного та желе молочного. При цьому відбувається заміна одних інгредієнтів рецептури іншими, і це безумовно, впливає на технологічні і споживчі властивості новоствореного продукту, його харчову цінність. Тому, першим етапом у розробці нової технології желе функціонального призначення є теоретичне обґрунтування і планування композицій інгредієнтів, способів обробки сировини, режимів приготування страви, з урахуванням процесів, які формують потрібну структуру із заданим складом кінцевого продукту, фізико-хімічними і технологічними властивостями.

Саме тому модифікація традиційного продукту у функціональний не зводиться тільки до заміни інгредієнтів, а є складним процесом моделювання продукту як єдиної цільної системи, що складається з різних елементів. Застосування математичного апарату, заснованого на формалізації якісних і кількісних показників рецептури нових продуктів харчування у складі модельних функціональних композицій, дозволяє шляхом методів оптимізації визначити загальний вміст окремого інгредієнту у рецептурі.

Проведена оптимізація технологій приготування багатшарового желе з радіопротекторними властивостями з використанням методів математичного моделювання експериментів із складанням повного дворівневого і двофакторного плану експерименту типу 2^2 [8]. Математичні методи оптимізації дозволяють знайти оптимальне рішення (оптимізувати процес), тобто визначити, за яких умов повинен проходити технологічний процес, щоб забезпечити найкращу якість продукції. Згідно з системним підходом, технологію виробництва багатшарового желе з радіопротекторними властивостями можна представити у вигляді параметричної моделі, на яку впливають параметри: вхідні — x , вихідні — y і зовнішні — z (рис. 1).

Відповідно, вхідними параметрами, що впливають на властивості готових страв, є кількість добавок, що додаються — a , % і час приготування страви — t , хв. Оптимізація технології виробництва багатшарового желе з радіопротекторними властивостями проводилася стосовно стадії застигання. Найбільш важливі і визначальні вихідні параметри, що характеризують споживчі властивості драглеподібних страв — це органолептичні показники — A , бали, показники граничного опору зсуву — τ_0 , кПа та питомого опору на відрив — T , Па (табл. 1).

Як бачимо, дану систему характеризує досить велика кількість параметрів, які складно обробити адекватно. Тому, при постановці експерименту доцільно зафіксувати деякі параметри і прийняти постійними константи, відповідні виробничим умовам, тобто зовнішні параметри — $z: \{t_{cp}; \varphi; \psi\} = const$.

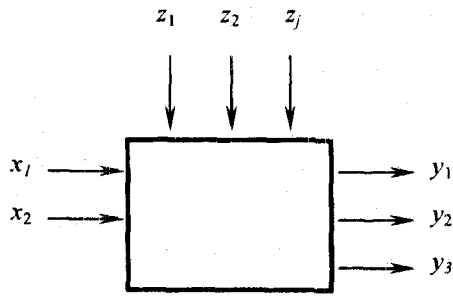


Рис. 1 — Параметрична модель технології виробництва багатшарового желе з радіопротекторними властивостями

Після завершення етапу кодування факторів, складання плану експерименту, обробки отриманих даних на ЕОМ, знаходимо значення коефіцієнтів рівнянь регресії методом найменших квадратів з урахуванням міжфакторних взаємодій. За величини лінійних коефіцієнтів рівнянь можна судити про міру впливу факторів (x_1, x_2) на величину вихідних параметрів (y_1, y_2, y_3). Встановлено, що на величину вихідних параметрів y_1, y_2 та y_3 желе найбільший вплив робить фактор x_1 . Адекватність отриманих рівнянь встановлена за критерієм Фішера. Розкодувавши значення

вихідних параметрів, встановили, що для виробництва багатшарового желе з радіопротекторними властивостями оптимальною кількістю добавки спіруліни, яка вводиться, є не менше 1,32 % до маси желе, оптимальний час варіння страви після введення добавки — 3 хв.

Таблиця 1 — Параметри для оптимізації технології приготування багатшарового желе з радіопротекторними властивостями

Вхідні параметри		Вихідні параметри		Зовнішні параметри	
x_1	кількість добавки, a , %	y_1	показник граничного опору зсуву, τ_0 , кПа	z_1	температура навколишнього середовища, $t_{сп}$, °C
x_2	час приготування страви, t , хв.	y_2	органолептичні показники, A , бали	z_2	відносна вологість повітря, φ , %
		y_3	показник питомого опору на відрив, T , Па	z_2	параметри, що впливають на якість готової страви в процесі її приготування, ψ

Аналіз отриманих даних оптимізації технологічних процесів виробництва багатшарового желе з радіопротекторними властивостями показав (рис. 2), що введення добавки спіруліни (вхідний параметр x_1) дозволяє стабілізувати процес структуроутворення, оскільки з введенням добавки показник граничного опору зсуву желе (вихідний параметр y_1) збільшується.

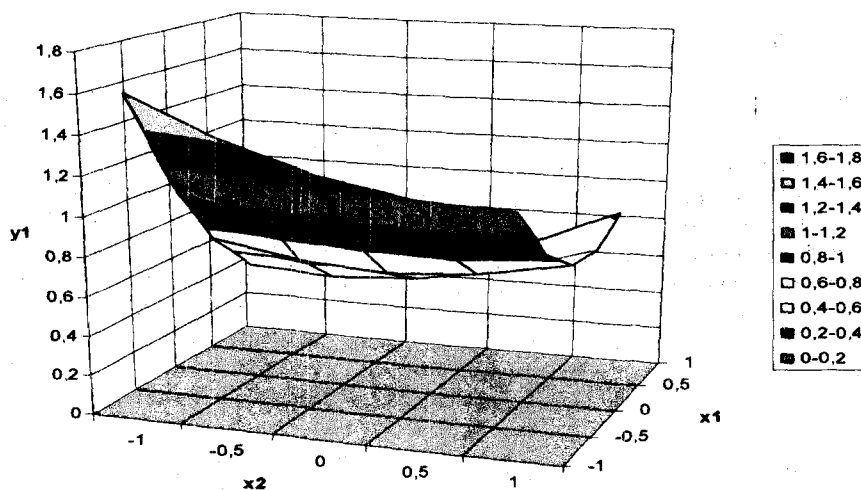


Рис. 2 — Вплив вхідних параметрів x_1, x_2 на вихідний параметр y_1 для багатшарового желе з радіопротекторними властивостями (шар з добавкою спіруліни)

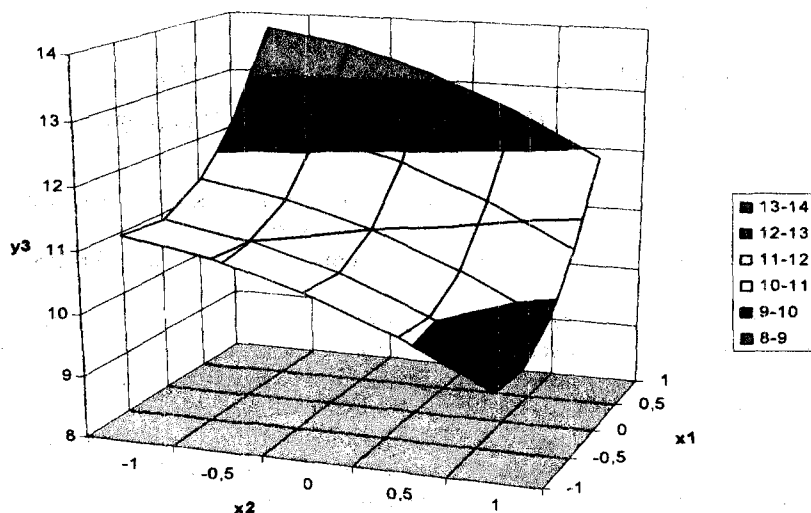


Рис. 3 — Вплив вхідних параметрів x_1, x_2 на вихідний параметр u_3 для багатошарового желе з радіопротекторними властивостями (шар з добавкою спіруліни)

Збільшення міцності структури є сприятливим фактором на стадіях застигання, формування, зберігання і реалізації желе.

Дослідження адгезійних властивостей багатошарового желе здійснювали відносно процесу їх формування. Представлена на рис. 3 залежність показників питомого опору на відрив (вихідний параметр u_3) під час контакту желе із металевою поверхнею від кількості добавки спіруліни (вхідний параметр x_1) свідчать про їх незначне зростання.

За результатами комп'ютерного моделювання встановлені оптимальні композиції інгредієнтів і раціональні технологічні режими приготування багатошарового желе, з позицій можливості одержання стійких драглеподібних структур з необхідним рівнем структурно-механічних властивостей. Оцінка органолептичних і фізико-хімічних властивостей модельних зразків багатошарового желе показали, що запропонована рецептура і технологія забезпечує виробництво продукту з високими споживчими властивостями.

Нове багатошарове желе має дієтичні та радіопротекторні властивості, що дозволяє віднести його до групи продуктів функціонального призначення. Розроблену технологію багатошарового желе можна рекомендувати до впровадження у виробництво таких закладів ресторанної галузі, як їдальні при промислових підприємствах, санаторіях і навчальних установах.

Література

1. Пересічний, М. І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення [Текст]: монографія / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова та ін.; за ред. М. І. Пересічного; Київ. нац. торг.-екон. ун-т. – К.: КНТЕУ, 2008. – 718 с.
2. Сирохман, І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення [Текст]: навч. посібник / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 544 с.
3. Кедик, С. А. Спіруліна – пища ХХІ століття [Текст] / С. А. Кедик, Е. І. Ярцев, Н. В. Гультьєва. – М.: Фарма Центр, 2006. – 166 с.
4. Лямлін, М. Я. О микроводоросли спирулина платенсис – источнике здоровья и долголетия [Текст] / М. Я. Лямлін, А. А. Соловьев. – М.: Пищевая энергетика, 1996. – 112 с.
5. Миронова, К. А. Результаты клинического изучения препарата Спирулины [Текст] / К. А. Миронова, А. А. Фомина и др. // Спирулина – фармакологические свойства и применение: материалы IV международной конференции, 20-24 сентября, г. Киев. – К., 1997. – С. 41.
6. Ступина, Л. С. Гепатопротекторные свойства Спирулины по данным морфологии [Текст] / Л. С. Ступина и др. // Спирулина – фармакологические свойства и применение: материалы IV международной конференции, 20-24 сентября, г. Киев. – К., 1997. – С. 30.
7. Крусь, Г. Н. Технология молока и молочных продуктов [Текст]: учебник для вузов / Г. Н. Крусь и др.; под ред. А. М. Шалыгиной. – М.: КолосС, 2006. – 455 с.
8. Остапчук, Н. В. Основы математического моделирования процессов пищевых производств [Текст]: учеб. пособие / Остапчук Н.В. – К.: Вища школа, 1991. – 367 с.

УДК [579.873.1:57.086.83:635.655]

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БИФИДОБАКТЕРИЙ

Капрельянц Л. В., д-р техн. наук, профессор, Труфкати Л. В., канд. техн. наук, доцент,
Крупницкая Л. А., аспирант

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

*В данной работе проведены сравнительные исследования динамики роста культуры *Bifidobacterium bifidum* при культивировании на стандартных классических средах и на лактозной среде с добавлением различной массовой доли соевой сыворотки. Установлено необходимое количество соевой сыворотки для культивирования и накопления биомассы бактерий вида *Bifidobacterium bifidum*.*

*In this study, we conducted comparative studies of growth dynamics of the culture *Bifidobacterium bifidum* when cultured on standard classical medium and on lactose medium with addition of varying mass fraction of soy whey. A necessary amount of soy whey and for the cultivation of biomass accumulation of bacteria species *Bifidobacterium bifidum* was established.*

Ключевые слова: культивирование, соя, соевая сыворотка, питательная среда, биомасса, *Bifidobacterium bifidum*.

Постановка проблемы. Повышение биобезопасности продуктов питания и по сей день остается сложной задачей, одним из путей решения которой является создание в продуктах конкурентной микробиологической среды, препятствующей развитию болезнетворного и гнилостного микробиоценоза. Вносимая в продукт полезная заквасочная микробиота, которая является антагонистом как патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, так и технически вредной микрофлоры, и одновременно с этим обогащает продукт другими функциональными характеристиками [1, 4].

Одной из важнейших групп комменсалов человека является род *Bifidobacterium*. Представители рода *Bifidobacterium* являются естественными обитателями толстого кишечника детей и взрослых людей, при этом множество видов обладает позитивными эффектами на организм хозяина [9]. Бифидобактерии принимают активное участие в пищеварении и всасывании. Они способствуют процессам ферментативного переваривания пищи, так как усиливают гидролиз белков, сбраживают углеводы, омыляют жиры, растворяют клетчатку, стимулируют перистальтику кишечника, способствуют нормальной эвакуации кишечного содержимого. Антагонистическая активность бифидобактерий связанная с продукцией органических кислот и бактериоцинов с широким спектром антимикробного действия, а также со способностью блокировать рецепторы на слизистой кишечника, предотвращающие фиксацию на них потенциально опасных микроорганизмов. Поэтому бифидобактерии представляют собой значительный интерес как защитный агент продуктов питания [1, 2]. В связи с этим, актуальным является вопрос по увеличению выхода биомассы вышеуказанного рода бактерий при их культивировании за счет улучшения ростовых качеств питательных сред с одновременным снижением экономических затрат при их приготовлении.

При производстве биопрепаратов пробиотиков, одной из важнейших проблем является получение наибольшего количества качественной биомассы культивируемых микроорганизмов. Для достижения этой цели необходимы качественные питательные среды. В связи с этим появилась потребность улучшить качество производственных питательных сред для микроорганизмов путем добавления к ним стимуляторов роста, к которым относятся разнообразные экстракты растительного происхождения.

В литературе описано значительное количество производственных питательных сред для культивирования и выделения бифидобактерий, такие как кукурузно-лактозная среда (КЛС), MRS — бульон, среда «Бифидум», и целый ряд других [2]. Углеводная часть питательных сред представлена преимущественно лактозой. В их состав также входят в качестве аминного питания пептоны и отвары растительного и животного происхождения. В производственных масштабах используют кукурузно-лактозную среду, так как вещества растительного происхождения, являясь источниками пищевых волокон и фруктоолигосахаридов, сами по себе оказывают стимулирующее действие на рост нормальной микрофлоры, помимо того являются менее дорогостоящими, чем сырье животного происхождения.

Последнее время кукурузный экстракт стал труднодоступным ингредиентом для приготовления питательных сред, поэтому перед нами стоит проблема поиска его аналога. После изучения химического состава было установлено, что наиболее полноценным и подходящим для включения в питательные среды, предназначенные для культивирования бифидобактерий, являются зернобобовые культуры и продукты их переработки. Они содержат высококачественный белок и, кроме того, являются источником

полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон, не содержат холестерина и твердых жиров [4]. Бифидобактерии весьма требовательны к составу питательной среды, а особенно к наличию легкоусвояемых азотистых соединений, аминокислот, углеводов, ненасыщенных жирных кислот, витаминов, минеральных элементов [7, 9]. Добавление некоторых витаминов к среде позволяет исключить из нее ряд аминокислот. Наиболее чувствительны бифидобактерии к наличию тиамина, рибофлавина, ниацина, биотина, пантотеновой кислоты [9]. Соевое молоко является богатым источником водорастворимых витаминов: тиамин, рибофлавин, ниацин, фолиевая кислота, токоферолы, также в нем имеется витамин К [6]. Известно, что минеральный состав среды в большой степени влияет на рост бифидобактерий, однако их потребности в минеральных веществах изучены недостаточно. В синтетических средах для роста им необходимо железо, магний, фосфаты, хлориды калия и натрия [7, 9]. Соевое молоко богато фосфором, железом, цинком, калием. Продукты переработки сои содержат такие пребиотические олигосахариды, как стахиоза и раффиноза, которые стимулируют рост бифидобактерий [6, 3], также обнаруживаются фитовещества сои полифенольной природы, в частности изофлавоны, в количестве 1,6...2,2 мг/г сухого вещества. Изофлавоны сои обладают рядом профилактических и лечебных свойств, применяются при различных видах раковых опухолей, атеросклерозе, остеопорозе, гормональных нарушениях, обладают антиоксидантными свойствами, поэтому зарубежом используются при производстве функциональных продуктов [4, 5].

Таким образом, сравнительный анализ питательных сред, на которых можно осуществлять культивирование бифидобактерий, показывает, что успешность выращивания этих микроорганизмов зависит от качества и состава среды, обусловленных как видом белковой основы, так и спецификой стимулирующих компонентов. Использование растительных экстрактов может позволить усовершенствовать имеющиеся и разработать новые эффективные питательные среды для бифидобактерий. Перспективность таких сред связана со сравнительной себестоимостью растений при использовании их как основы или компонента питательных сред для культивирования бифидобактерий. Учитывая высокую потребность в таких средах, связанную с интенсификацией производства бактериальных препаратов для коррекции нарушений микробиоценоза организма человека, проблема разработки новых и совершенствование имеющихся питательных сред для культивирования бифидобактерий остается актуальной.

Целью настоящего исследования явилась разработка новой питательной среды на основе растительного сырья, которая должна, в первую очередь, отвечать питательным потребностям бифидобактерий, а также не должна быть дорогостоящей.

Объекты исследования. В работе использовали музейную культуру *Bifidobacterium bifidum*, которая является классическим пробиотиком. Нами проведены исследования динамики роста культуры бактерий *B. bifidum* при культивировании на классических питательных средах (кукурузно-лактозная среда, MRS бульон, среда «Бифидум») и на лактозной среде с добавлением различной массовой доли соевой сыворотки.

Методы исследований. Культивирование бифидобактерий проводили на указанных питательных средах: кукурузно-лактозная среда, MRS бульон, среда «Бифидум», лактозная среда с добавлением соевой сыворотки. Температура проводимого термостатирования — $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$, продолжительность — 24 ч.

Для определения наиболее подходящей концентрации соевой сыворотки в лактозной питательной среде изучали динамики роста культуры *Bifidobacterium bifidum* на среде с добавлением различной массовой доли соевой сыворотки — 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 %, 6 %. В качестве закваски использовали суточную культуру бифидобактерий, которая была стандартизована до $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см³. Контролем служила жидкая питательная кукурузно-лактозная среда. Динамика роста заквасочной культуры была изучена в промежутке от 0 до 48 ч при температуре $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$.

В ходе эксперимента подсчитывали количество клеток бифидобактерий с помощью счетной камеры Горяева, и контролировали изменение активной кислотности культуральной жидкости.

Количественный учет жизнеспособных клеток бифидобактерий, в экспериментальных и контрольном образцах, проводили методом предельных разведений в пробирках с полужидкой кукурузно-лактозной средой. С последующим термостатированием посевов при температуре $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 72 часов.

Соевую сыворотку для добавления в экспериментальные образы питательной среды получали по технологической схеме, которая включает следующие операции: шелушение сои, влаготепловая обработка в течение 5 мин при температуре 120°C в 0,5-процентном растворе Na_2CO_3 при гидромодуле 1:6, удаление раствора Na_2CO_3 , дезинтеграция, водная экстракция при температуре 100°C и гидромодуле 1:5 в течение 10 мин, фильтрование, пастеризация при температуре 90°C в течение 15 мин, охлаждение до температуры 37°C , внесение заквасочной культуры, сквашивание при 37°C до pH 4,5, либо осаждение белков с помощью раствора лимонной кислоты с концентрацией 20...30 % при 90°C в течении 15 мин, фильтрация, нейтрализация ее в 30-процентном растворе NaOH до pH=6,8...7,0 (рис. 1).

Результаты исследований. На первом этапе исследования определяли изменение динамики роста бифидобактерий на традиционных питательных средах (кукурузно-лактозная среда, MRS-бульон, среда «Бифидум») и на среде с добавлением соевой сыворотки.

Как видно на рис. 2, количество клеток на традиционных питательных средах после 24 ч культивирования незначительно отличаются между собой, и находятся в таких пределах: на кукурузно-лактозной среде — $8 \cdot 10^7$ КОЕ/см³, на среде «Бифидум» — $2 \cdot 10^8$ КОЕ/см³, на бульоне MRS — $1 \cdot 10^8$ КОЕ/см³, в то время на питательной среде с добавлением соевой сыворотки было на порядок выше — $9 \cdot 10^8$ КОЕ/см³.

Среда «Бифидум» является полужидкой готовой промышленной средой, которую целесообразно использовать для количественного учета клеток в лабораторных условиях, а не для накопления биомассы, так как для выращивания бифидобактерий необходима жидкая питательная среда. Состав жидких питательных сред представлен в табл. 1.

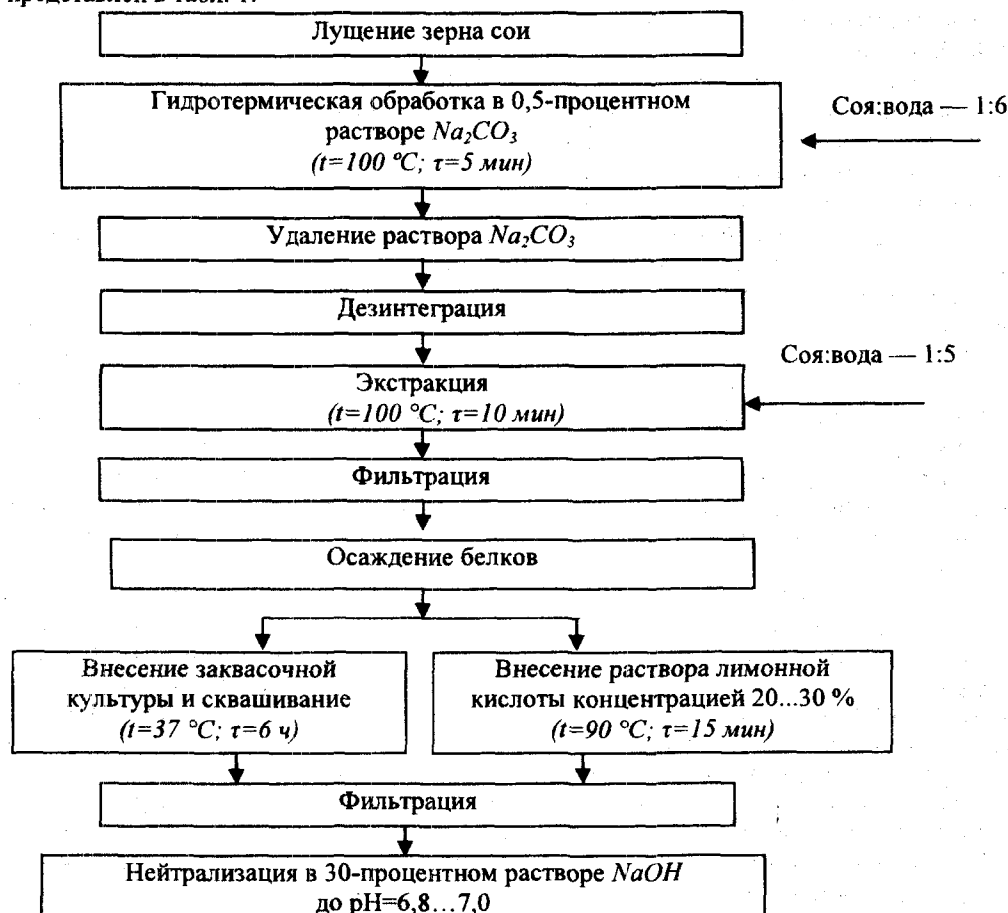
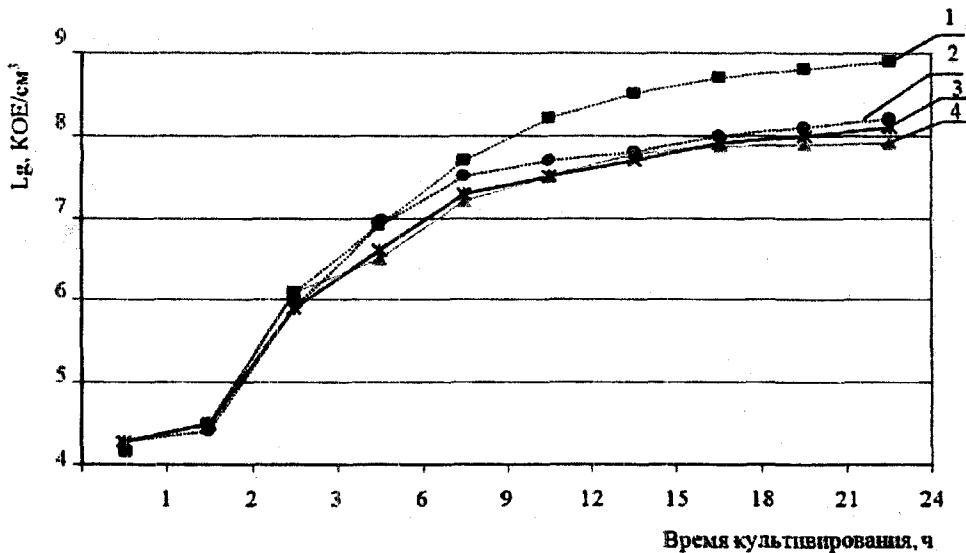


Рис. 1 — Технологическая схема получения соевой сыворотки

Так как кукурузно-лактозная среда значительно дешевле, чем MRS-бульон и при замене кукурузного экстракта на соевую сыворотку, которая содержит множество необходимых для бифидобактерий ростовых веществ, показала наилучший результат, было решено использовать ее в дальнейших исследованиях по культивированию и накоплению биомассы.

На втором этапе исследования определяли изменение динамики роста и активной кислотности бифидобактерий на лактозной среде с добавлением различной массовой доли соевой сыворотки — 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 %, 6 %. Контролем служила кукурузно-лактозная среда. Подсчет клеток осуществляли с помощью камеры Горяева. Данные приведены на рис. 3–4.

Как показывают полученные результаты, все образцы характеризуется хорошей биохимической активностью. С понижением содержания массовой доли соевой сыворотки до 1 % в среде происходит снижение скорости роста бифидобактерий, о чем свидетельствуют и значение активной кислотности 6,27 ед. рН, следовательно, процесс культивирования удлиняется.



1 — лактозная среда с добавлением соевой сыворотки; 2 — среда «Бифидум»;
3 — бульон MRS; 4 — кукурузно-лактозная среда

Рис. 2 — Динамика роста бактерий *B. bifidum* на разных питательных средах

Таблица 1 — Состав жидких питательных сред для культивирования бифидобактерий

Ингредиенты	Состав среды (на 1 дм ³ дистиллированной воды)		
	кукурузно-лактозная среда	лактозная среда с добавлением соевой сыворотки	бульон MRS
Кукурузный экстракт	30 см ³ /дм ³	—	—
Соевая сыворотка	—	30 см ³ /дм ³	—
Пептон	10 г/дм ³	10 г/дм ³	10 г/дм ³
МПБ	—	—	8,0 г/дм ³
Дрожжевой экстракт	—	—	4,0 г/дм ³
Лактоза	10 г/дм ³	10 г/дм ³	—
Глюкоза	—	—	20 г/дм ³
Аскорбиновая кислота	0,5 м	0,5 м	—
Натрий ацетат	—	—	5,0 г/дм ³
Аммоний лимоннокислый	—	—	2,0 г/дм ³
Натрий лимоннокислый	6,0 г/дм ³	6,0 г/дм ³	—
MgSO ₄	—	—	0,2 г/дм ³
MnSO ₄	—	—	0,04 г/дм ³
NaH ₂ P ₄	1,0 г/дм ³	1,0 г/дм ³	—
K ₂ HPO ₄	2,0 г/дм ³	2,0 г/дм ³	2,0 г/дм ³
Твин-80	—	—	1,0 г/дм ³

К концу культивирования количество клеток на среде с массовой долей соевой сыворотки 3 % достигло $2 \cdot 10^9$ КОЕ/см³, что максимально приближается к значениям контроля $8 \cdot 10^8$ КОЕ/см³, в то время как количество клеток при культивировании на лактозной среде, с массовой долей 1 % и 2 %, были значительно ниже $9 \cdot 10^7$ КОЕ/см³ и $4 \cdot 10^8$ КОЕ/см³ соответственно. С повышением массовой доли соевой сыворотки от 4 % до 5 % количество клеток возрастает до $9 \cdot 10^9$ КОЕ/см³ и $7 \cdot 10^{10}$ КОЕ/см³ соответственно. Дальнейшее увеличение массовой доли сыворотки до 6 % незначительно сказывается на показателях прироста биомассы $6 \dots 7 \cdot 10^{10}$ КОЕ/см³, в то время, как значение активной кислотности, по сравнению с меньшими концентрациями (3 %, 4 %, 5 %) оказалось более низким 4,2 ед. рН. На среде с добавлением 6 % соевой сыворотки происходил активный прирост биомассы бактерий и накопление продуктов метаболизма, ростовые факторы среды истощались, что повлекло внутривидовую конкуренцию за потребление питательных веществ. Это и стало причиной снижения количества клеток после 24 ч культивирования, в то время как, активная кислотность продолжала увеличиваться.

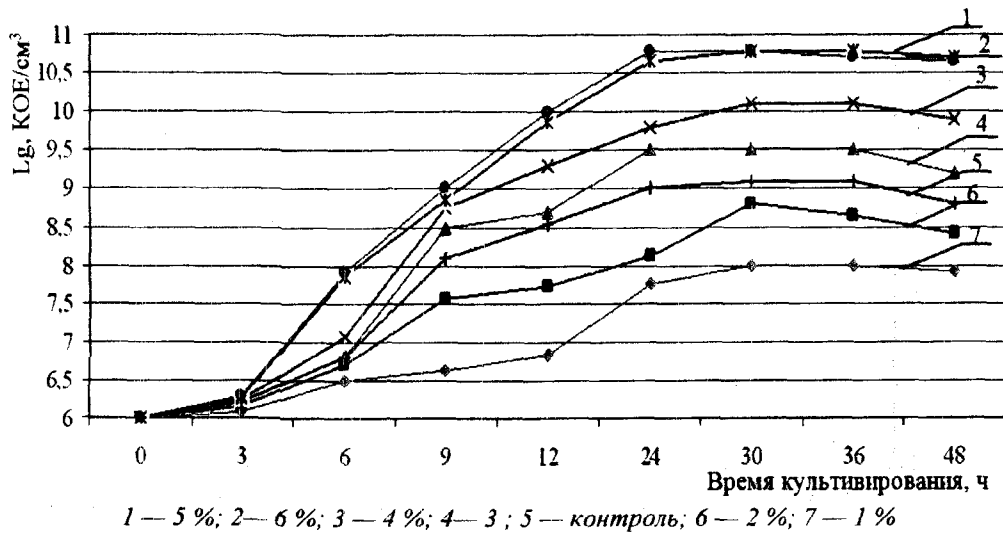


Рис. 3 — Кинетика роста *B. bifidum* на лактозной среде с добавлением различной массовой доли соевой сыворотки

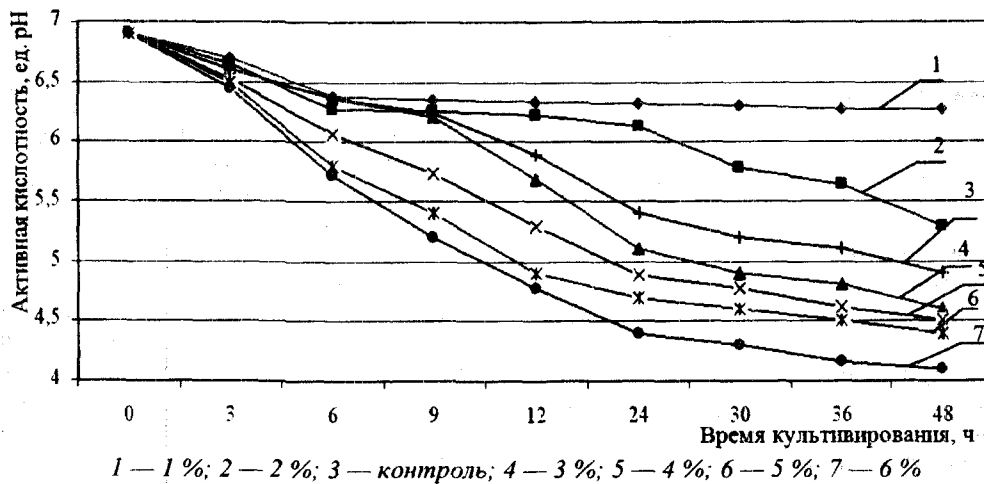


Рис. 4 — Изменение активной кислотности среды с добавлением различной массовой доли соевой сыворотки при культивировании *B. bifidum*

При количественном учёте жизнеспособных микроорганизмов в экспериментальных образцах заквасочной культуры, выращенной на среде с добавлением разной массовой доли соевой сыворотки (1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 %, 6 %) установили, что количество живых клеток в образце с массовой долей соевой сыворотки 3 % в 3 раза выше, чем в образце с массовой долей 1 %, и в 3 раза ниже — при 5 %, 6 %, и максимально близко к значению контроля, хотя незначительно превышает его. Результаты представлены в табл. 2.

К концу культивирования количество клеток на среде с массовой долей соевой сыворотки 3 % достигло $7 \cdot 10^9$ КОЕ/см³, что максимально приближается к значению контроля $3 \cdot 10^9$ КОЕ/см³, в то время как количество клеток при культивировании на лактозной среде с массовой долей 1 % и 2 % были значительно ниже — $7 \cdot 10^7$ КОЕ/см³ и $2 \cdot 10^8$ КОЕ/см³ соответственно.

С повышением массовой доли соевой сыворотки от 4 % до 5 % количество жизнеспособных клеток возрастает — $2 \cdot 10^{10}$ КОЕ/см³ и $1 \cdot 10^{11}$ КОЕ/см³ соответственно. В то время как на среде с массовой долей сыворотки 6 % наблюдали быстрый прирост биомассы жизнеспособных клеток уже на первые сутки. Согласно методике проведения данного эксперимента, мы продолжили термостатирование образца с 6 % соевой сыворотки, но результат несущественно изменился. Следовательно, бактерии исчерпали питательные вещества среды, и в дальнейшем не были способны активно развиваться и накапливать биомассу в достаточном количестве.

Таблица 2 — Количественный учет жизнеспособных бактерий *Bifidobacterium bifidum*

Название штамма	Массовая доля соевой сыворотки, %	Время культивирования, ч		
		24	48	72
<i>B. bifidum</i>	Показатели роста микроорганизмов в 1 см ³ , КОЕ			
	1%	3·10 ⁵	5·10 ⁶	7·10 ⁷
	2%	5·10 ⁵	8·10 ⁷	2·10 ⁸
	3%	6·10 ⁶	8·10 ⁸	7·10 ⁹
	4%	4·10 ⁷	1·10 ⁹	2·10 ¹⁰
	5%	1·10 ⁸	8·10 ¹⁰	1·10 ¹¹
	6%	4·10 ¹⁰	5·10 ¹⁰	5·10 ¹⁰
	контроль	2·10 ⁶	6·10 ⁸	3·10 ⁹

Выводы. По результатам данного исследования можно сделать заключение, что добавление соевой сыворотки в питательную среду улучшает ее ростовые качества, обогащая бифидогенными факторами, что приводит к большему выходу биомассы бактерий вида *B. Bifidum*, чем при культивировании на классических средах. Положительная роль соевой сыворотки заключается в том, что она имеет сложный многокомпонентный состав, обладающий физиологической функциональностью, и содержит соединения, необходимые для роста и развития бифидобактерий: заменимые и незаменимые аминокислоты, водорастворимые витамины, полисахариды (целлюлоза и гемицеллюлоза), фитовещества (изофлавины), минеральные вещества.

Проведенные микробиологические исследования позволили выбрать максимально подходящее количество соевой сыворотки для добавления в питательную лактозную среду, и составило 3 % массовой доли от общего объема среды. Выбор был аргументирован тем, что показатель прироста биомассы бактерий, необходимый для использования в пищевой промышленности, максимально приближался к контролю. С повышением массовой доли соевой сыворотки от 4 % до 5 % количество жизнеспособных клеток возрастает до 2·10¹⁰ КОЕ/см³ и 1·10¹¹ КОЕ/см³ соответственно. Такие данные позволяют рекомендовать к использованию лактозную среду с добавлением соевой сыворотки от 4 % до 5 % для культивирования бифидобактерий с целью получения биологически-активных препаратов.

Таким образом, доказано, что соевая сыворотка может быть использована для приготовления жидкой лактозной среды в качестве растительного аналога кукурузного экстракта, что значительно сокращает расходы, одновременно обогащая среду дополнительными бифидогенными факторами. В дальнейшем планируем заменить кукурузный экстракт соевой сывороткой и в полужидкой лактозной среде для количественного учета жизнеспособных клеток рода *Bifidobacterium*.

Литература

1. Гришель, А. И. Пробиотики и их роль в современной медицине [Текст] / А. И. Гришель, Е. П. Кишкурно. // Вестник фармации. — 2009. — № 1 (43). — С. 90–93.
2. Cheikhyoussef, A. Antimicrobial proteinaceous compounds obtained from bifidobacteria: from production to their application [Text] / A. Cheikhyoussef, N. Pogori, H. Zhang // International Journal of Food Microbiology. — 2008. — Vol. 125. — P. 215–222.
3. Шерстобитов, В. В. К вопросу о соевом молоке [Текст] / В. В. Шерстобитов // Молочная промышленность. — 2003. — № 1. — С. 53–54.
4. Силенко, Г. П. Лечебные и питательные свойства соевых продуктов [Текст] / Г. П. Силенко, Л. В. Капрельянц, А. С. Аметов и др. — М.: «Сигнал», 2000. — 90 с.
5. Шендеров, Б. А. Медицинская микробная экология и функциональное питание [Текст]: Т. 3. Пробиотики и функциональное питание. — М.: Грантъ, 2001. — 288 с.
6. Капрельянц, Л. В. Углеводные пребиотические вещества из сои [Текст] / Л. В. Капрельянц, В. В. Шерстобитов, Л. В. Рекичанская // Зерновые продукты и комбикорма. — 2005. — № 2. — С. 18–20.
7. Кигель, Н. Ф. Заквасочные культуры для ферментированных молочных продуктов: основные свойства и виды [Текст] / Н. Ф. Кигель // Молочна промисловість. — 2005. — № 1 (16). — С. 26–29.
8. Biavati, V. Probiotics and Bifidobacteria [Text] / V. Biavati, V. Bottazzi, L. Morelli. — Novara (Italy): MOFIN ALCE, 2001. — 79 p.
9. Biavati, V. The Family Bifidobacteriaceae. The Prokaryotes. Third Edition: a handbook on the Biology of Bacteria: Synbiotic Association, Biotechnology, Applied Microbiology [Text] / V. Biavati, P. Mattarelli. — Singapore: Springer Science, 2006. — Vol. 3. — P. 322–382.

МЕДИКО-БІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БІЛКОВИХ ПАСТ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ

¹Ткаченко Н. А., д-р техн. наук, професор, ¹Українцева Ю. С., аспірант,

²Авершина А. С., канд. техн. наук, асистент,

¹Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса,

²Луганський національний аграрний університет, м. Луганськ

В статті показано вплив рецептурного складу білкових паст для дитячого харчування на динаміку приросту маси тіла, гематологічних показників крові та складу індигенної мікрофлори відлучених щуренят. Встановлено, що досліджені білкові пасту доброякісні, володіють пробіотичними, гепатопротекторними, гіпоалергенними властивостями, підвищеною засвоюваністю та нормалізують кишкову мікрофлору, тому можуть бути віднесені до категорії продуктів спеціального призначення.

The paper presents the influence of formulation composition of the protein pastes for infant food on the dynamics of body weight gain, hematological parameters of blood and the composition of indigenous microflora of weanling rats. It was ascertained that the studied protein pastes were wholesome and had probiotic, hepatoprotective, hypoallergenic properties, high digestibility and were able to normalize intestinal microflora, so these pastes can be categorized as special purpose products.

Ключові слова: дитяче харчування, білкова паста, медико-біологічні дослідження, приріст маси, гематологічні показники крові, склад індигенної мікрофлори.

Постановка проблеми та її зв'язок з найважливішими науковими і практичними завданнями. Рациональне збалансоване харчування відіграє найважливішу роль в забезпеченні гармонійного росту і розвитку дитини, формуванні стійкості до дії інфекцій, екологічно несприятливих чинників тощо. За оцінками експертів, в Україні лише третина дітей знаходиться виключно на грудному вигодовуванні, 38 % українських матерів кормлять дітей груддю до шести місяців та тільки 12 % — до року, а показник грудного годування в нашій країні — один з найнижчих в регіоні [1]. Це призводить до багатьох захворювань, особливе місце серед яких посідають дисбактеріоз шлунково-кишкового тракту та алергічні реакції у малюків [2]. В таких умовах проблема виробництва високоякісних, біологічно повноцінних продуктів для дитячого харчування стала одним з найактуальніших завдань харчової промисловості. Тому Міністерство агрополітики України ініціювало розробку державної цільової програми розвитку дитячого харчування в Україні на 2012...2016 рр., згідно якої передбачається збільшення внутрішніх обсягів виробництва і розширення асортименту дитячих продуктів [3].

Продукти харчування на молочній основі — молоко питне, напої і сир кисломолочні, вироби сиркові сьогодні складають 49 % від загальних продажів на ринку дитячих продуктів [3]. Серед напоїв кисломолочних для дитячого харчування на ринку України сьогодні представлені кефір, кефірні напої, йогурти, напій «Яготинський» тощо, більшість з яких частково адаптовані до молока жіночого. Розширення асортименту ферментованих молочних напоїв для дитячого харчування за останні 2 роки обумовлено, в першу чергу тим, що у 2012 році було побудовано два нові спеціалізовані заводи дитячого харчування — «Яготинське для дітей» (компанія «Молочний альянс») і «Агуша» (компанія «Вімм-Біль-Данн Україна») [1, 3]. Не дивлячись на суттєвий ріст виробництва кисломолочних продуктів для дитячого харчування в Україні, пастоподібні молочні продукти, які були б адаптованими (або частково адаптованими) до молока жіночого, жодне вітчизняне підприємство не виробляє. Це обумовлено відсутністю науково обґрунтованих і клінічно апробованих технологій виробництва таких продуктів. Тому наукове обґрунтування технології паст білкових для дитячого харчування (ПБДХ), частково адаптованих до молока жіночого, з підсиленними пробіотичними і гіпоалергенними властивостями й подовженим терміном зберігання є актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На кафедрі технології молока, жирів і парфумерно-косметичних засобів Одеської національної академії харчових технологій проводяться комплексні наукові дослідження щодо розробки нових та удосконаленні існуючих технологій ферментованих молочних продуктів для дитячого харчування. Зокрема, удосконалена технологія сиру кисломолочного [4] і напою кисломолочного «Біолакт» [5], розроблені технології нових кисломолочних напоїв [6] та білкових паст [7—10] для дитячого харчування, частково адаптованих до молока жіночого і призначених для дітей віком від восьми місяців.

Розроблена інноваційна технологія виробництва ПБДХ передбачає [7—10]:

— розділення молока незбираного гатунків екстра або вищій на вершки та молоко знежирене з масовою часткою жиру 28,0 та 0,05 % відповідно;

— комплексне виділення білків молока знежиреного термокислотою коагуляцією при температурі 95 °С із застосуванням сироватки кислотністю 150...160 °Т, отриманої ферментацією сирної сироватки монокультурами *Lbc. acidophilus La-5*, з подальшим відділенням сироватки від білкової маси на сепараторі;

— приготування молочно-рослинних вершків із вмістом жиру 40 % (для адаптації жирнокислотного складу паст до молока жіночого): змішування молочних вершків жирністю 28 % з олією соняшниковою високоолеїною рафінованою дезодорованою і олією гарбузовою у кількості, яка забезпечує співвідношення жирів молочного : гарбузового : соняшникового високоолеїнового — 70 : 15 : 15 [19];

— внесення у молочно-рослинні вершки фруктози як біфідогенного фактора (масова частка фруктози — 0,1 %), лактулози, як пребіотики, у кількості яка забезпечить масову частку лактулози в готовому продукті 0,5 %, комплексу FT 041081EU, який включає 12 необхідних для дитячого організму вітамінів — А, Д, Е, С, В_с, В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР, В₅, біотин та комплексу мінеральних речовин FT 042836EU, який включає ферум, цинк і йод в легкозасвоюваній формі (масова частка комплексів у збагачених молочно-рослинних вершках забезпечує вміст комплексів FT 041081EU і FT 042836EU у готовому продукті 50 г/1000 кг і 50 г/1000 кг, відповідно);

— гомогенізацію збагачених молочно-рослинних вершків при температурі 72...75 °С і тиску 10,4...12,0 МПа (перший ступінь — 8,0...9,5 МПа, другий ступінь — 2,4...3,0 МПа), пастеризацію при температурі 90...95 °С з витримкою 15 хв.; охолодження до температури заквашування — (37±1) °С; сквашування однією з двох розроблених заквашуваних композицій (композиція 1: монокультури (МК) *B. animalis Bb-12* у складі бакконцентрату *FD DVS Bb-12* + змішані культури (ЗК) *Lactococcus lactis ssp.* у складі бакконцентрату *FD DVS CHN-11*; композиція 2: МК *B. animalis Bb-12* у складі бакконцентрату *F DVS Bb-12* + ЗК *Lactococcus lactis ssp.* у складі бакконцентрату *F DVS C-303*; вихідна концентрація культур біфідобактерій та лактококів при інокуляції складала $1 \cdot 10^6$ КУО/см³) до досягнення ізоелектричного стану (рН = 4,6...4,7 од.);

— змішування ферментованих збагачених молочно-рослинних вершків з підготовленою білковою масою (масова частка жиру в готовій пасті 15,0 %);

— фасування заквашеної білкової маси у герметичну тару по 50...100 г;

— ферментацію білкової маси при температурі (37±1) °С протягом 5,0...5,5 годин до рН = 5,2 од. у термостатній камері з подальшим охолодженням у холодильній камері до температури (4±2) °С і зберігання при зазначеній температурі.

Мета представленої роботи — проведення медико-біологічних досліджень білкових паст, призначених для харчування малюків віком від восьми місяців.

Викладення основного матеріалу. Піддослідних тварин (20 особин) — відлучених шуренят у віці 12 діб — розділили на чотири групи: 1 група — контрольна група 1 (КГ 1) — отримувала стандартний раціон харчування (раціон віварію); 2 група — контрольна група 2 (КГ 2) — отримувала 75 % стандартного раціону харчування, 25 % стандартного раціону було замінено контрольним зразком пасти білкової для дитячого харчування (ПБДХк), виробленим за розробленою технологією без додавання до вершків рослинних олій, фруктози, лактулози, комплексів вітамінів та мінеральних речовин з використанням заквашувальної композиції 1; 3 група — експериментальна група 1 (ЕГ 1) — отримувала 75 % стандартного раціону, 25 % стандартного раціону було замінено експериментальним зразком пасти білкової для дитячого харчування 1 (ПБДХ 1), виробленим за розробленою технологією з використанням заквашувальної композиції 1; 4 група — експериментальна група 2 (ЕГ 2) — отримувала 75 % стандартного раціону, 25 % стандартного раціону було замінено експериментальним зразком пасти білкової для дитячого харчування 2 (ПБДХ 2), виробленим за розробленою технологією з використанням заквашувальної композиції 2.

У піддослідних тварин контролювали приріст маси, гематологічні показники крові і склад індигенної мікрофлори перед проведенням досліджень і через 14 діб вживання продукту (табл. 1, 2, 3, відповідно).

Протягом експерименту всі піддослідні тварини почували себе задовільно. Оцінка приросту маси тіла тварин (табл. 1) свідчить про те, що у відлучених шуренят всіх груп вона збільшувалася протягом експерименту по відношенню до вихідних даних. При цьому приріст маси тіла експериментальних груп (ЕГ 1 і ЕГ 2) збільшувався більш істотно в порівнянні з інтактними тваринами (КГ 1) і тваринами КГ 2, що свідчить про підвищену засвоюваність ПБДХ, виробленої за розробленою технологією. Найбільший приріст маси тіла відзначений у ЕГ 2, що обумовлено більш низьким вмістом фракцій α - і β -казеїну, комплексу κ -казеїн + β -лактоглобулін і більш високим вмістом середньо- і низькомолекулярних пептидів у зразку ПБДХ 2 за рахунок використання в складі заквасок композиції бакконцентрата мезофільних молочнокислих лактококів *F DVS C-303* з максимально вираженими протеолітичними властивостями.

Таблиця 1 — Динаміка приросту маси тіла відлучених шуренят в залежності від використаного зразка ПБДП протягом експерименту (n=5)

Група	Статистичні показники	Значення показника протягом експерименту	
		вихідні дані	через 14 діб
КГ 1	(M ± m) / %	(47,54 ± 2,32) / 100	(73,14 ± 2,30) / 153,8
КГ 2	(M ± m) / %	(46,68 ± 1,96) / 100	(78,24 ± 2,08) / 167,6
ЕГ 1	(M ± m) / %	(47,21 ± 1,73) / 100	(83,84 ± 1,91) / 177,6
ЕГ 2	(M ± m) / %	(46,82 ± 2,11) / 100	(87,25 ± 1,83) / 186,4

У тварин всіх груп число еритроцитів коливалося в межах фізіологічної норми (табл. 2). При цьому у тварин ЕГ 1 і ЕГ 2 кількість еритроцитів збільшувалася достовірно (на 15,7...16,6 %) по відношенню до вихідних даних, що обумовлено стимуляцією еритропоезу компонентами ПБДХ 1 і ПБДХ 2 — вітамінами і мікроелементами. Це доводить доцільність введення в рецептуру білкових продуктів для дитячого харчування комплексів вітамінів і мінеральних речовин. Кількість лейкоцитів коливалася в межах фізіологічної норми протягом усього експерименту у тварин 1...4 груп (табл. 2).

Таблиця 2 — Динаміка зміни гематологічних показників відлучених шуренят в залежності від використаного зразка ПБДП протягом експерименту (n=5)

Група	Статистичні показники	Значення показника протягом експерименту	
		вихідні дані	через 14 діб
Кількість еритроцитів у крові, ($\cdot 10^{12}/\text{дм}^3$)			
КГ 1	(M ± m) / %	(7,90 ± 0,06) / 100	(8,20 ± 0,07) / 103,8
КГ 2	(M ± m) / %	(7,87 ± 0,07) / 100	(8,47 ± 0,06) / 107,6
ЕГ 1	(M ± m) / %	(7,92 ± 0,06) / 100	(9,16 ± 0,08) / 115,7
ЕГ 2	(M ± m) / %	(7,91 ± 0,06) / 100	(9,22 ± 0,07) / 116,6
Вміст білка сироватки крові, %			
КГ 1	(M ± m) / %	(6,7 ± 0,1) / 100	(6,9 ± 0,1) / 103,0
КГ 2	(M ± m) / %	(6,6 ± 0,1) / 100	(7,0 ± 0,1) / 106,1
ЕГ 1	(M ± m) / %	(6,8 ± 0,1) / 100	(7,4 ± 0,1) / 108,8
ЕГ 2	(M ± m) / %	(6,8 ± 0,1) / 100	(7,5 ± 0,1) / 110,3
Вміст гемоглобіну, (г/дм ³)			
КГ 1	(M ± m) / %	(130,62 ± 8,72) / 100	(133,54 ± 7,54) / 102,2
КГ 2	(M ± m) / %	(134,28 ± 7,14) / 100	(146,09 ± 7,17) / 108,8
ЕГ 1	(M ± m) / %	(132,37 ± 7,82) / 100	(155,22 ± 8,54) / 117,3
ЕГ 2	(M ± m) / %	(133,05 ± 7,26) / 100	(158,16 ± 7,33) / 125,1
Кількість лейкоцитів у крові, ($\cdot 10^9/\text{дм}^3$)			
КГ 1	(M ± m) / %	(17,9 ± 1,8) / 100	(18,1 ± 2,0) / 101,1
КГ 2	(M ± m) / %	(18,2 ± 2,0) / 100	(18,3 ± 2,8) / 100,5
ЕГ 1	(M ± m) / %	(18,1 ± 2,1) / 100	(18,2 ± 2,5) / 100,6
ЕГ 2	(M ± m) / %	(18,3 ± 1,9) / 100	(18,4 ± 2,5) / 100,5
Вміст цукру, (мг/100 г)			
КГ 1	(M ± m) / %	(89,7 ± 1,3) / 100	(90,5 ± 1,6) / 100,9
КГ 2	(M ± m) / %	(88,3 ± 1,7) / 100	(87,4 ± 1,7) / 99,0
ЕГ 1	(M ± m) / %	(88,5 ± 1,3) / 100	(86,4 ± 1,5) / 97,6
ЕГ 2	(M ± m) / %	(88,2 ± 1,2) / 100	(86,0 ± 1,3) / 97,5
Вміст холестерину, (мкмоль/см ³ плазми крові)			
КГ 1	(M ± m) / %	(1,20 ± 0,15) / 100	(1,24 ± 0,13) / 103,3
КГ 2	(M ± m) / %	(1,18 ± 0,11) / 100	(1,33 ± 0,14) / 112,7
ЕГ 1	(M ± m) / %	(1,16 ± 0,17) / 100	(1,25 ± 0,11) / 107,8
ЕГ 2	(M ± m) / %	(1,18 ± 0,15) / 100	(1,26 ± 0,13) / 106,8

Рівень гемоглобіну у інтактних та експериментальних тварин протягом експерименту збільшувався (табл. 2). Відзначимо, що збільшення рівня гемоглобіну в крові тварин КГ 2 практично в два рази перевищує такий в крові тварин групи КГ 1, що може бути обумовлено підвищеним вмістом в складі ПБДХк повноцінних молочних білків, в т.ч. сироваткових. Найбільш статистично значуще підвищення рівня гемоглобіну відмічено в крові тварин ЕГ 1 і ЕГ 2 (на 17,3 і 25,1 % відповідно, що пояснюється підвищеним вмістом в ПБДХ 1 і ПБДХ 2 не тільки повноцінних білків (у т.ч. сироваткових), але і вітамінів, внесених з комплексом FT 041081 EU, і мікроелементів, внесених з комплексом мінеральних речовин

FT 042836EU, а також вітамінів, які синтезують введені до складу розроблених заквашувальних композицій біфідо- і лактобактерій. Більш значуще підвищення рівня гемоглобіну в крові тварин ЕГ 2 пояснюється підвищеним вмістом в ПБДХ 2 середньо- і низькомолекулярних пептидів, обумовлене використанням у складі заквашувальної композиції бакконцентрата мезофільних молочнокислих лактококів *F DVS C-303* з максимально вираженими протеолітичними властивостями.

У тварин всіх груп рівень цукру в крові коливався в межах фізіологічної норми (табл. 2). При цьому у тварин ЕГ 1 і ЕГ 2 відзначено більш істотне його зниження, ніж у тварин КГ 2, що може бути обумовлено впливом введених до складу продукту пробіотичних культур *B. animalis Bb-12* і *Lbc. acidophilus La-5*, на засвоюваність цукру; у тварин КГ 1 спостерігалось незначне підвищення вмісту цукру в крові, що обумовлено вживанням в їжу зернового раціону і відсутністю в раціоні білкових продуктів, що містять пробіотичні культури лакто- і біфідобактерій.

При дослідженні рівня холестерину в крові експериментальних тварин всіх груп відзначено незначне підвищення цього показника в межах норми по відношенню до вихідних даних (табл. 2). У тварин КГ 2 протягом експерименту зміни рівня холестерину найбільш виражені (вміст холестерину збільшився на 12,7%), що обумовлено вживанням в раціон харчування ПБДХк з вмістом молочного жиру 15%. У крові тварин ЕГ 1 і ЕГ 2 збільшення вмісту холестерину менш виражені в порівнянні з КГ 2, що пояснюється заміною 30% молочного жиру в ПБДХ 1 і ПБДХ 2 сумішшю рослинних жирів (високоолеїнової рафінованої дезодорованої соняшникової олії і гарбузової олії у співвідношенні 1:1), а також може бути обумовлено впливом введених до складу продуктів пробіотичних культур *B. animalis Bb-12* і *Lbc. acidophilus La-5*, на засвоюваність холестерину.

Оцінюючи стан індигенної мікрофлори кишечника тварин (табл. 3), необхідно відзначити, що протягом експерименту у інтактних тварин вона не змінювалась.

Таблиця 3 — Динаміка зміни індигенної мікрофлори відлучених щуренят в залежності від використаного зразка ПБДП протягом експерименту (n=5)

Група	Статистичні показники	Значення показника протягом експерименту					
		вихідні дані			через 14 дів		
Кількість біфідобактерій, (КУО/г)							
		<10 ⁷	10 ⁷	10 ⁸	<10 ⁷	10 ⁷	10 ⁸
КГ 1	(M ± m) / %	2 / 40	3 / 60	— / —	2 / 40	3 / 60	— / —
КГ 2	(M ± m) / %	2 / 40	2 / 40	1 / 20	1 / 20	3 / 60	1 / 20
ЕГ 1	(M ± m) / %	2 / 40	2 / 40	1 / 20	1 / 20	2 / 40	2 / 40
ЕГ 2	(M ± m) / %	2 / 40	3 / 60	— / —	— / —	3 / 60	2 / 40
Кількість лактобактерій, (КУО/г)							
		<10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	<10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶
КГ 1	(M ± m) / %	2 / 40	2 / 40	1 / 20	2 / 40	2 / 40	1 / 20
КГ 2	(M ± m) / %	2 / 40	2 / 40	1 / 20	1 / 20	2 / 40	2 / 40
ЕГ 1	(M ± m) / %	2 / 40	2 / 40	1 / 20	1 / 20	1 / 20	3 / 60
ЕГ 2	(M ± m) / %	2 / 40	2 / 40	1 / 20	— / —	3 / 60	2 / 40
Кількість лактобацил, (КУО/г)							
		<10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	<10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶
КГ 1	(M ± m) / %	2 / 40	3 / 60	— / —	2 / 40	3 / 60	— / —
КГ 2	(M ± m) / %	2 / 40	3 / 60	— / —	1 / 20	2 / 40	2 / 40
ЕГ 1	(M ± m) / %	2 / 40	3 / 60	— / —	1 / 20	2 / 40	2 / 40
ЕГ 2	(M ± m) / %	2 / 40	3 / 60	— / —	1 / 20	2 / 40	2 / 40
Кількість ешеріхій, (КУО/г)							
		10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸
КГ 1	(M ± m) / %	2 / 40	2 / 40	1 / 20	2 / 40	2 / 40	1 / 20
КГ 2	(M ± m) / %	2 / 40	2 / 40	1 / 20	1 / 20	3 / 60	1 / 20
ЕГ 1	(M ± m) / %	2 / 40	2 / 40	1 / 20	1 / 20	3 / 60	1 / 20
ЕГ 2	(M ± m) / %	2 / 40	3 / 60	— / —	1 / 20	3 / 60	1 / 20

У тварин КГ 2 і особливо ЕГ 1 і ЕГ 2 відзначені позитивні зрушення в плані нормалізації стану мікробіоценозу кишечника. На фоні вживання ПБДХ 1 і ПБДХ 2, вироблених за розробленою технологією, впродовж експерименту відзначено збільшення кількості біфідобактерій, загальної кількості лактобактерій, в т.ч. лактобацил; одночасно спостерігаються позитивні зрушення в кількості ешеріхій (особливо виражені зміни цих показників в ЕГ 2). А при вживанні ПБДХк відзначаємо суттєві позитивні зрушення тільки в кількості лактобактерій, в т.ч. лактобацил, і ешеріхій, тоді як зрушення в кількості біфідобакте-

рій виражені менш істотно, що обумовлено відсутністю в рецептурі контрольного зразка цільового продукту фруктози, яка є біфідогенним фактором, а також відсутністю лактулози, яка є пребіотиком і суттєво впливає на адгезію біфідобактерій в кишечнику. Присутність фруктози, вітамінів і мікроелементів в рецептурах ПБДХ 1 і ПБДХ 2 сприяє отриманню продуктів з високою концентрацією життєздатних клітин *B. animalis Bb-12* ($1 \cdot 10^9 \dots 1 \cdot 10^{10}$ КУО/г), а введення до складу пасти лактулози ефективно забезпечує адгезію клітин біфідобактерій в кишечнику тварин в групах ЕГ 1 і ЕГ 2.

Стан печінки в ЕГ 1 і ЕГ 2 відзначено як ідеальний, тоді як в контрольних групах присутні незначні оборотні дистрофічні зміни цього органу, що може бути обумовлено зменшенням навантаження на печінку в експериментальних групах завдяки збільшенню кількості біфідобактерій і лактобацил в кишечнику тварин. Морфологічні дослідження всіх інших внутрішніх органів у всіх групах свідчать про те, що порушення функціонального стану і патологічні зміни внутрішніх органів не виявлені.

У тварин КГ 2 виявлені незначні реакції на вживання підвищених доз тваринного білка (зокрема, незначне почервоніння шкіри), тоді як у тварин ЕГ 1 і ЕГ 2 такі реакції були відсутні, що пояснюється використанням у складі заквашувальних композицій для виробництва ПБДХ 1 і ПБДХ 2 змішаних культур мезофільних молочнокислих лактококів з підвищеними протеолітичними властивостями, які здійснюють глибокий гідроліз казеїну при біотехнологічному обробленні білкової маси (більш глибокий гідроліз казеїну відзначається в зразку ПБДХ 2 за рахунок використання у складі заквашувальної композиції мезофільних молочнокислих лактококів з максимально вираженими протеолітичними властивостями у складі замороженого бакконцентрата *F DVS C-303*; це підтверджують результати досліджень фракційного складу білків у пастах для дитячого харчування).

Висновки. Отримані результати свідчать про те, що експериментальні зразки паст білкових для дитячого харчування, доброякісні, володіють пробіотичними, гепатопротекторними і гіпоалергенними властивостями, підвищеною засвоюваністю, нормалізують кишкову мікрофлору, що дозволяє віднести їх до категорії продуктів спеціального призначення та рекомендувати проведення клінічних досліджень.

Перевагу слід віддавати експериментальному зразку ПБДХ 2, виробленому за розробленою технологією з використанням заквашувальної композиції зі змішаних культур мезофільних молочнокислих лактококів у складі замороженого бакконцентрата *F DVS C-303* (або *F DVS C-301*) і адаптованих до молока монокультур *B. animalis Bb-12* у складі замороженого бакконцентрата *F DVS Bb-12*, а для виробництва кислотої сироватки, яку використовують в технології цільового продукту для термокислотної коагуляції білків знежиреного молока, доцільно використовувати монокультури *Lbc. acidophilus La-5* у складі замороженого бакконцентрата *F DVS La-5*.

Наступні етапи роботи: оформлення нормативної документації на виробництво паст білкових для дитячого харчування.

Література

1. Малышам в Украине катастрофически не хватает материнского молока [Электронный ресурс] / Лекарская правда, 2014. – Режим доступа: <http://lekpravda.com/malysham-ukraine-katastroficheski-ne-hvataet-materinskogo-moloka/> – 04.03.2014. – Заглавие с экрана.
2. Кузнецов, В. В. Справочник технолога молочного производства. Технология детских молочных продуктов [Текст] / В. В. Кузнецов, Н. Н. Липатова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. – 525 с. – ISBN 5-901065-96-4.
3. В Украине почти вдвое выросло производство продуктов детского питания [Электронный ресурс] / Дело, 2013. – Режим доступа: <http://delo.ua/business/v-ukraine-pochti-vdvoe-vyroslo-proizvodstvo-molochnyh-produktov-214040/> – 15.10.2013. – Заглавие с экрана.
4. Назаренко, Ю. В. Біотехнологія кисломолочного сиру дитячого харчування з подовженим терміном зберігання [Текст] / Ю. В. Назаренко // Харчова наука і технологія. – № 2. – 2011. – С. 41–45.
5. Ткаченко, Н. А. Харчова, біологічна та енергетична цінність напоїв кисломолочних для дитячого харчування «Біолакт» [Текст] / Н. А. Ткаченко, А. С. Авершина, Ю. В. Назаренко // Харчова наука і технологія. – № 1(26). – 2014. – С. 22–25.
6. Дідух, Н. А. Наукові основи виробництва напою кисломолочного для дитячого харчування з подовженим терміном зберігання [Текст] / Н. А. Дідух, С. В. Романченко // Наукові праці ОНАХТ. – 2012. – Т. 2, № 42. – С. 251–259.
7. Ткаченко, Н. А. Наукові основи технології білкової пасти для дитячого харчування з подовженим терміном зберігання [Текст] / Н. А. Ткаченко, Ю. С. Українцева // ScienceRise. – 2015. – №3/2(8). – С. 63–67. doi: 10.15587/2313-8416.2015.39175.
8. Ткаченко, Н. А. Застосування термостатного способу виробництва у технології білкової пасти для дитячого харчування [Електронний ресурс]: [Веб-сайт] / Н. А. Ткаченко, Ю. С. Українцева // 75-а на-

- укова конференція викладачів академії: тези доповідей – Режим доступу: \www/ URL: http://www.onaft.edu.ua/download/konfi/tezy_teacher_2015.pdf. – Назва з екрану.
9. Ткаченко, Н. А. Обґрунтування параметрів ферментації молочно-рослинних вершків у біотехнології білкових паст для дитячого харчування [Текст] / Н. А. Ткаченко, Ю. С. Українцева, Є. І. Гросу // Харчова наука і технологія. – 2014. – № 4 (29). – С. 28–36.
 10. Ткаченко, Н. А. Обґрунтування параметрів ферментації білкової маси у технології білкових паст для дитячого харчування [Текст] / Н. А. Ткаченко, Ю. С. Українцева // Харчова наука і технологія. – 2015. – № 2 (31). – С. 38–41. doi: 10.15587/1729-4061.2014.23388.

УДК: 628.16.087.7.097.6:[637'51'62 + 637.51'64]

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОАКТИВОВАНОЇ ВОДИ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ

Віннікова Л. Г., д-р техн. наук, професор, Пронькіна К. В., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведено результати досліджень впливу електроактивованої води на мікробіологічні показники м'яса. Проведено порівняльний аналіз впливу процесу електролізу на мікробіологічні показники питної води. Визначено дію електроактивованої води на розвиток виділеної санітарно-показної мікрофлори м'яса. Наведено вплив електроактивованої води на мікробіологічні показники фаршів з яловичини та свинини у процесі його зберігання.

The article gives the results of studies of the impact the electrically activated water has on microbiological attributes of meat. A comparative analysis of the impact of electrolysis on microbiological attributes of drinking water is conducted. The paper determines the impact of the electrically activated water fractions on the development of the selected sanitary indicator microorganisms in the meat, the presence of which is not allowed in food production. The article gives the results of the studies of the impact the electrically activated water fractions and their ratio have on microbiological attributes of minced beef and pork during storage.

Ключові слова: електроактивована вода, католіт, аноліт, електроліз, санітарно-показна мікрофлора, м'ясо, яловичина, свинина.

Вступ. Проблема якості питної води зачіпає дуже багато сторін життя людського суспільства протягом всієї історії його існування. В даний час питна вода — це проблема соціальна, політична, медична, географічна, а також інженерна та економічна. Питна вода — вода, яка відповідає за своєю якістю у природному стані або після обробки (очищення, знезараження) встановленим нормативним вимогам та призначена для питних і побутових потреб людини або для виробництва харчової продукції [1]. На сьогодні існує безліч альтернативних способів очищення та підготовки води. Одним з таких способів є електроактивація води.

Постановка проблеми. Якість питної води, яка використовується у технологічних цілях при виготовленні м'ясних продуктів, суттєво впливає на якість готових продуктів та на їх строки зберігання. Підвищений рівень мікроорганізмів у воді, яка використовується на підприємствах м'ясопереробної галузі, спричиняє додаткову контамінацію м'яса та м'ясних продуктів мікроорганізмами, знижуючи їх якість і безпечність для споживача [1—3].

Очищення води на підприємствах проводять за допомогою фільтрів, різноманітних за складом і видом абсорбуючих речовин, конструкцією та інше. На сьогоднішній день для знезараження питної води в Одесі використовують хлорвмістні реагенти. Такий спосіб дає позитивний результат, але хлор у підвищених концентраціях негативно впливає на організм людини [2—4].

Не менш значуща проблема харчових виробництв — це наявність патогенної мікрофлори на поверхні сировини та матеріалів, які використовуються у виготовленні продуктів харчування. Наявність такої мікрофлори у продуктах харчування не допускається вимогами санітарно-епідеміологічної станції, бо може призвести до тяжких захворювань споживачів. Так, наприклад, при потрапленні в організм людини, *Salmonella* поселяється у тонкому кишківнику і колонізує стінку кишки, виділяючи токсин. Дія токсину обумовлена втратою води через кишківник, порушенні тонусу судин, ураженні нервової системи. Сальмонельоз проявляється у наступних симптомах: підвищення температури тіла, загальна слабкість, головний біль, нудота, болі у животі, постійна діарея. При тяжкому протіканні хвороби спостерігається

зневоднення, збільшення печінки та селезінки, у деяких випадках можливий розвиток печінкової недостатності. Сальмонельоз потребує ретельного лікування терміном від 10 днів [5—8].

У разі потрапляння кишкової палички в організм людини з їжею, виникає тяжке отруєння організму. Воно супроводжується наступними симптомами: нудота, судороги шлунку і болі у животі, діарея з виділенням крові. *Escherichia coli* стійка до заморожування та короткочасного нагріву [5—8].

Літературний огляд. Отримання електроактивованої води є результатом електролізу. Процес електролізу базується на перенесенні іонів води через напівпроникну мембрану, вміщену в розчин електроліту, при створенні в рідині різниці потенціалів по обидві сторони від цієї мембрани. Шляхом відповідного вибору типу мембрани і різниці потенціалів обсяг води між електродами піддається впливу електричного поля високої напруги і через воду протікає електричний струм. При цьому перенесення електронів у воду біля катоду, також як і видалення електронів з води біля аноду супроводжується низкою електрохімічних реакцій на поверхнях аноду та катоду в результаті яких утворюються нові речовини, змінюється система міжмолекулярних взаємодій, у тому числі і структура води як розчинника [9—11].

Окрім очищення води під час електроактивації відбувається її розділення на лужну та кислу фракції (католіт — рН=10...11, аноліт — рН=2...3). Кожна з цих фракцій має унікальні властивості. Очевидно, основним чинником реалізації біологічної дії цих розчинів є їх окислювально-відновний потенціал (ОВП). Католіт (негативний ОВП), насичений відновниками, володіє високою адсорбційно-хімічною активністю, а аноліт (позитивний ОВП), що включає високоактивні окиснювачі володіє вираженими біоцидними властивостями. На думку Сумарукова Р. В. в живих системах в тканинних рідинах існує стаціонарний ОВП, який відбиває співвідношення сумарних концентрацій окислених і відновлених форм і служить мірою тенденції системи ставати окисленою або відновленою [9, 10, 12].

Анодно-активована вода (аноліт) характеризується електронно-акцепторними властивостями, має біоцидною активністю, стимулює біологічне окислення, сприяє непрямій електрохімічній детоксикації організму шляхом окисного гідроксилування токсинів і шлаків гідрофобної природи [9].

Для аноліту найбільш важливим є протимікробний ефект, який посилюється на 30...100 % при нагріванні до 40 °С. З порівняльною оцінкою дії аноліта і інших антисептиків, де добре видно його переваги, можна познайомитися в роботах Бахіра В. М. В них детально описано виражену зміну форми і розмірів мікроорганізмів та грибів [10, 11].

Цей розчин здатний знищити різноманітні віруси, бактерії, гриби та інші мікроорганізми. Аноліт володіє хорошими бактерицидними і протигрибковими властивостями. Цей розчин можна і потрібно застосовувати для дезінфекції в місцях знаходження та скупчення людей і тварин. Аноліт абсолютно безпечний, екологічно чистий і повністю біорозкладається [11—13].

Результати досліджень. Метою дослідження є покращення мікробіологічних показників м'яса шляхом використання електроактивованої води.

Згідно до мети вирішувались наступні задачі:

- дослідити вплив процесу електролізу питної води на її мікробіологічні показники;
- визначити вплив фракцій електроактивованої води на розвиток виділеної санітарно-показної мікрофлори;
- дослідити вплив електроактивованої води на мікробіологічний стан м'ясного фаршу.

Мікробіологічні показники електроактивованої та питної води. Згідно з літературними даними, вода під час уніполярної обробки в електроактиваторі знезаражується, руйнуються мікробні токсини. На підставі цих даних був проведений мікробіологічний аналіз питної та електроактивованої води згідно з показниками, які регламентуються у ДСанПіН „Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання”.

Повного знезараження води під час електролізу не відбулося, але відзначено суттєве зниження кількості колоній утворюючих організмів. Показник мікробіологічного забруднення питної водопровідної води становив 480 КОУ/г. Згідно з нормативом на якість питної води ДСанПіН загальне бактеріальне забруднення питної води суттєво перевищує допустимий рівень. Кількість колоній у католіті під час електролізу знизилась у 20 разів у порівнянні з вихідними значеннями водопровідної води, у аноліті в 53 рази. Отриманий результат свідчить про суттєве знезараження питної водопровідної води під час приготування фракцій електроактивованої води. Це дає змогу покращити мікробіологічний стан м'ясних продуктів за рахунок зниження контамінації м'яса мікроорганізмами, які присутні у питній водопровідній воді. Результати дослідження представлені у табл. 1.

Таблиця 1 — Показники мікробіологічного аналізу питної та електроактивованої води

Найменування показників	ДСанПіН	Католіт	Аноліт	Водопровідна вода
Загальне мікробне число (ЗМЧ), КУО/см ³	Не більше 100	24	9	480
Число бактерій групи кишкових паличок (індекс БГКП), КУО/дм ³	Не більше 3	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Число термостабільних кишкових паличок (індекс ФК), КУО/100см ³	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Число патогенних мікроорганізмів, КУО/дм ³	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Бактерицидна дія електроактивованої води. В літературі існують відомості про бактерицидну дію аноліту та використання його у якості знезаражуючої речовини для обробки устаткування на харчових підприємствах. Грунтуючись на цій інформації було проведено дослідження бактерицидної дії фракцій електроактивованої води на такі виділені мікроорганізми як *Escherichia coli* та *Salmonella*. Цими мікроорганізмами може бути забруднена поверхня туш забійних тварин при їх зберіганні та транспортуванні. Щоб уникнути загрози захворювання на сальмонельоз та отруєння кишковою паличкою необхідно запобігати потраплянню бактерій у продукти харчування.

Визначення бактерицидних властивостей електроактивованої води проводили у спеціалізованій лабораторії мікробіологічного аналізу на кафедрі біохімії, мікробіології та фізіології харчування Одеської національної академії харчових технологій. Для проведення дослідження були виділені чисті культури *Escherichia coli* та *Salmonella* і оброблені фракціями електроактивованої води, для порівняння в контрольному зразку використовували стерильну питну водопровідну воду. Результати дослідження представлені у табл. 2.

Таблиця 2 — Вплив електроактивованої води на розвиток мікроорганізмів

Культура	Аноліт, КУО/г	Католіт, КУО/г	Водопровідна вода, КУО/г
<i>Salmonella</i>	$54 \cdot 10^3$	$800 \cdot 10^3$	$2000 \cdot 10^3$
<i>Escherichia coli</i>	$200 \cdot 10^5$	$240 \cdot 10^5$	$260 \cdot 10^5$

Отримані результати дослідження свідчать про суттєве зниження кількості бактерій сальмонели в присутності аноліту у 37 разів. Дія католіту також є позитивною, відбулося зниження росту *Salmonella* у 2,5 рази. *E. coli* виявилась більш стійкою до дії фракцій електроактивованої води. Але зменшення росту під дією аноліту відбулося на 23 %, під дією католіту — майже на 8 %.

Ефект пригнічення розвитку досліджуваних культур мікроорганізмів відзначено як в аноліті, так і в католіті. Бактерицидна дія аноліту проявляється за рахунок низького рівня рН, який сягає рівня 2,6 одиниць. Мінімальні значення рН для розвитку *Salmonella* від 4,4 одиниць, а для *Escherichia coli* від 4,0. Отримані дані свідчать про те, що *Salmonella* більш чутлива до зміни рН середовища ніж *Escherichia coli*. Також можна зробити висновок, що дія католіту була менш інтенсивна, хоча його рН сягав 11,2 одиниць.

Вплив електроактивованої води на мікробіологічні показники фаршу. У зв'язку з наявними даними бактерицидної дії електроактивованої води було проведено мікробіологічний аналіз зразків фаршу з яловичини та свинини. Дослідження зразків проводили згідно з ГОСТ 21237-75 „М'ясо. Методи бактеріологічного аналізу„. На першому етапі дослідження визначали кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів у зразках подрібненого м'яса із яловичини та свинини у процесі зберігання. Результати досліджень представлені у вигляді графіків на рис. 1 і 2.

Аналіз графіків свідчить, що внесення електроактивованої води у зразки подрібненого м'яса суттєво знижує початкове значення мікробіологічного стану дослідних зразків. При внесенні бінарної суміші 10/90 пригнічує мікрофлору зразків у 3 рази. Із зростанням долі католіту в бінарній суміші ефект пригнічення зменшується, але навіть при частці католіту 90 % до аноліту 10 % кількість мікроорганізмів менша на 35 %, у порівнянні з контрольним зразком. При зберіганні контрольного зразка протягом 6 діб кількість мікроорганізмів збільшилась у 4 рази. У зразку з бінарною сумішю 10/90 через 6 діб кількість колоній утворюючих одиниць збільшилась у 3 рази від початкової, і лише у 2 рази від початкового контрольного зразка. Що стосується інших зразків, то зі збільшенням частини католіту кількість мікроорганізмів збільшувалась, але навіть через 6 діб зберігання цей показник не перевищував нормативного значення

1×10^5 КУО/г. Результат дослідження вказує на знижений рівень контамінації м'яса з електроактивованою водою у порівнянні з водопровідною. Також внесення бінарних сумішей дозволяє знизити початковий рівень мікробіологічного забруднення зразків за рахунок зміни рН середовища.

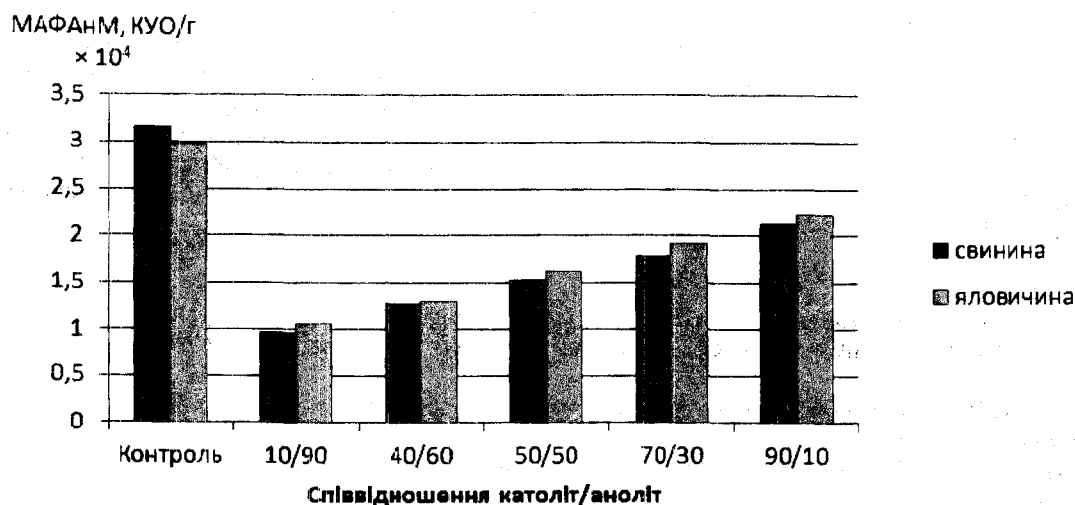


Рис. 1 — Вплив електроактивованої води на кількість МАФАНМ яловичини та свинини без зберігання

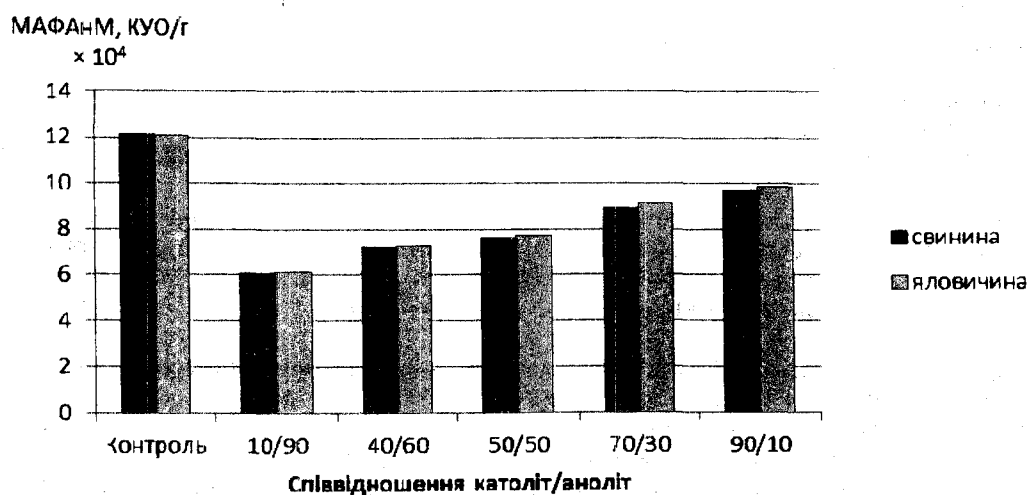


Рис. 2 — Вплив електроактивованої води на кількість МАФАНМ яловичини та свинини через 6 днів зберігання

Отримані результати підтверджують ефективність використання електроактивованої води для покращення мікробіологічного стану м'яса у ході зберігання при температурі $+4$ °С.

Визначення санітарно-показних мікроорганізмів, які регламентуються за нормативною документацією, показало, що протягом 6 днів зберігання не було виявлено: *Salmonella*, *P. vulgaris*, *St. aureus*, сульфитредукуючих анаеробів у всіх дослідних зразках.

Апробація результатів досліджень. При визначенні впливу процесу електролізу на мікробіологічний стан питної водопровідної води відзначено, що значна кількість мікроорганізмів присутніх в ній гине. Цей ефект вказує на практичну доцільність використання електроактивованої води у виробництві харчових продуктів для зниження їх контамінації мікроорганізмами, які знаходяться у питній воді. Також, завдяки аномальним властивостям фракцій електроактивованої води та їх рівням рН, можливе зниження ризику розвитку таких мікроорганізмів як *Salmonella* та *E. coli*. Це дає можливість підвищити безпечність продуктів для споживача. Використання електроактивованої води у виробництві м'ясних про-

дуктів покращує їх мікробіологічні показники. Як показали результати досліджень, такий ефект дозволяє подовжити строки зберігання готових виробів без використання консервантів.

Висновки. За результатами досліджень було виявлено, що повного знезараження води під час електролізу не відбулося, але відзначено суттєве зниження кількості колоній утворюючих організмів, а саме у катоді кількість мікроорганізмів знизилась у 20 разів, у аноді — у 53 рази. Це дає змогу покращити мікробіологічний стан м'ясних продуктів за рахунок зниження контамінації м'яса мікроорганізмами, які присутні у питній водопровідній воді. Ефект пригнічення розвитку досліджуваних культур мікроорганізмів (*E. coli*, *Salmonella*) відзначено як в аноді, так і в катоді. Кількість колоній *Salmonella* у присутності анодиту знизилась у 37 разів, у присутності катодиту — у 2,5 рази. Було відзначено, що внесення електроактивованої води у фарш у 3 рази знижує початкове значення мікробіологічного стану зразків. Результати досліджень проявляють позитивну дію на мікробіологічний стан м'яса, що дає змогу подовжити його строки зберігання.

Література

1. Першегуба, Я. Стан питної води в Україні [Електронний ресурс]: [Веб-сайт] / Режим доступу: http://www.labprice.ua/naukovo-populyarni_statti/stan_pitnoi_vodi_v_ukraini – 10.09.2015. – Назва з екрану.
2. Тимочко, Т. В. Всеукраїнська екологічна ліга об улучшенні питьевого водоснабжения и охроне вод в Украине [Текст] / Т. В. Тимочко // Екологічний вісник. – 2009. – № 2. – С. 27–29.
3. Гончарук, В. В. SOS: питьевая вода [Текст] / В. В. Гончарук // Химия и технология воды. – 2010. – Т. 32, № 5. – С. 463–512.
4. Вред хлорированной воды [Електронний ресурс]: [Веб-сайт] / Режим доступу: <http://www.watermap.ru/articles/vred-hlorirovannoj-vody> – 10.09.2015. – Заглавие с экрана.
5. Горелов, А. В. Сравнительная эффективность различных методов терапии кандидозного дисбактериоза [Текст] / А. В. Горелов, С. В. Николаева // Вопросы современной педиатрии. – 2009. – Т. 8, № 6. – С. 22–26.
6. Magnusson, K. E. Surface charge and hydrophobicity of *Salmonella*, *E. coli*, *Gonococci* in relation to their tendency to associate with animal cells [Text] / K. E. Magnusson et al // Scandinavian journal of infectious diseases. Supplementum. – 1979. – С. 135–140.
7. Franz, E. Ecology of *E. coli* O157: H7 and *Salmonella enterica* in the primary vegetable production chain [Text] / E. Franz, A. H. C. Van Bruggen // Critical reviews in microbiology. – 2008. – Vol. 34, Issue 3–4. – С. 143–161.
8. Hopkins, K. L. Mechanisms of quinolone resistance in *Escherichia coli* and *Salmonella*: recent developments [Text] / K. L. Hopkins, R. H. Davies, E. J. Threlfall // International journal of antimicrobial agents. – 2005. – Vol. 25, Issue 5. – С. 358–373.
9. Гончарук, В. В. Наука о воде [Текст]: монографія / В. В. Гончарук. — К. :Наукова думка, 2010. — 511 с.
10. Ашбах, Д. С. "Живая" и "мертвая" вода — новейшее лекарство современности [Текст] / Д. С. Ашбах. — СПб. : Питер, 2008. — 160 с.
11. Хацуков, С. М. Исследование свойств электроактивированной воды [Текст] / С. М. Хацуков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – №. 3. – С. 14–15.
12. Aider, M. Electro-activated aqueous solutions: theory and application in the food industry and biotechnology [Text] / M. Aider et al. // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2012. – Vol. 15. – С. 38–49.
13. Gnatko, E. N. Emergence of the science and technology of electroactivated aqueous solutions: applications for environmental and food safety [Text] / E. N. Gnatko, V. I. Kravets, E. V. Leschenko, A. Omelchenko. – NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, 2011. – P. 101–116. doi: 10.1007/978-94-007-1235-5_8

УДК 637.5.033:[621.798.18:543.544.743]

ВИКОРИСТАННЯ ПЛІВКОУТВОРЮЮЧИХ ПОКРИТТІВ В М'ЯСНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Кишеня А. В., аспірант

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Їстівні плівкоутворюючі покриття можуть покращити якість свіжого, замороженого або обробленого м'яса, птиці та морепродуктів, затримуючи втрату вологи, знижуючи окиснення жирів і запобігаючи знебарвленню, покращити зовнішній вигляд продукту в упаковці для роздрібного продажу, усуваючи висихання продукту, виступати в якості носіїв харчових добавок, таких як антимікробні агенти, антиоксиданти, а також функціональні добавки різного призначення.

The edible film forming casings can improve the quality of fresh, frozen or processed meat, poultry and seafood, delaying moisture loss, reducing fat oxidation and preventing products discoloration, thus they improve the appearance of products packaged for retail sale, preventing the product from drying and generally acting as the food additives carriers that include antimicrobial agents, antioxidants and functional additives for various purposes.

Ключові слова: плівкоутворюючі покриття, полісахариди, білки, ліпіди.

Їстівні покриття з полісахаридів, білків і ліпідів можуть продовжити термін придатності продуктів, виконуючи функції захисного бар'єру. Хоча використання їстівних покриттів та плівок для збереження якості харчових продуктів не є новою концепцією, дослідження в цій області лишаються актуальними.

За останнє десятиліття у галузі виробництва пакувальних матеріалів відбулися суттєві зміни: проведена велика кількість наукових досліджень, розроблені нові види матеріалів а також методи пакування. До сучасної упаковки висуваються нові, більш жорсткі та водночас адекватні вимоги, вона виконує багато різноманітних функцій:

- зберігає форму та цілісність продукту;
- захищає від впливу зовнішніх факторів (хімічних, біохімічних, фізичних, фізико-хімічних, біологічних, механічних тощо);
- зменшує втрати вологи при зберіганні;
- забезпечує оптимальні для продукту внутрішні умови;
- створює привабливий вигляд;
- надає можливість зменшити кількість консервантів при виробництві [1—4, 15—17].

Фактори, що сприяють поновленню інтересу розвитку їстівних покриттів включають: споживчого попиту на високу якість продукції; потреби підприємств харчової промисловості в нових пакувальних матеріалах; екологічні проблеми утилізації.

Плівкоутворюючі покриття поділяються на 3 основні групи:

- 1) на основі ліпідів;
- 2) на основі полісахаридів;
- 3) на основі білків.

Покриття на основі ліпідів. Покриття на основі жирів, відомі як "larding", використовували ще в 16 столітті в Англії. Воски (наприклад карнаубський віск, бджолиний віск, парафін) і масла (мінеральне масло, олія), комерційно використовувалися з 1930-х років в якості захисних покриттів для свіжих фруктів і овочів. У 1950 р кілька м'ясних підприємств в США застосовували покриття, що виготовлялись на основі масла і мікрокристалічного воску, на заморожене м'ясо.

Як правило, покриття на основі воску, мають найменший коефіцієнт паропроникності та стійкі до вологи, ніж інші їстівні покриття. Тим не менш, покриття на основі воску, жирів та масел мають ряд серйозних недоліків: неоднорідний шар нанесення, розтріскування в процесі зберігання, погіршення органолептичних показників продукту.

Харчові покриття на основі воску, мінеральних масел, кукурудзяної олії, свинячого сала використовують в процесі переробки птиці, та для подальшого її зберігання. Мінеральне масло і віск зменшують втрати вологи із замороженого м'яса птиці більше, ніж кукурудзяна олія або сало. Під час зберігання свіжозрізаних шматків м'яса при $t=2...4\text{ }^{\circ}\text{C}$, де в якості покриття використовувався жир, відзначалось довше збереження кольору та менші втрати вологи. Для зберігання м'яса при заморожуванні використовують водно-жирову емульсію з додаванням емульгаторів, яка захищає продукт від втрати вологи. Суттєве зменшення поглинання вологи під час зберігання ліофілизованого м'яса отримують шляхом викорис-

тання покриття на основі жиру (яловичий, свинячий), який розпилюється на поверхню продукту при $t=52...79\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ці покриття складаються з жиру, тригліцериду молочної кислоти, жирних кислот (наприклад, гліцерин лакто-пальмітат) і рослинної олії.

Використання насичених жирних спиртів або жирних кислот як захисних покриттів для контролю втрати вологи в охолодженому або замороженому м'ясі були запропоновані Андерсоном (Бранденбург та ін., 2003). Ці покриття наносили на м'ясо до холодильної обробки у вигляді водно-жирової емульсії, жирних спиртів або жирних кислот $t=50...90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Як повідомлялося, кращі результати були отримані: в замороженому м'ясі, коли м'ясо спочатку покрили шаром льоду, а після жировою плівкою; в охолодженому — коли використовується додатково водно-гліцериновий розчин. Стверджувалося, що проміжний гідрофільний шар льоду або водно-гліцериновий, утворений між плівкою і поверхнею м'яса, привертає полярними групами плівкоутворюючого матеріалу його гідрофобні вуглецеві ланцюги. У результаті молекули жиру вирівнюються і як наслідок зменшується втрата вологи [6, 7].

Покриття на основі полісахаридів. Формування плівки і властивості декількох полісахаридних матеріалів, таких як крохмаль і похідні крохмалю, альгінати, похідні целюлози, карагенан, різних рослинних і мікробних камедей, хітозан і пектин були нещодавно розглянуті [18]. Загалом, через їх гідрофільну природу, полісахаридні плівки зазвичай мають високий коефіцієнт паропроникності. Тим не менш, деякі полісахариди в комплексі з іншими гідроколоїдами, можуть сповільнити втрату вологи з продуктів. Розрізняють крохмаль і похідні крохмалю, альгінати, карагенан, ефіри целюлози.

Крохмаль і похідні крохмалю. Амілоза, являє собою лінійний полімер α -D-глюкози та є складовою крохмалю, як відомо, утворює когерентні, відносно міцні плівки на відміну від амілопектину, які є крихкими. Прозорі, маслонепроникні плівки, мають дуже низьку проникність кисню.

Гідроксіпропільні похідні крохмалю з високим вмістом амілози утворюють плівки з низькою вологоутримуючою здатністю але з істотними бар'єром для кисню, гнучкі, прозорі, стійкі до впливу жирів. Такі плівкоутворюючі покриття можуть захистити м'ясну продукцію під час зберігання в замороженому стані [11—13].

Альгінати — це сімейство бінарних нерозгалужених співполімерів, утворених залишками β -D-маннуранової та α -L-гулуранової кислот, з'єднаних (1→4)-зв'язками. Вони широко розповсюджені у природі в якості структуроутворюючих компонентів бурих морських водоростей (*Phaeophyceae*) та капсульних полісахаридів ґрунтових бактерій. Міжклітинна гелева матриця альгінату надає водоростям механічної міцності та гнучкості. Якщо у водоростей альгінат виконує тільки роль структуроутворюючого компоненту, то у бактерій його призначення не до кінця зрозуміле. Відомо, що синтез альгінату необхідний для утворення цисти у *Azotobacter vinelandii*, у формі цисти клітина покривається декількома шарами полісахаридів, одним із яких є альгінат, що захищає її від механічного ушкодження та висихання. Але це не пояснює синтез позаклітинного альгінату у деяких бактерій.

В залежності від джерела, альгінати мають різний склад, структуру та властивості. Молекули альгінату умовно ділять на блоки: М-блоки (блоки, що складаються тільки з залишків β -D-маннуранової кислоти), Г-блоки (блоки з залишків α -L-гулуранової кислоти), МГ- та ГМ-блоки (складаються із залишків обох кислот у певному порядку). Відомо, що чим більше Г-блоків у ланцюгу альгінату, тим міцніша структура гелю, що утворюється. Шляхом кислотного гідролізу з подальшим фракціонуванням з альгінату можна виділити Г-блоки, які при змішуванні зі звичайним альгінатом дають міцніші гелі, змінюються також кінетика гелеутворення та властивості удаваної рівноваги [4, 8, 9]. Загалом, найбільша кількість α -L-гулуранової кислоти і, як слідство, Г-блоків міститься в альгінаті з водорості *Laminaria hyperborea*, вона і використовується в якості основної сировини для виробництва альгінатів. Також в якості джерела альгінатів можна використовувати *Azotobacter vinelandii* [5], хоча зараз це є менш економічно обґрунтованим напрямком виробництва.

Завдяки унікальній властивості альгінатних гелей ставати твердими при охолодженні, основний напрямок застосування альгінатів пов'язаний саме з їх гелеподібним станом. Гелеутворення альгінатів майже не залежить від температури, однак кінетика цього процесу може бути модифікована при зміні температури.

Існує два основних методи утворення альгінатних гелей: дифузне та внутрішнє гелеутворення.

Метод дифузного гелеутворення характеризується дифузцією зшиваючого іона (наприклад Ca^{2+}) у розчин альгінату із зовнішнього резервуару. Іони кальцію частково виміщують іони натрію та утворюють так звані кальцієві містки між молекулами альгінату. За рахунок цього збільшується розмір колоїдної частинки (міцели), підвищується в'язкість та утворюються зв'язки з іншими часточками — тобто утворюється гелева структура (матриця). У випадку дифузного гелеутворення відбувається перерозподіл альгінату у гелевих часточках, при цьому максимальна його концентрація спостерігається на поверхні частки.

Внутрішнє гелеутворення характеризується тим, що "зшивання" молекул альгінату відбувається завдяки поступовому приєднанню зшиваючих іонів із слабorozчинного джерела. В якості джерела зшива-

ючих іонів використовують карбонат кальцію (CaCO_3), сульфат кальцію (CaSO_4) або хелатні агенти (етилендіамінтетраацетат кальцію, цитрат кальцію тощо). Вивільнення іонів кальцію та кінетику цього процесу контролюють зміною водневого показника (рН).

Таким чином, альгірати, поряд з іншими гідроколідами, є досить підходящим матеріалом, який можна використовувати для захисту продукції, а саме у якості плівкоутворюючого матеріалу. Вони є гігієнічно та екологічно безпечними, окрім того, вони мають здатність зв'язувати та виводити важкі метали, радіонукліди та деякі токсичні речовини з організму людини, очищують травну систему, що також є їх позитивною характеристикою. При цьому всьому відсутні дані щодо можливості застосування альгіратів у якості плівкоутворюючого матеріалу для захисту та подовження строку зберігання м'яса.

Плівки отримані з альгірату непроникні для жирів, як і інші гідрофільні полісахариди, мають високу водо- і паропроникність, прозорі, крихкі.

Карагенан. Лінійний біо-полімер, побудований із солей сірчаноокислотних ефірів галактози таангідрогалактози, які з'єднано між собою $\alpha(1-3)$ та $\beta(1-4)$ зв'язками. Карагенан, добувається з моху червоних водоростей. Гелеутворення карагенану відбувається при наявності одновалентних і двовалентних катіонів. Використання каррагинанових покриттів для продовження терміну зберігання заморожених жирних сортів риби, було запропоновано [19].

Філе скумбрії покрите водним розчином карагенану перед заморожуванням, яке зберігалось при мінус 18°C не зазнавало серйозних органолептичних змін протягом 5 місяців, у той час як без покриття зміни були виявлені через 3 місяці. Затримка псування, до восьмого місяця зберігання, була відмічена, коли до покриття з карагенану було додано антиоксиданти (аскорбінова та галова кислоти). Для покриття м'яса на основі карагенану, у якості антиоксиданту, застосовується лецитин. Літературні дані свідчать про можливість використання карагенану, у якості плівкоутворюючого покриття, для подовження строків зберігання м'яса птиці з 120 годин до 192.

Ефіри целюлози. Целюлоза, структурний полісахарид, складається з одиниць D-глюкози, пов'язаних через 1,4 глікозидні зв'язки. Целюлоза являє собою кристалічний розчинний у холодній воді високомолекулярний полімер. Ефіри целюлози — це полімерні речовини, отримані шляхом часткового заміщення гідроксильних груп в целюлозі. Метилцелюлоза (МЦ), гідроксипропилцелюлоза (ГПЦ), гідроксипропілметилцелюлоза (ГПМЦ) і карбоксиметилцелюлоза (КМЦ), є ефіри розчинні в воді, що володіють хорошими плівкоутворюючими властивостями. Збільшення гідрофобності ефірів целюлози має наступний порядок ГПС <МЦ<ГПМЦ <КМЦ.

Плівка отримана на основі ефірів целюлози володіє низькою паро- і киснепроникністю, прозора, міцна, стійка до жирів.

Покриття на основі білків. Останнім часом приділяють велику увагу створенню покриттів на основі рослинних і тваринних білків. Це пояснюється тим, що, з одного боку, вони виступають в якості харчових волокон, а з іншого — є джерелами харчового білка. Однак через лімітуючий вміст окремих амінокислот перераховані білки не можуть повністю замінити білки м'язової тканини. Унікальні характеристики білків роблять їх чудовими складовими для біополімерної матричної основи у складі їстівних пакувальних плівок і покриттів. Білки створюють досить міцну протеїнову матрицю, розчинні у воді, харчових оліях і жирах, володіють високими вологозв'язуючими, емульгуючими і гелеутворюючими властивостями. Отримані покриття на основі білків їстівні і водонерозчинні, відрізняються високими бар'єрними властивостями (знижують проникність) до O_2 і CO_2 .

Крім колагенових плівок особливої уваги заслуговують покриття на основі молочних білків. На основі казеїнату натрію або кальцію виходять тонкі, водонерозчинні плівки, що володіють високими бар'єрними властивостями, що захищають продукт від механічних, атмосферних та інших несприятливих впливів і здатних зберігати вологість. Казеїн також широко використовують в якості сполучного клею, що застосовують у виробництві харчових упаковок. Їстівні покриття із сироваткових білків і ацетілмоногліцеридів ефективно захищають продукт від підсушування та окиснення жиру [13-15].

Для виготовлення їстівних покриттів часто використовують ізолят соєвого білка (СБІ). Покриття на основі СБІ прозорі і шорсткі, мають високу паропроникність і слабку водостійкість, що істотно знижує можливість їх застосування. Для зниження крихкості покриттів із СБІ їх занурюють в ацетат натрію, промивають солоною водою або вводять до їх складу пластифікатор [5—6, 13—15].

Висновок. Одними із ефективних і поширених засобів захисту, що попереджає контамінацію мікроорганізмами поверхні м'ясних продуктів, є пакувальні засоби та матеріали. Однак посилене використання харчової упаковки із синтетичних полімерних матеріалів викликає у всьому світі серйозну небезпеку, пов'язану, насамперед, із забрудненням навколишнього середовища. Тому в харчовій промисловості підвищену увагу приділяють розробці їстівних плівок та покриттів на основі природних біополімерів. Особливе місце при вирішенні даної проблеми займають питання забезпечення їх мікробіологічної стійкості, які вирішують шляхом введення антимікробних добавок до плівкоутворюючої суміші.

Література

1. Справочник по гидроколлоидам [Текст]: справочное издание / под ред. Г. О. Филиппа, П. А. Вильямса; пер. с англ. под ред. А. А. Кочетковой, Л. А. Сарафановой. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 535 с. : ил.
2. Lide, D. R. CRC Handbook of Chemistry and Physics / D. R. Lide. – CRC Taylor and Francis, 2007. – P. 10–19.
3. Ritala, M. In Handbook of Thin Film Materials. Vol 1 [Text] / M. Ritala, M. Leskelä. – Academic Press, San Diego, CA, 2002. – 103 p.
4. Хамнаева, Н. И. Особенности санитарно-микробиологического контроля сырья и продуктов питания животного происхождения [Текст]: учеб. пос. / Н. И. Хамнаева. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 136 с.
5. Снежко, А. Г. Новые упаковочные наноматериалы и перспективы их использования [Текст] / А. Г. Снежко, А. В. Федотова, Е. А. Евстафьева // Мясная индустрия. – 2008. – № 8. – С. 20–21.
6. Михеева, Н. В. Современные средства защиты поверхности в биотехнологии мясных продуктов [Текст]: матер. Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Живые системы и биологическая безопасность населения» / Н. В. Михеева, Л. С. Кузнецова // МГУПБ – М.: МГУПБ, – 2005. – С. 159–161.
7. Pérez-Gago, M. B. Protein-Based Films and Coatings Gennadios [Text] / M. B. Pérez-Gago, J. M. Krochta. – CRC Press, Boca Raton, FL, 2002. – P. 159–180. doi: 10.1201/9781420031980
8. Krochta, J. M. Protein-based Films and Coatings Gennadios [Text] / J. M. Krochta. – CRC Press, 2002. – P. 1–41.
9. Callegarin, F. Lipids and biopackaging [Text] / F. Callegarin, J.-A. Quezada Gallo, F. Debeaufort, A. Voilley // J. Amer. Oil Chem. Soc. – 1997. – Vol. 74, Issue 10. – P. 1183–1192.
10. Guillard, V. Effect of temperature on moisture barrier efficiency of monoglyceride edible films in cereal-based composite food [Text] / V. Guillard, B. Broyard, C. Bonazzi [et al] // Cereal Chem. – 2004. – Vol. 81, Issue 6. – P. 767–771.
11. Habig, T. Milk-Protein-Based Edible Films [Text] / T. Habig, Mc. Hugh, J. MKruchja / Food technology. – 1994. – Vol. 48, Issue 1. – С. 97–103.
12. Steinca, I. The influence of biological factors on properties of some traditional and new polymers used for fermented food packaging [Text] / I. Steinca, M. Morawska, M. Rutkowska, A. KukuLowicz // J. Food. – 2006. – Vol. 44, Issue 4. – P. 771–775.
13. Wong Dominic, W. S. Calcium alginate films: thermal properties and permeability to sorbate and ascorbate [Text] / W. S. Wong Dominic, S. Grdgorski Kay, A. E. Pavlah // J. Food Sci. – 1996. – Vol. 61, Issue 2. – P. 337–341.
14. Лисицын, А. Б. Применение лактата натрия в мясной промышленности [Текст] / А. Б. Лисицын, А. А. Семенова, В. В. Насонова // Мясная индустрия. – 2005. – № 6. – С. 16–18.
15. Фетодова, О. Б. «Активная упаковка» из полимерных материалов [Текст] / О. Б. Фетодова, Д. М. Мяленко, А. В. Шалаева // Пищевая промышленность. – 2010. – № 1. – С. 22–23.
16. Динзбург, Л. И. Защитные пищевые покрытия [Текст] / Л. И. Динзбург // Мясные технологии. – 2008. – № 1. – С. 44–47.
17. Патент RU 2289931 РФ. A23B4/10 Состав для покрытия мяса и мясных продуктов [Текст] / Е. А. Евстафьева, П. М. Голованова, Е. И. Украинская, О. А. Сорокина, В. А. Зинов – заявитель и собственник патента ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В. М. Горбатова Россельхозакадемии (RU) – № 2005114956/13; заявл. 18. 02. 2005 опубл. 27. 12. 2006.
18. Nisperos-Carriedo, M. O. Edible coatings and films based on polysaccharides / J. M. Krochta, E. A. Baldwin, M. O. Nisperos-Carriedo (Eds.) – Lancaster, PA: Technomic Publishing Company, 1994. – ch. 11 – P. 305 – 335.
19. Stoloff, L. Rationales for the establishment of limits and regulations for mycotoxins / L. Stoloff, H. P. Egmond; D. L. Park // Food Addit Contam. – 1991. – № 8(2) – p. 222–233.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ ШИНКИ З М'ЯСА ПТИЦІ, ВИГОТОВЛЕНОЇ АТЕРМІЧНИМ ОБРОБЛЕННЯМ

Віннікова Л. Г., д-р. техн. наук, професор, Шлапак Г. В., канд. техн. наук, доцент,
Прокопенко І. О., аспірант, Глушков О. А., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У роботі вивчено вплив оброблення високим гідростатичним тиском на термін зберігання «Шинки з білого м'яса». Особливістю нового продукту є відсутність в рецептурі нітриту натрію, використання натуральних інгредієнтів замість комбі-домішок. Для виробництва шинки з м'яса птиці замість традиційного теплового застосували атермічне оброблення високим тиском. Досліджено зміни органолептичних, мікробіологічних, фізико-хімічних показників та встановлено термін зберігання шинки, при якому продукт відповідає показникам якості згідно нормативної документації.

This paper studies the effect of high hydrostatic pressure processing for shelf life of "Ham of white meat". The feature of the new product is the lack of sodium nitrite in the recipe, usage of natural ingredients instead of combi-impurities. Athermic high pressure treatment was applied for production of poultry meat ham instead of traditional heat treatment. The present work investigates changes of organoleptic, microbiological, physical and chemical parameters and sets the shelf life of ham, wherein the product meets the quality indicators according to regulatory documents.

Ключові слова: шинка з м'яса птиці, високий гідростатичний тиск, атермічне оброблення.

Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями. Останнім часом спостерігається збільшення інтересу споживача до делікатесної групи м'ясопродуктів, у тому числі шинці — м'ясного виробу, що виготовляється з просоленого і прокопченого м'яса. Шинку прийнято класифікувати, виходячи з використаної при її виготовленні технології. Нині розрізняють варену, варено-копчену, сирокочену, копчено-запечену і сиров'ялену шинку. Для виробництва цього продукту рекомендовано використовувати м'ясо з мінімальним вмістом сполучних і м'язових тканин [1].

Терміни зберігання шинки помітно різняться, залежно від технології виробництва, використаних інгредієнтів, типу оболонки і якості упаковки. Оптимальною температурою для зберігання цього м'ясного делікатесу є 0...6 °С. В таких умовах і за відсутності ушкоджень оболонки він може зберегти усі свої первинні органолептичні якості впродовж 5...15 днів [2].

Використання високого гідростатичного тиску (ВГТ) в харчовій промисловості отримало останніми роками велику популярність в усіх розвинених країнах. Основним завданням технології обробки ВГТ є отримання безпечних продуктів із специфічним смаком і текстурою зі збереженням амінокислотного, жирнокислотного, вітамінного складів в нативному стані з тривалим терміном зберігання [3].

Застосування тиску в технології продуктів з м'яса птиці дозволяє інтенсифікувати ряд процесів: термообробку, соління, формування та ін. [4]. Обробка ВГТ призводить до денатурації м'язових білків. Використання тиску заслуговує на увагу у зв'язку із скороченням тривалості обробки м'яса птиці, отже, відбувається зниження витрат на енергію при виробництві.

У попередніх дослідженнях нами було встановлено раціональні режими обробки високим тиском сировини для досягнення кулінарної готовності [5]. Для виробництва продукції атермічним способом рекомендовано застосовувати тиск 700 МПа, тривалість обробки 30-60¹ с за температури 18±2 °С. Таке оброблення забезпечує кулінарну готовність, мікробіологічну безпеку, високі органолептичні показники м'яса птиці, а також зниження втрат маси при технологічній обробці [6].

На підставі отриманих оптимальних параметрів атермічного оброблення, удосконалили технологію виробу з м'яса птиці. За основу виробництва узяли технологію виробництва продукту «Шинка з білого м'яса», яку виробляють з грудних м'язів курей згідно ТІ У 15.1-30183590.007—2003.

Основною сировиною при виробництві шинки є філе курчат-бройлерів в охолодженому стані. Враховуючи, що останнім часом інтерес науки і промисловості викликає використання екологічно безпечної рослинної сировини при виробництві харчових продуктів, прийнято рішення використати в рецептурі нового продукту тільки натуральні інгредієнти (табл. 1).

Особливістю розробленої рецептури є відсутність нітриту натрію, який додають у квасні вироби для формування кольору [7], а також для інгібування окислювальних і мікробіологічних процесів м'ясних продуктів. Для продуктів з білого м'яса птиці питання про формування кольору гостро не стоїть, а

запобігти окислювальному псуванню жирів, подавити мікрофлору можна шляхом дії на сировину високого тиску.

Таблиця 1 — Удосконалена рецептура «Шинки з білого м'яса»

Найменування сировини	Витрата сировини
Сировина несолонна, кг (на 100 кг)	
М'ясо курей, курчат-бройлерів кускове	100
Разом	100
Прянощі і матеріали, г (на 100 кг несолоної сировини)	
Сіль кухонна харчова	2500
Цукор-пісок	300
Перець чорний або білий мелений	100
Перець запашний мелений	45
Горіх мускатний або кардамон	60
Часник свіжий очищений	200
Оболонка	полімерні плівки для вакуумного пакування

Технологічна схема виробництва «Шинки з білого м'яса» альтернативним способом представлена на рис. 1.

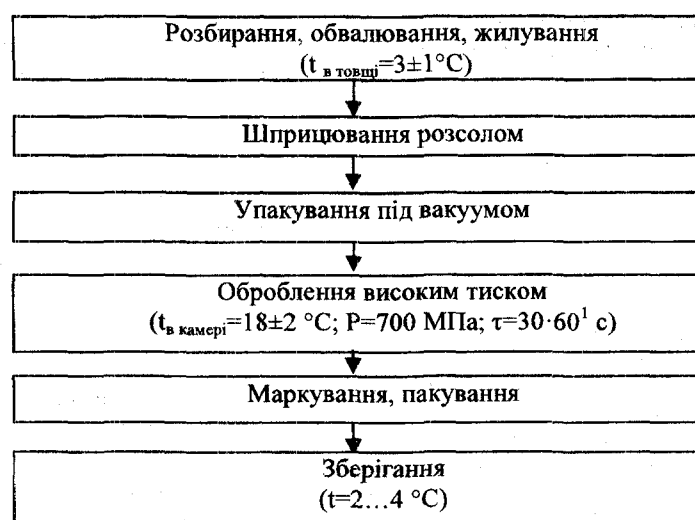


Рис. 1 — Технологічна схема виробництва «Шинки з білого м'яса» за допомогою оброблення ВГТ

Недоліком традиційної технології є тривалість термічної обробки, яка складає близько 1,5 годин, а також відхилення від органолептичних показників (наявність бульйонно-жирових набряків, стікання і застигання бульйонно-жирової суміші, неоднорідність фаршу, погіршення смаку), обмежений термін зберігання (не більше 5 діб при 0...4 °C) і використання в рецептурі ненатуральних комбі-домішок.

Технологічний процес виробництва «Шинки з білого м'яса» шляхом застосування ВГТ має ряд відмінних операцій від традиційних, вказаних в інструкції з виробництва шинки з м'яса птиці.

Підготовку сировини, прянощів і матеріалів проводять відомими способами. М'ясо птиці, отримане після оброблення, зважують і шприцюють розсоллом у кількості 10...15 % до маси сировини. Після чого його змішують з прянощами і упаковують під вакуумом. Приготування шинки атермічним способом проводять в камері установки високого тиску при наступних режимах: тиск (P) — 700 МПа, тривалість обробки (τ) — 30-60¹ с, температура в робочій камері (t) — 18±2 °C. Готові продукти відправляють на маркування, пакування, зберігання за стандартних умов і реалізацію.

Застосування високого гідростатичного тиску в технології виробів з м'яса птиці дозволяє інтенсифікувати технологічний процес, поліпшити органолептичні, мікробіологічні, функціонально-технологічні показники готового продукту. В ході досліджень відмічені високі показники харчової і біологічної цінності «Шинки з білого м'яса», отриманої альтернативним тепловій обробці способом.

Зберігання — етап технологічного циклу від випуску готової продукції до споживання населенням, мета якого — забезпечення стабільності початкових властивостей або їх зміна з мінімальними втратами. При зберіганні проявляється одна з найважливіших споживчих властивостей товарів — стійкість, завдяки якій можливе доведення товарів від виробника до споживача незалежно від їх місцезнаходження.

М'ясо і м'ясопродукти в звичайних умовах зберігаються відносно недовго. Найчастіше причинами псування м'яса є мікрофлора (особливо гнильна) і дія ферментів, що містяться в тканинах [2].

Мета даної роботи — визначення терміну зберігання барообробленого продукту «Шинки з білого м'яса», при якому він буде відповідати вимогам нормативної документації.

У роботі вирішувалися такі завдання:

- дослідження змін бактеріологічних показників продукту під час зберігання;
- визначення динаміки зміни органолептичних показників шинки з м'яса птиці;
- вивчення окислювальних змін ліпідів при зберіганні;
- встановлення терміну зберігання «Шинки з білого м'яса», виготовленої атермічним обробленням.

Викладення основного матеріалу. Вирішальний вплив на безпеку, а, отже, якість готових виробів роблять мікробіологічні показники. До вживання може бути допущена тільки та продукція, яка відповідає нормам, встановленим у ДСТУ 4531:2006, згідно з якими загальне мікробне число готового продукту не повинне перевищувати $1 \cdot 10^3$ КУО/1 г, а також не допускається наявність умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів.

У табл. 2 представлена динаміка розвитку мікрофлори в досліджуваних зразках в процесі їх зберігання при температурі $2 \dots 4$ °С і відносній вологості 75 ± 5 %. Контрольним зразком була шинка, виготовлена за традиційною технологією, досліджуваним — продукт, отриманий шляхом атермічного оброблення.

Аналізи проводили у виробничій лабораторії ТДВ «Луганський м'ясокомбінат» за стандартною методикою на 5, 10, 15, 20, 25 і 30 добу зберігання.

Таблиця 2 — Зміна кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) під час зберігання

Термін зберігання, дів	Значення КМАФАнМ (КУО/1 г) у зразках	
	контрольний	досліджуваний
5	$7,7 \cdot 10^2$	$1,8 \cdot 10^1$
10	$5,3 \cdot 10^3$	$3,5 \cdot 10^1$
15	судільний ріст	$5,6 \cdot 10^1$
20	—	$7,9 \cdot 10^1$
25	—	$9,4 \cdot 10^1$
30	—	$1,6 \cdot 10^2$

Аналіз якісного і кількісного складу мікрофлори показав, що у зразках продукту «Шинка з білого м'яса», оброблених термічним і атермічним способами під час зберігання умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів не виділено.

При зберіганні впродовж 5 дів контрольний зразок наблизився до граничного значення КМАФАнМ, а на 10 добу не відповідав вимогам безпеки продукту.

Отримані результати свідчать про те, що у вказаному проміжку зберігання (30 дів) досліджуваний зразок відповідає мікробіологічним показникам. Ріст мікрофлори у барообробленому продукті відбувався менш інтенсивно, в порівнянні з вареною шинкою.

Таким чином, отримані дослідження підтверджують мікробіологічну стабільність шинки, отриманої шляхом обробки високим тиском, впродовж 30 дів зберігання, відповідність бактеріологічних показників продукту медико-біологічним вимогам і санітарних норм якості харчових продуктів.

Вивчення змін органолептичних показників під час зберігання проводилося комісією у складі п'яти осіб. Під час дегустації визначали зовнішній вигляд, колір, колір на розрізі, смак, запах, соковитість і консистенцію зразків м'ясопродукту. Процедура контролю відповідає встановленим правилам проведення органолептичної оцінки м'яса і м'ясопродуктів за п'ятибальною шкалою [8]. Аналізи проводили на 5, 10, 15, 20, 25 і 30 добу зберігання зразків (рис. 2).

За результатами дослідження було встановлено, що продукт, що пройшов теплову обробку (контрольний зразок) мав задовільні органолептичні показники в зазначений термін зберігання, згідно нормативної документації. На 5 добу було відмічено погіршення усіх органолептичних показників (до 3,2 бала), на 10 добу зберігання продукт вважався непридатним до вживання.

Барооброблена шинка (досліджуваний зразок) на 10 добу зберігання мала загальну оцінку рівну 4,5 бали. Впродовж зберігання відбувалося поступове зниження показника.

На 25 добу зберігання відзначалося погіршення консистенції і зовнішнього вигляду зразків, а також смаку і запаху продукту. Загальна оцінка барообробленої шинки складала 3,2 бали, таку ж оцінку мала термічно приготована шинка на 5 дів зберігання. Отже, продукт, приготований з використанням обробки високим тиском, задовольняє вимогам органолептичних показників на 25-ту добу, тобто термін зберігання збільшується в 5 разів.

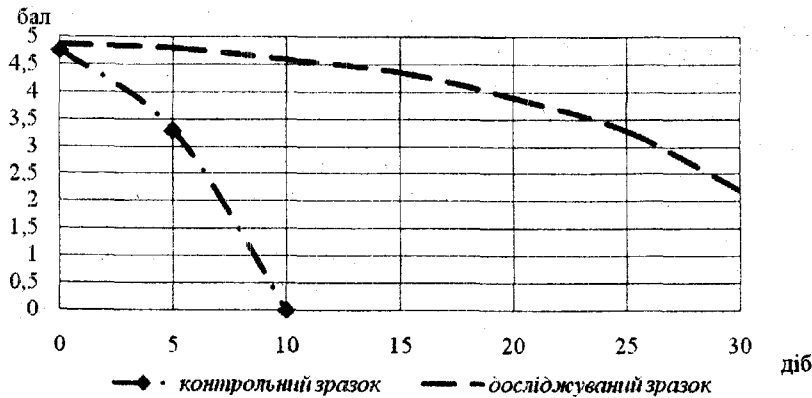


Рис. 2 — Зміни загальної органолептичної оцінки зразків при зберіганні

пичення яких обумовлене гідролітичним розщеплюванням гліцеридів і інших речовин, що титрують лугом. Наявність вільних жирних кислот знижує смакові переваги і каталізує окислювальні процеси, прискорюючи псування продукту.

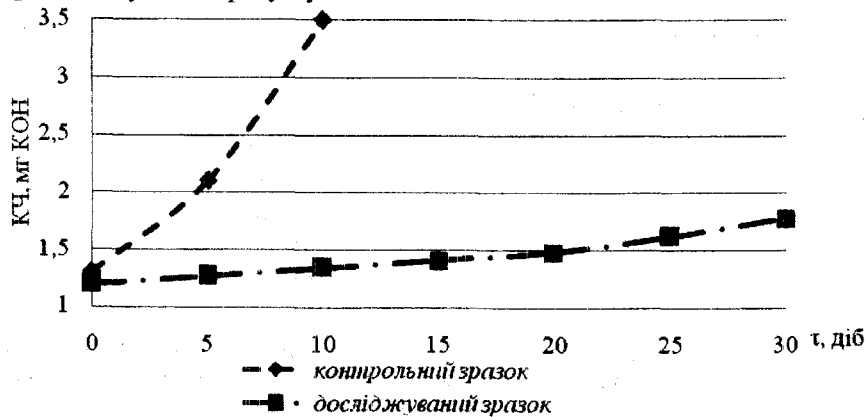


Рис. 3 — Зміна кислотного числа зразків при зберіганні

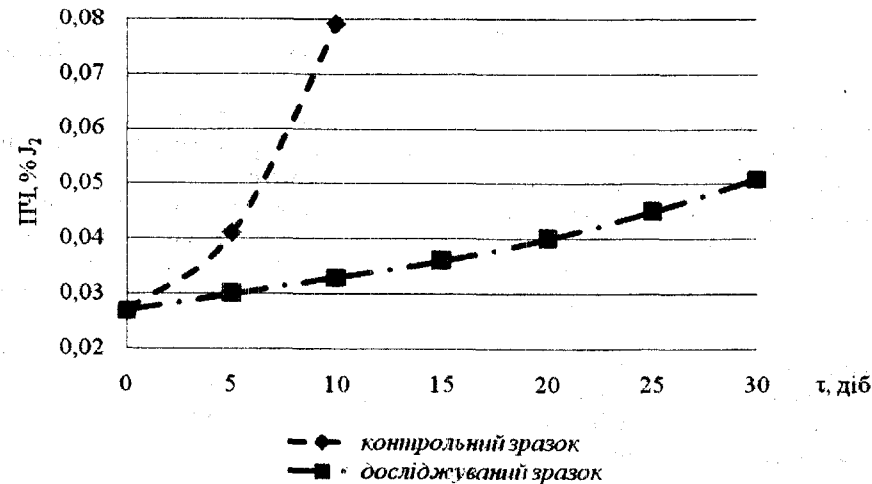


Рис. 4 — Зміни перекисного числа зразків при зберіганні

джуванім зразком на 26,8%. Перекисне число нового продукту в процесі зберігання знаходилося в межах норми на 30 добу.

Висновки: використання високого тиску при виробництві шинки з м'яса птиці дозволяє поліпшити стійкість м'ясопродукту при зберіганні з 5 до 25 діб без зниження якісних показників. Атермічне оброб-

Окислювальні зміни ліпідів неминучі при зберіганні будь-якого продукту харчування. Вони призводять до погіршення органолептичних властивостей, зниження харчової цінності готового продукту. Про окислювальні зміни ліпідів «Шинки з білого м'яса» робили висновки за величиною перекисного і кислотного чисел, визначення яких проводили за стандартною методикою [9].

Кислотне число (КЧ) показує кількісний вміст в жирі вільних жирних кислот, накопичення яких обумовлене гідролітичним розщеплюванням гліцеридів і інших речовин, що титрують лугом.

На рис. 3 і 4 показана динаміка окислювального псування жирів при зберіганні.

Гідролітичні процеси ліпідів простежували шляхом зміни кислотного числа, яке на 5 добу зберігання у контрольного зразка було на 39,5% більше, ніж у досліджуваного.

У шинки, виготовленої атермічним обробленням, в процесі зберігання йде поступове накопичення вільних кислот. На 30 добу цей зразок має показники свіжого, але без подальшого зберігання продукту.

Перекисне число (ПЧ) характеризує вміст первинних продуктів окислення жирів. За величиною перекисного числа роблять висновок про свіжість продукту.

Утворення перекисів контрольного зразка на 5 добу зберігання відбувалося на більш високому рівні, їх кількість зростала в порівнянні з досліджуваним зразком.

лення знижує інтенсивність мікробіологічних, окислювальних і гідролітичних процесів, підвищує безпеку делікатесних виробів.

Література

1. Мезенова, О. Я. Производство копченых пищевых продуктов [Текст] / О. Я. Мезенова, И. Н. Ким, С. А. Бредихин. – М.: Колос, 2001. – 208 с.
2. Баль-Прилипко, Л. В. Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса [Текст]: Підручник / Л. В. Баль-Прилипко. – К., 2010 – 469 с.
3. Сукманов, В. А. Сверхвысокое давление в пищевых технологиях. Состояние проблемы [Текст]: монография / В. А. Сукманов, В. А. Хазипов. – Донецк: [ДонГУЭТ], 2003. – 168 с.
4. Винникова, Л. Г. Исследование влияния высокого давления на мясо птицы [Текст] / Л. Г. Винникова, И. А. Прокопенко // Харчова наука і технологія. – 2013. – №2 (23). – С. 8–11.
5. Винникова, Л. Г. Применение высокого давления в качестве альтернативы тепловой обработки мяса птицы [Текст] / Л. Г. Винникова, И. А. Прокопенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – №3/10 (75). – С. 31–36.
6. Пат. 96576 Україна, МПК А22С 11/00 (2015.01) Спосіб виготовлення шинки з м'яса птиці [Текст] / Л. Г. Віннікова, І. О. Прокопенко, А. Д. Солецька. – заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій. – № u2014 09436; заявл. 26.08.2014; опубл. 10.02.2015, Бюл. № 3. – 4 с.
7. Віннікова, Л. Г. Теорія і практика переробки м'яса [Текст] / Л. Г. Віннікова. – Ізмаїл: СМІЛ, 2000. – 172 с.
8. Журавская, Н. К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов [Текст] / Н. К. Журавская, Л. Т. Алехина, Л. М. Отрященко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 296 с.
9. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов [Текст]: учебник для вузов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – М.: КолосС, 2004. – 571 с.

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МАРКЕР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДЛИННОСТИ ВИНОГРАДНЫХ ВИН

Ливенцова Е. О., канд. хим. наук

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Показана возможность определения галловой кислоты (ГК) в винах с использованием в качестве люминесцентного маркера ионы тербия (III). Разработана простая и надежная методика количественного определения ГК в винах методом тонкослойной хроматографии. В качестве проявляющего раствора предложено использовать хлорид тербия (III) в присутствии триоктилфосфиноксида (ТОФО), что обуславливает появление на хроматографической пластинке сенсibilизированную люминесценцию иона лантанида в присутствии ГК.

The article revealed the possibility of determination of gallic acid (GA) in wines with the use of Tb (III) ion as luminescent marker. The simple and reliable method of the quantitative determination of GA in wines by the thin-layer chromatography method was developed. The terbium chloride (III) in the presence of trioctylphosphin oxide (TOPO) was proposed to use as a developing solution that causes emergence of the sensitized luminescence of ion lanthanide on chromatography plate in GA presence.

Ключевые слова: люминесценция, тонкослойная хроматография, тербий, галловая кислота.

Фенолкарбоновые кислоты, к которым относится оксибензойные и оксикоричные, играют важную роль в формировании органолептических свойств вина (букет и вкус), участвуют в биологических процессах, протекающих при изготовлении и хранении виноградных вин [1]. Несмотря на то, что ароматические кислоты содержатся в винах в небольших количествах. Они участвуют в окислительно-восстановительных процессах, повышают стойкость при хранении благодаря окислительной активности. Эти кислоты ценны своими антимутагенными свойствами, они укрепляют иммунитет, разжижают кровь, и могут быть полезны в профилактике рака, атеросклероза, диабета, инсульта и катаракты.

Фенольные соединения, включающие производные оксибензойной и оксикоричной кислот вносят существенный вклад в показатели качества вин. Сиреневая и галловая кислоты являются одним из маркеров в определении подлинности марочных вин и коньяков, которые принято выдерживать в дубовых бочках. Галловая кислота характеризует качество коньяка, зависимость ее содержания от срока выдержки, что позволяет использовать этот показатель как маркер возраста. Повышенное содержание галловой кислоты в портвейнах по сравнению с другими винами, можно использовать для идентификации вин этого типа. Замену виноградного вина на плодово-ягодное можно определить по наличию или отсутствию в вине галловой кислоты.

Анализ содержания отдельных компонентов фенолкарбоновых кислот может быть также использован для проведения идентификации регионального происхождения вин, их срока выдержки, а также объективно характеризовать их уровень качества, помогает в оценке фальсификата.

В суммарном количестве идентифицированных фенолкарбоновых винах наибольшая доля приходится на галловую кислоту от 50 до 85 % [2].

Для определения фенолкарбоновых кислот применяют методы высокоэффективной жидкостной хроматографии [3—5], электрофоретические и спектрофотометрические методы [6—8]. Последние, однако, не являются селективными. Все применяемые методы требуют дорогостоящего оборудования и не всегда доступны.

Целью работы являлась разработка простой и чувствительной методики количественного определения галловой кислоты (ГК) в винах методом тонкослойной хроматографии. В качестве проявляющего раствора предложено использовать хлорид тербия (III), что обуславливает появление на хроматографической пластинке сенсibilизированной люминесценции иона лантанида в присутствии ГК вследствие внутримолекулярной передачи энергии возбуждения от последней к иону Tb(III), интенсивность аналитического сигнала усиливается в присутствии донорно-активной добавки — триоктилфосфиноксида (ТОФО).

Аппаратура и техника эксперимента. Раствор ГК (0,01 моль/л) готовили растворением точной навески препарата в этаноле. Хлорид тербия готовили растворением высокочистого оксида (99,99 %) в хлористоводородной кислоте (1:1) с последующим удалением избытка упариванием. Концентрацию Tb(III) контролировали комплексонометрическим титрованием раствором комплексона III (0,1 М) с индикатором арсеназо I в присутствии уротропина.

Растворы поверхностно-активных веществ готовили путем растворения соответствующих навесок в воде. Использовали растворители (бензол, толуол, ацетон, ацетонитрил, метанол, этанол, этилацетат, хлороформ), уксусную и муравьиную кислоты марки х.ч. Раствор ТОФО готовили растворением точной навески вещества в этаноле.

Для хроматографирования использовали пластинки для тонкослойной хроматографии марки *Silufol-UV 254, Sorbfil, СТХ-1А*.

Сенсибилизированную люминесценцию *Tb(III)* в фазе сорбента регистрировали на спектрографе ИСП-51 с фотоэлектрической приставкой ФЭП-1 в области 520...570 нм с максимумом при 545 нм. Люминесценцию возбуждали светом ртутно-кварцевой лампы СВД-120А, снабженной светофильтром УФС-2 ($\lambda_{\text{возб}}=365$ нм), рН растворов измеряли с помощью иономера ЭВ-74.

Результаты и их обсуждение. Галловая кислота содержит в молекуле три гидроксильные группы и образует с ионами лантанидов комплексные соединения с соотношением Ме:ГК=1:2, в которых координация лантанида осуществляется по ортодифенольной группировке. В этих соединениях вследствие внутримолекулярного перехода энергии от органического лиганда на ион лантанида проявляется сенсибилизированная люминесценция ионов *Tb(III)* [8, 9], которая значительно возрастает в слое сорбента.

В спектре люминесценции сорбата комплекса *Tb(III)* с ГК наиболее интенсивной является полоса *Tb(III)* с максимумом при 545 нм (переход $^5D_4 \rightarrow ^7F_5$). Значительно слабее по интенсивности полосы с максимумами при 490, 586 и 620 нм (рис. 1).

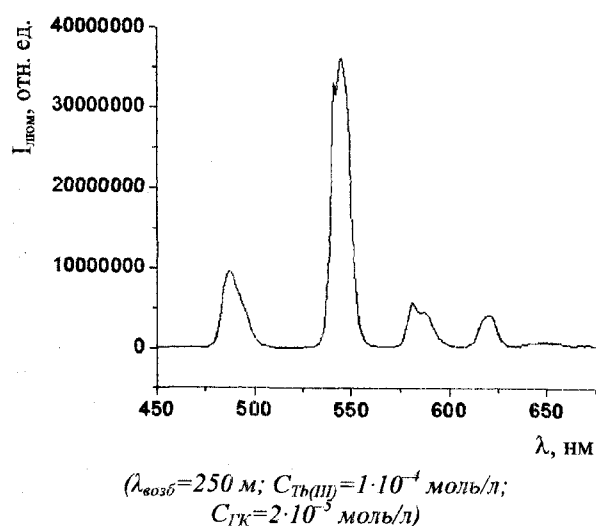


Рис. 1 — Спектр люминесценции сорбатов комплекса *Tb(III)* — ГК

Интенсивная люминесценция ионов *Tb(III)* с ГК использована нами для разработки методики люминесцентного определения галловой кислоты в винах.

С целью выбора оптимальных условий и режимов хроматографирования исследован ряд неподвижных фаз, различающихся по своим свойствам. Наилучшим оказалось применение хроматографических пластинок марки *Sorbfil*, на которых изображение пятен ГК было более четким и пригодным для количественного анализа.

Изучено несколько элюирующих систем кислого, нейтрального и щелочного характера (бензол:уксусная кислота; бензол:ацетон:уксусная кислота; бензол:уксусная кислота:вода; этилацетат:уксусная кислота; бензол:диоксан:уксусная кислота; хлороформ:метанол; ацетон:хлороформ; метанол:аммиак; этанол:этилацетат:аммиак). Наиболее оптимальными оказались системы кислотного характера, в частности этилацетат:уксусная кислота в соотношении 95:5 и бен-

зол:метанол:уксусная кислота в соотношении 100:50:1. Подвижность (R_f) ГК в этих условиях составила 0,47 и 0,53 соответственно.

Изучено влияние объема пробы, наносимого на пластинку. На пластинку наносили 0,2...6 мкл пробы. Наилучший результат достигался при нанесении пробы объемом 1 мкл.

В качестве оптимального проявителя необходимо было выбрать реагент, избирательный и чувствительный по отношению к ГК. Для обнаружения ГК нами предложен хлорид тербия (III).

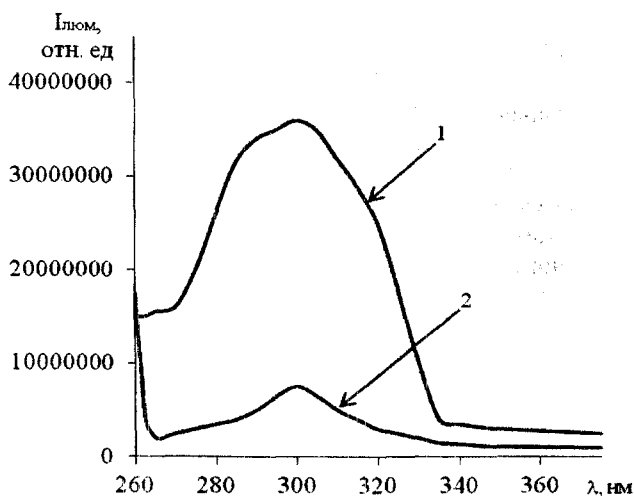
Интенсивность люминесценции *Tb(III)* на пятне хроматограммы зависит от концентрации иона лантанида в проявляющем растворе (табл. 1). Как видно из таблицы, наибольшая интенсивность люминесценции наблюдается при использовании проявляющего раствора с концентрацией *Tb(III)* $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

Таблица 1 — Зависимость $I_{\text{люм}}$ *Tb(III)* на хроматограмме от концентрации металла в проявляющем растворе

$C_{Tb(III)}$, моль/л	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-2}$
$I_{\text{люм}}$, отн. ед.	27	42	100	95	89

Как показал эксперимент, наличие поверхностно-активных веществ (ПАВ) в проявляющем растворе не оказывает усиливающего влияния на $I_{\text{люм}}$ сорбата *Tb(III)* в комплексе с ГК. Увеличение $I_{\text{люм}}$ сорбата *Tb(III)* в 5 раз наблюдается при ведении в проявляющий раствор донорно-активной добавки — ТОФО. Можно предположить, что ТОФО гидролизует молекулу комплекса, защищая его от влияния дезакти-

вирующей люминесценции молекул воды. Это подтверждается и спектрами возбуждения сорбатов комплекса (рис. 2). В присутствии ТОФО характер спектра не изменяется, увеличивается только его интенсивность.



1 — в присутствии ТОФО; 2 — в отсутствии ТОФО

Рис. 2 — Спектр возбуждения сорбатов комплекса Tb(III) — ГК

тов комплексов от концентрации ГК наблюдается в интервале концентраций 0,5... 100 мкг/мл. Это позволяет использовать изученные сорбаты комплекса Tb(III)—ГК в присутствии ТОФО на пластинках для ТСХ в качестве аналитической формы для определения галловой кислоты.

Таблица 2 — Зависимость $I_{\text{люм}}$ сорбата Tb(III)—ГК на хроматограмме от концентрации ТОФО в проявляющем растворе

$C_{\text{ТОФО}}$, моль/л	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$
$I_{\text{люм}}$, %	42	67	100	97	95

Определение ГК проводили в красных сухих винах.

Проявляющий раствор готовили путем смешивания 1 мл раствора хлорида тербия с концентрацией 0,01 моль/л, 0,1 мл 4-процентного раствора уротропина и 1 мл ТОФО с концентрацией 0,01 моль/л, разбавляли дистиллированной водой до объема 10 мл.

Таблица 3 — Зависимость $I_{\text{люм}}$ Tb(III) на хроматограмме от величины pH проявляющего раствора

pH раствора	$I_{\text{люм}}$, отн. ед.
4,0	30
7,0	100
9,3	20

Методика выполнения анализа. 1 мкл анализируемого вина наносят микрошприцем на линию старта пластинки размером 25×80 мм (вино предварительно разбавили дистиллированной водой в соотношении 1:10). Параллельно на пластинку наносят стандартный раствор ГК. В качестве стандартного используют водно-этанольный (1:1) раствор ГК с концентрацией $5 \cdot 10^{-4} \dots 1 \cdot 10^{-3}$ моль/л (в зависимости от предполагаемого содержания ГК в образце). Пластинку помещают в хроматографическую камеру с подвижной фазой (смесь бензол:метанол:уксусная кислота в соотношении 100:50:1). Когда фронт растворителя достигает высоты 70 мм. Пластинку извлекают из камеры и отмечают положение фронта растворителя. Полученную хроматограмму высушивают при температуре 40 °C в течение 2 мин и равномерно обрабатывают проявляющим раствором, состав которого указан выше. Идентификацию ГК на пластинке проводят по появлению зеленой люминесценции Tb(III) под люминесцентной лампой с $\lambda_{\text{возб}}=365$ нм визуальную сравнивая $I_{\text{люм}}$ пробы и стандарта.

Количественное определение ГК проводят по градуировочному графику, для построения которого поступают следующим образом. На пластинку наносят различные количества стандартного раствора ГК и далее проводят хроматографирование и проявление хроматограммы как описано выше. Затем из пластинки вырезают пятна с ГК, помещают в кювету для твердых образцов, интенсивность люминесценции измеряют при $\lambda_{\text{излуч}}=545$ нм. По полученным данным $I_{\text{люм}}$ Tb(III) — концентрация ГК строят градуировоч-

Аналогичные изменения наблюдаются и в спектре люминесценции — увеличивается интенсивность полосы при 545 нм, но максимум полосы не сдвигается и не расщепляется, что может служить косвенным доказательством того, что молекула ТОФО не входит во внутреннюю координационную сферу комплекса.

Исследована зависимость $I_{\text{люм}}$ сорбата Tb(III) от количества ТОФО в проявляющем растворе. Максимальное значение $I_{\text{люм}}$ сорбата Tb(III) наблюдается при концентрации ТОФО в проявляющем растворе $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л (таб. 2).

Зависимость $I_{\text{люм}}$ Tb(III) на хроматограмме от величины pH приведена в таблице 3.

Поскольку комплексное соединение Tb(III) с ГК образуется в слабокислой и нейтральной среде при значениях pH 6,5...7,2, в качестве буфера использовали 4-процентный раствор уротропина.

Линейная область зависимости $I_{\text{люм}}$ сорбата

ний график, по которому определяют содержание ГК в анализируемой пробе. Количественное определение можно также проводить методом добавок.

Чувствительность определения ГК в винах составляет 0,002 мкг/мл. Точность и достоверность определения кислоты в винах проверена методом статистической обработки результатов анализа. Точность и достоверность определения ГК в винах проверена методом статистической обработки результатов анализа. При $n=5$, $P=0,95$ величина относительного стандартного отклонения S_r составляет 0,03...0,06.

Правильность определения ГК в винах проверена методом «введено-найдено» (табл. 4).

Таблица 4 — Результаты определения галловой кислоты в винах методом «введено-найдено», мкг/мл

Марка вина	Введено, мкг/мл	Найдено, мкг/мл	S_r
Мерло	0	12,0	0,06
	5	17,2	0,05
	10	21,5	0,04
Саперави	0	28,3	0,05
	5	33,5	0,05
	10	38,3	0,03
Petit Chablis	0	19	0,07
	10	30	0,07
	20	38	0,06

($n=5$, $P=0,95$)

Заключение. Полученные данные представляют как практический, так и теоретический интерес, так как задача определения ароматических кислот является в отрасли виноделия важной и малоизученной.

Литература

1. Кишковский, З. Н. Химия вина [Текст] / З. Н. Кишковский, Н. М. Скурихин. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 311 с.
2. Положишникова, М. А. Применение хроматографических методов для оценки качества и идентификации виноградных вин [Текст] / М. А. Положишникова, О. Н. Перельгин, В. В. Семикин. – Пищевая промышленность. – 2006. – № 1. – С. 9–13.
3. Селиверстова, И. В. Определение органических кислот в вине методом жидкостной ионоэкслюзивной хроматографии [Текст] / И. В. Селиверстова, А. А. Иванов, Л. А. Иванова // Виноделие и виноградарство. – 2001. – № 4. – С. 9–11.
4. Бодорев, М. М. Хроматографический анализ ароматических кислот и альдегидов в винах [Текст] / М. М. Бодорев, Б. С. Субботин // Виноделие и виноградарство – 2001. – № 1. – С. 19–21.
5. Определение фенольных альдегидов в коньяках и винах методом капиллярного электрофореза: новые маркеры качества коньяка [Текст] / А. Г. Паносян, Г. Мамиконян, М. Горосян и др. // Журнал аналитической химии. – 2002. – Т. 57, № 4. – С. 422–428.
6. Подтверждение подлинности виноградных вин на основе исследования цветовых характеристик [Текст] / О. Н. Перельгин, М. А. Положишникова, Д. С. Лычников, Г. В. Ковров // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 2. – С. 39–42.
7. Применение хроматографии и спектрометрии для идентификации подлинности спиртных напитков [Текст] / С. А. Савчук, В. И. Власов, С. А. Апполонова и др. // Журнал аналитической химии. – 2001. – Т. 56, № 3. – С. 246–264.
8. Полуэктов, Н. С. Комплексы редкоземельных элементов с галловой кислотой [Текст] / Н. С. Полуэктов, К. В. Церкаевич // Журнал аналитической химии. – 1964. – Т. 9, № 10. – С. 1606–1612.
9. Jimesrez-Prieto, R. Simultaneous determination of gallic acid and resorcinol based on an oscillating chemical reaction by the analyte pulse perturbation technique [Text] / R. Jimesrez-Prieto, M. Silva, D. Peres-Bendito // Anal. Chim. Acta. – 1996. – Vol. 334, Issue 3. – P. 323–330.

УДК 001.891:663.21-026.785(477.74)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ВИНМАТЕРИАЛОВ ИЗ БЕЛЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА ООО «ПТК ШАБО»

Иукуридзе Э. Ж., канд. техн. наук, председатель правления
Ткаченко О. Б., д-р техн. наук, Лозовская Т. С., канд. техн. наук, ст. преподаватель
ООО «Промышленно-торговая компания Шабо»,
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В результате проведенных исследований установлено количественный и качественный состав летучих ароматических веществ виноматериалов из винограда сортов Алиготе, Пино Блан, Пино Гри, Рислинг, Совиньон Блан и Шардоне урожая 2014 года (ООО «ПТК Шабо»). В представленных образцах, идентифицировано 36...47 ароматических веществ, среди которых преобладают спирты та эстеры. В составе спиртов преобладают амиловый и фенилэтиловый, в группе эстеров — этиловые эстеры октановой и капроновой кислот, а также изоамилацетата.

As a result of studies, there has been determined quantitative and qualitative composition of volatile aromatic substances in wine material of Aligote, Pinot Blanc, Pinot Gris, Riesling, Sauvignon Blanc and Chardonnay varieties, vintage date 2014 (SHABO Industrial and Commercial Company Ltd.). 36 ... 47 aromatic substances have been identified in the provided samples, predominantly alcohols and esters. Substances prevailing in alcohol group are amyl and phenylethyl alcohols, in ester group - ethyl esters of octanoic and hexanoic acids and isoamylacetate.

Ключевые слова: ароматические соединения, терруар Шабо, спирты, альдегиды, эфиры, кетоны.

Вино является тонким пищевым продуктом, в котором его ароматические качества, особенности букета имеют для потребителя главное значение. Аромат — это способность вина вызывать обонятельные ощущения посредством испаряющихся с его поверхности летучих компонентов. В составе вина идентифицированы летучие вещества, относящиеся к различным классам химических соединений: спиртам, эфирам, альдегидам, кетонам, ацеталам, летучим кислотам различных групп, терпенам. Одни ответственные за общий винный аромат, другие — за специфические оттенки в аромате различных типов вин.

Французские виноделы считают тонкость и чистоту аромата главным достоянием всякого вина. Однако в мировой оценке вина аромату и букету принято выделять второе место после вкусовой характеристики.

Алиготе — один из самых распространенных винных сортов винограда. Во Франции из него готовят белые бургундские вина. Почти во всех странах СНГ этот сорт винограда дает тонкие высококачественные столовые вина. Как виноматериал Алиготе вполне оправдывает себя и в шампанском производстве ввиду присущей ему тонкости и свежести. Особенно выделяются своим качеством столовые вина из Алиготе. При своевременном сборе урожая и при соблюдении технологии приготовления из Алиготе столовое вино получается очень высокого качества. Оно имеет соломенно-золотистую окраску с зеленоватым тоном, ясно выраженный сортовой аромат, легкость, свежесть, мягкость и гармоничность вкуса. Часто в вине появляется свойственная сорту легкая горчинка. Пино блан — сорт винограда винного направления, раннего срока созревания, из винограда этого сорта получают живые, легкие, похожие на Шардоне вина. Полнота изготавливаемых из него вин сделала этот сорт популярным и в Германии. Виноград отличается низким содержанием кислоты и ароматических компонентов. Пино Гри используют для приготовления столовых вин высокого качества, шампанских виноматериалов, и игристых вин. Сорт винограда Пино Гри дает свежие, сухие вина с хорошим кислотным балансом, которые при соответствующей выдержке приятны на вкус, экстрактивны и содержательны. Благодаря способности этого вина из сорта Рислинг долго жить в погребе, а также отражать особенности терруара, сохраняя сложную сортовую индивидуальность, этот сорт винограда завоевал себе славу одного из величайших белых сортов для виноделия. Вина из Совиньон Блан обладают свежестью, утонченностью, питкостью и высокой кислотностью, которая сглаживается насыщенной ароматикой и богатством оттенков вкуса. Винам из Рислинга свойственен элегантный и изящный букет с деликатными фруктовыми и цветочными ароматами, а также пикантными нотками аниса, тмина, лакрицы и укропа. Кроме того, Рислинг уникален своими минеральными и «нефтяными» нотками, которые он приобретает на некоторых терруарах по мере созревания.

Состав ароматических веществ винограда и вин сложен и многообразен. В настоящее время известно более 350 соединений, обуславливающих ароматические свойства винограда и продуктов его переработки и относящихся к следующим группам веществ: спиртам (метанол, этанол, *n*-пропанол, терпинеол, линалоол, гераниол, цитронеллол и др.); кислотам (муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, гликолевая, фумаровая, ванилиновая, винная, яблочная, азелаиновая и др.); кетонам (ацетон, 2-бутанон, 3-октанон, 2-нонанон, (3-ионон и др.); к лактонам; к ацеталам (диэтилацеталь, метилэтилацеталь, амилэтилацеталь и др.); амидам; эфирам этилового, метилового, пропилового, изопропилового, *n*-бутилового и других спиртов [1—5].

Комплекс веществ, участвующий в образовании аромата вина, весьма нестойкий, и со временем в результате жизненных окислительно-восстановительных процессов, протекающих в вине, постоянно изменяется.

Вещества аромата можно разделить на три группы: первичные ароматы: эта группа формируется из летучих соединений, которые переходят в вино непосредственно из винограда; вторичные ароматы: группа соединений, образующаяся в вине в результате процессов первичного и вторичного брожения, выдержки и иных превращений; третичные ароматы: группа веществ, формирующихся во время ёмкостной или бутылочной выдержки [6, 7].

Первичные ароматы определяются сортами и также делятся на три группы: терпеновые, тиольные, пиразиновые.

Ряд исследований выявил следующую закономерность: большее количество пиразинов накапливается в затенённых местах на виноградниках, расположенных на небольшой высоте над уровнем моря. Большая высота над уровнем моря при большом количестве солнца заметно снижает накопление «зелёных» тонов в аромате — такие условия увеличивают «фруктовые» оттенки.

Тиолы (или меркаптановые соединения) содержат водородную группу, которая и определяет ароматику. Это неблагоприятные для вина оттенки, которые наш нос определяет как несвежие или даже подгнившие. При достижении виноградом технической зрелости содержание соединений тиольной группы снижается, поэтому сорта с высоким уровнем тиолов нужно собирать в правильный срок. Более того, в процессе ферментации обязательно проводится контролируемая аэрация, что позволяет удержать фруктовую ароматику и избавиться от сернистой отдушки [8—10].

Значительная часть отдельных ароматических соединений находится в вине в количестве ниже пороговых концентраций. Однако они могут оказывать косвенное влияние на аромат (букет) вина согласно известному в парфюмерной промышленности синергетическому эффекту, то есть усилению запаха одних веществ в присутствии очень малого количества других. Для объективной оценки тонких ароматических нюансов вин большое значение играет сенсорная чувствительность обоняния дегустатора: у одних она меньше, у других больше.

Оттенки ароматов делятся на группы: цветочные (герань, роза, фиалка, акация и др.); фруктовые (яблоко, груша, слива, ананас, инжир и т.п. плюс сухофрукты); пряные (анис, чёрный перец, ваниль и др.); растительные (древесные, ароматы трав и овощей, сена, чая, табака); ореховые (грецкий, лесной, миндаль); карамельные (какао, шоколад, масло, мёд); бальзамические (воск, дым, смоляные и хвойные ароматы); землистые (шампиньоны, мох, влажная листва); химические (керосин, дёготь, резина и т.п.); микробиологические (дрожжи, хлеб, сыр, молоко); животные (кожа, мускус, подвяленное мясо и др.).

Наличие особых оттенков аромата часто указывает на происхождение вина или вид винограда, из которого приготовлено вино. Например, *Vitis Labruska* даст в вине «лисий тон», *Vitis amurensis* — пряные и лекарственные тона. В аромате вин из сорта Каберне-Совиньон присутствуют оттенки сафьяновой кожи, из сорта Саперави — молочных сливок, в мадере и хересе — тона каленого орешка, в токайских винах и десертном Пино Гри — ржаной корочки, в некоторых партиях резервуарного белого игристого вина — запах паленого пера, что указывает на высокую температуру брожения, в красных десертных винах из сорта Бастардо магарачский, Кефесия, Эким кара — специфические оттенки шоколада [5, 9].

Оценка типичности аромата вина представляет сложную задачу. Под типичностью понимаются соответствия аромата данному сорту винограда, классу, группе вин. Многочисленные работы посвящены исследованиям состава определенных виноградных сортов в попытке лучше понять истоки сортовых ароматов. Сортовые признаки зависят не от конкретного химического компонента, а от общего профиля ароматоактивных веществ, присутствующих в винограде и вине. Сочетание аналитических и сенсорных методик является особенно важным в решении влияния взаимодействий ароматических соединений с нелетучими соединениями, а также с другими летучими соединениями. Эти взаимодействия могут привести к изменениям ароматического профиля вина за счет улучшения восприятия и подавления отрицательных эффектов, а также благодаря физико-химическим воздействиям на летучесть и выделение ароматических соединений.

Целью настоящего исследования было определение ароматического профиля виноматериалов из сортов винограда Алиготе, Пино Блан, Пино Гри, Рислинг, Совиньон Блан и Шардоне урожая 2014 года ООО «ПТК Шабо» с использованием аналитического метода идентификации качественного и количественного состава ароматических соединений.

Методика определения летучей фракции ароматических веществ в виноматериалах была разработана и внедрена специалистами ООО «ПТК Шабо». Исследование проводили в производственной лаборатории.

Принцип метода: 10 см³ пробы вина или виноматериала помещали в виалу объемом 15 см³ с герметичной пробкой, вносили 50 мкдм³ раствора внутреннего стандарта (Пентанол-1, 23,54 мг/см³), содержащее активно перемешивали в течение 1-2 мин, затем вносили 200 мкдм³ хлороформа и перемешивали содержимое 2 мин до формирования эмульсии. Затем виалу помещали в центрифугу и центрифугировали 5 мин при 3000 об/мин. Полученный экстракт хлороформа (на дне виалы) переносили в хроматографическую виалу объемом 2 см³ со стеклянной микровставкой на 250 мкдм³. Экстракт анализировали на ГХ/МС согласно процедуре, которая приведена в табл. 1. Результаты эксперимента представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 1 — Процедура проведения анализа исследуемого образца на ГХ/МС

Вход	220 °С, соотношение 5: 1, газ заставка — 15 мл/мин при 1,5 мин. Объем впрыска: 1 мкл
Печь	45 °С в течение 5 мин, 10 °С/мин до 100 °С, выдержка 2 мин, 8 °С/мин до 230 °С, выдержка 8,5 мин.
Колонка	VF-WAXms 60 м/0,25 мм/0,25 μm Программа потока: 1 мл/мин, выдержка 1,5 мин, 3 мл/мин до 2 мл/мин
Линия передачи	240 °С
Индикатор	Ионный источник: 230 °С, квадруполь: 150 °С. Сканирование диапазон: 20...250 а.е.м.

Таблица 2 — Количественный и качественный состав ароматических веществ виноматериалов из белых сортов винограда (ООО «ПТК Шабо»)

Наименование вещества	Массовая концентрация, мг/дм ³					
	Алиготе	Пино Блан	Пино Гри	Рислинг	Совиньон Блан	Шардоне
Спирты						
Амиловый спирт	54,20	67,50	60,57	55,37	64,18	61,61
Фенилэтиловый спирт	26,66	52,06	43,59	29,71	52,81	64,01
Изобутиловый спирт	0,00	0,00	5,46	3,50	0,05	8,64
Изопропиловый спирт	2,83	3,37	3,70	3,30	3,09	2,41
2,3-бутандиол	0,15	0,10	0,30	0,20	1,89	1,84
Гексиловый спирт	3,26	10,26	3,87	2,52	6,68	4,45
Винилгваякол	0,00	0,00	0,59	3,63	0,00	2,17
3-гексен-1-ол	0,25	0,13	0,17	0,00	0,80	0,00
2,3-бутандиол	0,75	2,05	1,62	1,08	0,36	0,34
3-метокси-1-пропанол	0,50	0,23	0,40	0,46	0,25	0,00
1-бутанол	0,31	0,22	0,24	0,18	0,36	0,30
3-метилглю-1-пропанол	3,14	0,16	0,15	0,29	0,28	0,36
3-гексен-1-ол	0,25	0,44	0,29	0,59	0,23	0,18
3-метил-1-пентанол	0,11	0,18	0,22	0,08	0,22	0,07
Бензиловый спирт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,06
4-метил-1-пентанол	0,05	0,07	0,08	0,00	0,09	0,08
1-октанол	0,11	0,20	0,13	0,00	0,09	0,08
2-метил-1-пентанол	23,54	0,00	0,00	0,00	23,54	23,54
Кислоты						
Октановая кислота	65,09	48,19	65,02	51,73	40,09	33,84

Продолжение таблицы 2

Наименование вещества	Массовая концентрация, мг/дм ³					
	Алиготе	Пино Блан	Пино Гри	Рислинг	Совиньон Блан	Шардоне
н-декановая кислота	23,59	9,59	18,37	9,61	11,37	9,97
Капроновая кислота	10,19	0,00	14,00	10,20	10,47	7,38
Уксусная кислота	0,52	1,65	0,93	1,28	2,11	1,55
3-метил-пентановая кислота	0,07	0,27	0,22	0,25	0,48	0,29
2-метил-пропановая кислота	0,00	0,00	0,00	0,16	0,28	0,30
3-метилбутиловая кислота	0,00	1,12	0,13	0,19	0,63	0,78
Бутановая кислота	0,16	0,00	0,34	0,31	0,30	0,26
Ацетамид-2-фенилэтиловая кислота	0,07	0,33	0,00	0,09	0,10	0,00
Эфиры						
Этиловый эфир октановой кислоты	17,76	0,10	20,26	0,00	16,77	17,19
Этиловый эфир капроновой кислоты	12,10	10,61	13,11	9,66	12,38	10,10
2-фенилэтиловый эфир уксусной кислоты	3,59	2,70	5,10	0,00	5,70	4,74
Этиловый эфир бутановой кислоты	5,10	7,29	7,20	6,04	7,07	5,70
Этиловый эфир декановой кислоты	4,02	2,03	3,90	2,46	4,99	6,54
Диэтиловый эфир бутандиовая кислоты	0,72	0,32	3,29	0,40	3,32	4,97
Гексиловый эфир уксусной кислоты	4,31	2,92	3,50	1,19	0,00	2,00
2-гидрокси-этиловый эфир	0,96	0,15	0,32	2,99	1,38	1,51
Этиловый сукцинат водорода	0,00	1,60	0,93	0,83	0,00	1,18
Этиловый эфир 5-оксотетрагидрофуран 2-карбоновой кислоты	0,55	0,12	1,02	1,85	0,50	0,58
3-гидрокси-этиловый эфир бутановой кислоты	0,00	0,42	0,25	1,54	0,25	0,33
Диацетат-1,3-пропандиол	0,17	0,10	0,80	0,16	0,20	0,20
Ацетат-4-гексен-1-ола	0,16	0,00	0,09	0,66	0,11	0,04
3-метоксипропилацетат	0,14	0,00	0,19	0,00	0,10	0,08
2-оксо-этиловый эфир пропановой кислоты	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Пропил ацетат-3-метилтио	0,10	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00
Ацетат 3-гексен-1-ола	0,15	0,00	0,16	0,60	0,36	0,06
Ацетат изоамиловый	48,78	35,70	51,44	27,69	54,06	37,37
Метиловый эфир ундекановой кислоты	1,82	0,00	0,00	0,00	0,20	0,31
Этиловый эфир 2-фуранкарбоновой кислоты	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,32
Этиловый 9-деценоат	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Альдегиды						
2,3-дигидро-бензофуран	0,81	0,00	0,78	0,31	1,99	6,28
Бензацетальдегид	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
Бензальдегид	0,08	0,86	0,38	0,09	0,89	0,14
Кетоны						
2-бутен-1-он, 1-2,6,6-триметил- 1,3-циклогексадиен-1-ил	0,04	0,05	0,08	0,10	0,07	0,00
Прочее						
Ацетоин	0,00	0,00	0,00	0,11	0,07	0,10
1,1,2,2-тетрахлорэтан	0,11	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
1,6-октадиен-3-ол, 3,7-диметил (линалоол)	0,13	0,60	0,17	0,63	0,09	0,10

Таблица 3 — Количественный и качественный состав основных групп ароматических соединений виноматериалов из белых сортов винограда (ООО «ПТК Шабо»)

Наименование образца	Группы соединений	Спирты	Кислоты	Альдегиды	Кетоны	Эфиры	Всего
Алиготе	Количество наименований	15	7	2	2	16	42
	Содержание, мг/дм ³	116,11	99,69	0,89	0,04	100,33	317,06
	% от общего содержания	36,60	31,40	0,30	0,10	31,60	100,00
Пино Блан	Количество наименований	14	6	1	2	13	36
	Содержание, мг/дм ³	136,97	61,15	0,86	0,05	64,06	263,09
	% от общего содержания	52,00	23,20	0,30	0,02	24,48	100,00
Пино Гри	Количество наименований	16	7	2	2	16	43
	Содержание, мг/дм ³	121,38	99,01	1,16	0,08	111,56	333,19
	% от общего содержания	36,40	29,70	0,30	0,02	33,58	100,00
Рислинг	Количество наименований	13	9	2	2	13	39
	Содержание, мг/дм ³	100,91	73,82	0,40	0,10	56,07	231,30
	% от общего содержания	43,60	31,90	0,17	0,04	24,29	100,00
Совиньон Блан	Количество наименований	17	9	3	2	17	48
	Содержание, мг/дм ³	155,55	65,83	2,93	0,07	107,75	332,13
	% от общего содержания	46,80	19,80	0,88	0,02	32,50	100,00
Шардоне	Количество наименований	16	8	2	2	19	47
	Содержание, мг/дм ³	170,14	108,74	6,42	0,00	93,26	378,56
	% от общего содержания	44,90	28,70	1,70	0,00	24,70	100,00

Как видно из данных, представленных в таблицах 2 и 3, в результате исследований было идентифицировано 5 основных групп ароматических веществ (спирты, кислоты, альдегиды, кетоны и эфиры), среди которых преобладают спирты и эфиры. В группе спиртов преобладают амиловый и фенилэтиловый спирт, которые производит *Saccharomyces cerevisiae* в ходе метаболизма сахаров, вырабатывая прекурсоры α -кетокислот из пировиноградной кислоты и ацетил-СоА через цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса).

Эфиры, как правило, считаются продуктами метаболизма дрожжей из-за липидного метаболизма и ацетил-СоА. В группе эфиров следует отметить значительное содержание этилового эфира октановой кислоты, этилового эфира капроновой кислоты и 2-фенилэтилового эфира уксусной кислоты, образование которых катализируется, по крайней мере, двумя ацетил-СоА: этанол O-ацетилтрансферазами (АЕАТases), ЕЕВ1 и ЕНТ1. В группе кислот во всех образцах превалирует октановая кислота.

Выводы. В результате проведенных исследований был установлен количественный и качественный состав летучих ароматических веществ виноматериалов из винограда сортов Алиготе, Пино Блан, Пино Гри, Рислинг, Совиньон Блан, Шардоне 2014 года урожая, выращенного на территории ООО «ПТК Шабо». В представленных образцах идентифицировано 36...47 ароматических веществ, среди которых преобладают спирты и эстеры. Среди спиртов преобладают амиловый и фенилэтиловый спирт, в группе эс-

теров — этиловый эфир октановой кислоты, этиловый эфир капроновой кислоты и 2-фенилэтиловый эфир уксусной кислоты.

Литература

1. Pezzuto, J. V. Grapes and human health: a perspective [Text] / J. V. Pezzuto // Journal of agricultural and food chemistry. – 2008. – № 16. – P. 6777-6784.
2. Mateo, J. J. Monoterpenes in grape juice and wines [Text] / J. J. Mateo, V. Jimenez // Journal of Chromatography. – 2000. – № 1. – P. 557-567.
3. Sefton, V. A. The volatile composition of Chardonnay juices: a study by flavor precursor analysis [Text] / V. A. Sefton, I. L. Francis, P. J. Williams // American Journal of Enology and Viticulture – 1993. – Vol. 44? Issue 4. – P. 359-370.
4. Ruyter-Spira, C. The biology of strigolactones [Text] / C. Ruyter-Spira // Trends in plant science – 2013. – Vol. 18, Issue 2. – P. 72-83.
5. De Pinho, P. G. Analytical determination of furaneol (2, 5-dimethyl-4-hydroxy-3 (2H)-furanone). Application to differentiation of white wines from hybrid and various Vitis vinifera cultivars [Text] / P. G. De Pinho, A. Bertrand // American journal of enology and viticulture – 1995. – Vol. 46, Issue 2. – P. 181-186.
6. Francis, I. L. Determining wine aroma from compositional data [Text] / I. L. Francis, J. L. Newton // Australian Journal of Grape and Wine Research – 2005. – Vol. 11, Issue 2. – P. 114-126.
7. Sarrazin, E. Characterization of key-aroma compounds of botrytized wines, influence of grape botrytrization [Text] / E. Sarrazin, D. Dubourdiou, P. Darriet // Food chemistry. – 2007. – Vol. 103, Issue 2. – P. 536-545.
8. Genovese, A. Sensory properties and aroma compounds of sweet Fiano wine [Text] / A. Genovese // Food Chemistry – 2007. – Vol. 103, Issue 4. – P. 1228-1236.
9. Miklosy, E. Comparison of the volatile aroma components in noble rotted grape berries from two different locations of the Tokaj wine district in Hungary [Text] / E. Miklosy, Z. Kerenyi // Analytica Chimica Acta – 2004. – Vol. 513, Issue 1. – P. 177-181.

ФОТОТОКИ ПРИ УФ-ОБЛУЧЕНИИ ЗАРЯЖЕННЫХ ПЛЕНОК ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Сергеева А. Е., д-р физ.-мат. наук, профессор, Федосов С. Н., д-р физ.-мат. наук, профессор
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Предложена модель, предполагающая объемную фотоионизацию акцепторных примесных центров и движение образованных носителей в сильном внутреннем поле при УФ-облучении пленок политетрафторэтилена (ПТФЭ). Из сравнения экспериментальных и расчетных кривых определены подвижность носителей ($8,9 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2/\text{В} \cdot \text{с}$) и концентрация примесных центров ($1,5 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$).

A model is proposed assuming the bulk photo-ionization of acceptor impurity centers and transport of created charge carriers in a high internal field during UV irradiation of polytetrafluoroethylene (PTFE) films. The charge carriers mobility ($8,9 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2/\text{V} \cdot \text{с}$) and the impurity centers density ($1,5 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$) have been found from comparison of experimental and theoretical transient photo-currents.

Ключевые слова: ультрафиолетовое облучение, фототоки, ПТФЭ, поляризация

Введение. Исследование переходных фототоков является одним из распространенных методов изучения электретного состояния диэлектриков, позволяющих выявить природу и объемное распределение зарядов, рассчитать подвижность носителей [1, 2]. В классической схеме метода теплового импульса диэлектрик облучают через полупрозрачный электрод, соединенный с тыльным электродом, регистрируя импульс тока во внешней цепи.

Для заряженных в коронном разряде пленок политетрафторэтилена (ПТФЭ) применение такой схемы нецелесообразно, так как весь заряд находится на поверхности и компенсируется индуцированным зарядом на электроде [3]. Внутренняя поляризация, если она есть, исчезает вместе с полем при закорачивании.

Эксперимент. В настоящей работе применена модификация метода Коллинза [1], в которой облучению подвергали свободную поверхность односторонне металлизированных в вакууме пленок ПТФЭ толщиной 10 мкм. Электрод в виде сетки находился над поверхностью пленки на расстоянии 2...3 мм от нее. Переходной ток измеряли и регистрировали электрометром и самопишущим потенциометром. В отличие от схемы Коллинза, где образец замкнут накоротко, и среднее поле равно нулю, в нашей схеме электрическая цепь разомкнута воздушным зазором, и пленка находится в сильном поле захваченного при электризации заряда. Пленки электризовали в коронном разряде отрицательной полярности. Электретный потенциал непрерывно измеряли и регистрировали. УФ-облучение проводили кварцевой лампой ПРК-2 без светофильтров. Между сеткой и источником света находилась механическая заслонка, обеспечивающая крутой фронт нарастания импульса облучения и устраняющая влияние электрических помех при включении и выключении лампы.

Результаты и обсуждение. На рис. 1 показан переходной фототок, имеющий максимум, величина которого уменьшается при повторных облучениях. После выдержки образцов без облучения более 3...4 часов их способность генерировать большой фототок восстанавливается.

Наблюдаемые особенности переходного тока можно объяснить на основе модели, предполагающей объемную фотоионизацию примесных центров. Образованные носители заряда движутся к свободной поверхности пленки, где нейтрализуют часть поверхностного заряда. Расчет показал, что интеграл от переходного тока значительно меньше поверхностной плотности заряда, то есть поле в объеме пленки можно приблизительно считать стационарным. Захваченный заряд находится, в основном, на поверхности [3], создавая однородное внутреннее поле.

Допустим, что примесные центры равномерно распределены в объеме, а энергия линейно убывает от облучаемой поверхности к тыльному электроду, что справедливо при слабом поглощении (ближний ультрафиолет) и малой толщине пленки. Собственной проводимостью пренебрегаем.

Переходной ток в дрейфовом приближении соответствует выражению

$$i(t) = e \cdot \mu \cdot n_{cp}(t) \cdot E, \quad (1)$$

где $n_{cp}(t)$ — средняя по толщине пленки концентрация подвижных носителей заряда;

μ — подвижность носителей;

E — напряженность электрического поля.

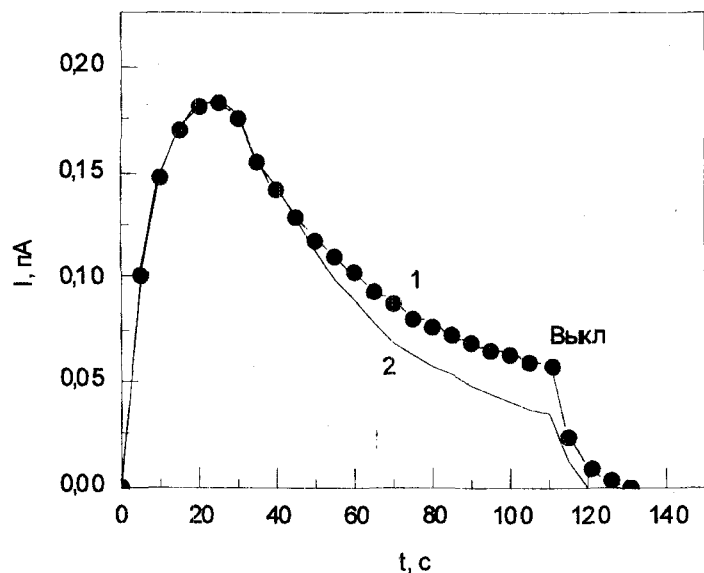
Количество ионизированных примесей в слое dx , то есть число носителей заряда, образованных в этом слое за время облучения t , составит

$$dN(t) = n_0 [1 - \exp(-t/\tau)] \cdot S \cdot dx, \quad (2)$$

где S — площадь поверхности пленки;

n_0 — начальная концентрация примесных центров;

τ — характеристическое время освобождения носителя заряда, зависящее от сечения захвата фотона, плотности потока поглощенной энергии и энергии ионизации примесного центра.



1 — эксперимент; 2 — расчет

Рис. 1 — Переходный ток при УФ-облучении пленок ПТФЭ толщиной 10 мкм

Очевидно, освобожденный носитель участвует в создании тока только в течение времени его движения от слоя, где он образован, до поверхности. Это время зависит от координаты слоя $t(x)$. При $t \leq t(x)$ все образованные в слое dx носители будут подвижными, то есть

$$dN_n(t) = dN(t) \quad \text{при } t \leq x/\mu E \quad (3)$$

Если же $t \geq t(x)$, то подвижными будут только носители, рожденные в промежуток времени от $t^* = t - t(x)$ до t , так как заряды, образованные с начала облучения до момента t^* , уже достигли к моменту времени t поверхности, и в создании тока не участвуют.

Таким образом,

$$dN_n(t) = dN(t) - dN(t^*) \quad \text{при } t \geq x/\mu E \quad (4)$$

Весь процесс разделяется на три этапа:

$$0 \leq t \leq \tau_0, \quad t \geq \tau_0, \quad t \geq t_0 \geq \tau_0,$$

где τ_0 — время пролета носителями всей толщины пленки;

t_0 — время прекращения облучения. На каждом этапе подсчитывается средняя концентрация подвижных носителей заряда, которые образуются вследствие ионизации примесных центров. Количество носителей заряда, возникающих в слое dx за время облучения t , равно

$$dN(t) = n_0 [1 - \exp(-t/\tau)] \cdot S \cdot dx \quad (5)$$

Учитывая, что освобожденный носитель заряда участвует в образовании тока только в течение его движения от слоя, где он образован, до поверхности, мы получили такие выражения для тока

$$i(t) = \mu e n_0 E (\tau/\tau_0 + 1) [1 - \exp(-t/\tau) - t/\tau_0], \quad 0 \leq t \leq \tau_0 \quad (6)$$

$$i(t) = \mu e n_0 E \{ (\tau/\tau_0) [\exp(\tau_0/\tau) - 1] - 1 \} \exp(-t/\tau), \quad t \leq \tau_0 \quad (7)$$

$$i(t) = \mu e n_0 E \{ (\tau/\tau_0) [\exp(\tau_0/\tau) - 1] \exp(-t/\tau) - \exp(-t_0/\tau) \}, \quad t > t_0 \geq \tau_0 \quad (8)$$

Из уравнения (6) следует, что плотность тока достигает максимального значения

$$i_{\max} = \mu e n_0 E [1 - (\tau/\tau_0) \cdot \ln(1 + \tau_0/\tau)] \quad (9)$$

в момент времени

$$t^* = \tau \cdot \ln[1 + \tau_0/\tau] \quad (10)$$

Время спада переходного тока до нуля после прекращения облучения находится из уравнения (8)

$$\tau_c = \tau \cdot \ln \{ (\tau/\tau_0) [\exp(\tau_0/\tau) - 1] \} \quad (11)$$

Время пролета носителями заряда толщины пленки равно

$$\tau_0 = x_0 / (\mu \cdot E) \quad (12)$$

Из уравнений (8) — (12) по экспериментально измеренным величинам $t^* = 20$ с, $\tau_c = 13$ с, $x_0 = 10$ мкм, $I_{max} = 1,7$ нА, $S = 0,96$ см², $U = 450$ В рассчитаны значения $\tau = 50$ с, $\tau_0 = 25$ с, $\mu = 5 \cdot 10^{-15}$ м²/В·с, $n_0 = 1,5 \cdot 10^{18}$ м⁻³.

Заключение. По литературным данным [3] стационарная подвижность дырок в ПТФЭ с учетом захватов, определенная другими методами, составляет $10^{-13} \dots 10^{-15}$ м²/В·с, а подвижность электронов порядка 10^{-21} м²/В·с. Судя по полученному нами значению μ , подвижными носителями заряда при облучении ультрафиолетом являются дырки, как и предполагалось в модели. Низкая концентрация акцепторных примесных центров и их глубокое залегание обуславливает чрезвычайно низкую проводимость полимерных пленок ПТФЭ.

Литература

1. Collins, R. E. Analysis of Spatial Distribution of Charge and Dipoles in Electrets by a Transient Heating Technologies [Text] / R. E. Collins // J. Appl. Phys.—1976.— Vol. 47, Issue 11. — P. 4804–4808.
2. Collins, R. E. The Thermal Pulsing Technologies Applied to Polymer [Text] / R. E. Collins // Ferroelectrics. — 1981.—Vol. 33, Issue 1–4. — P. 65–74.
3. Сергеева, А. Е. Поляризация и пространственный заряд в сегнетоэлектрических полимерах [Текст] / А. Е. Сергеева, С. Н. Федосов. — Одесса: ТЭС, 2014. — 347 с.

УДК 621.319.2

ПЕРЕХОДНЫЕ ТОКИ В НЕПОЛЯРНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ЭЛЕКТРЕТАХ

Сергеева А. Е., д-р физ.-мат. наук, профессор, Федосов С. Н. д-р физ.-мат. наук, профессор
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Экспериментально установлено, что при освещении односторонне металлизированных короноэлектретов из политетрафторэтилена (ПТФЭ) возникают обратимые фототоки смещения, направление которых противоположно току, обусловленному движением поверхностных зарядов при тепловом расширении. Особенности фототоков объяснены наличием в пленках внутренней поляризации (гетерозаряда), возникающей в сильном поле, создаваемом захваченным на поверхности гомозарядом. Наличие в неполярных пленках гетерозаряда указывает на принципиальную возможность создания стабильных электретов, в которых постоянство электретного потенциала поддерживается за счет медленной самосогласованной релаксации гомо- и гетерозаряда.

It has been found experimentally that the reversible displacement photo-currents appear during irradiation of metallized from one side and corona poled polytetrafluoroethylene (PTFE) electret films: Direction of the current was opposite to that of the current caused by motion of the surface charges due to the thermal expansion. The features of the current are explained by presence of the internal polarization (heterocharge) in the bulk of the film. The polarization appears in high field created by the homocharge trapped on the surface. Existence of the heterocharge in non-polar films indicates that there is a possibility to develop stable electrets where stability of the electret potential is maintained as the result of a slow self-controlled relaxation of the homocharge and the heterocharge.

Ключевые слова: переходные токи, полимерные электреты, гомозаряд, гетерозаряд, ПТФЭ.

Введение. Исследование переходных фототоков широко применяется для изучения электретного состояния диэлектриков и диагностики объемного заряда в них [3, 4]. В обычной методике на обе поверхности плоского заряженного диэлектрика наносят электроды, закорачивают их и регистрируют ток, возникающий при облучении одного из электродов. Переходной ток обычно является результатом движения теплового импульса через объем диэлектрика с неоднородным распределением заряда. Для изучения электризованных пленок ПТФЭ применение такой методике нецелесообразно, так как избыточный заряд, находящийся в этом полимере на поверхности пленки или вблизи нее (гомозаряд) будет полностью скомпенсирован индуцированным зарядом ближайшего электрода [3]. Вследствие этого электрический отклик на облучение короткозамкнутых заряженных пленок ПТФЭ отсутствует.

Метод теплового импульса нами существенно модифицирован [4]. Облучению подвергали свободную (неметаллизированную) поверхность диэлектрика через сетчатый электрод, находящийся на рас-

стоянии 2...3 мм от поверхности, таким образом, электрическая цепь была разомкнута воздушным зазором, а диэлектрик находился в сильном поле захваченных при электризации зарядов.

В классической теории неполярных электретов стабильность электретного потенциала связывают с наличием гомозаряда, релаксация которого обусловлена проводимостью и движением гомозаряда в своем собственном поле [1, 2]. В настоящей работе экспериментально из анализа переходных фототоков показано, что в типичном неполярном диэлектрике — политетрафторэтилене (ПТФЭ) — наряду с гомозарядом при электризации в сильном поле образуется также внутренняя поляризация (гетерозаряд).

Эксперимент. Пленки ПТФЭ толщиной 10 мкм односторонне металлизировали испарением алюминия в вакууме. Свободную поверхность подвергали действию коронного разряда отрицательной полярности, возбуждаемого заостренным вольфрамовым электродом. Величину потенциала, до которого заряжали пленку (150...1200 В) задавали напряжением на управляющей сетке, расположенной между коронирующим электродом и поверхностью пленки. Электретный потенциал измеряли после электризации методом вибрирующего электрода с компенсацией поля в воздушном зазоре [1, 3]. Заряженные пленки освещали через металлическую сетку лампой мощностью 60 Вт, расположенной на расстоянии 6 см от сетки. Для устранения электрических помех при включении и выключении лампы применена механическая заслонка. Переходной ток между сеткой и тыльным электродом на пленке измеряли электрометром У5-6.

Результаты и их обсуждение. Как видно из рис. 1, импульсы тока при включении и выключении облучения фотолампой имеют одинаковую форму и обратимы. Установлено также, что ток при включении совпадал по направлению с током зарядки, величина потенциала пленок не изменялась в результате облучения (в пределах погрешности измерений ± 5 В), а интеграл от переходного тока составлял $\approx 0,5\%$ эффективной поверхностной плотности заряда.

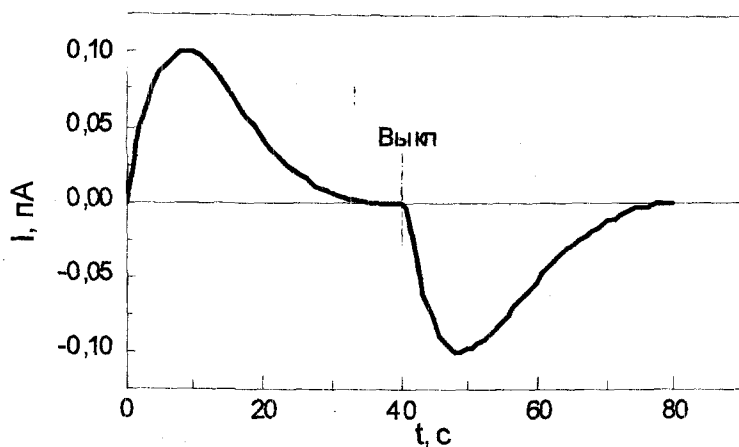


Рис. 1 — Переходной ток при включении и выключении облучения фотолампой пленок ПТФЭ толщиной 10 мкм, заряженных до потенциала — 300 В.

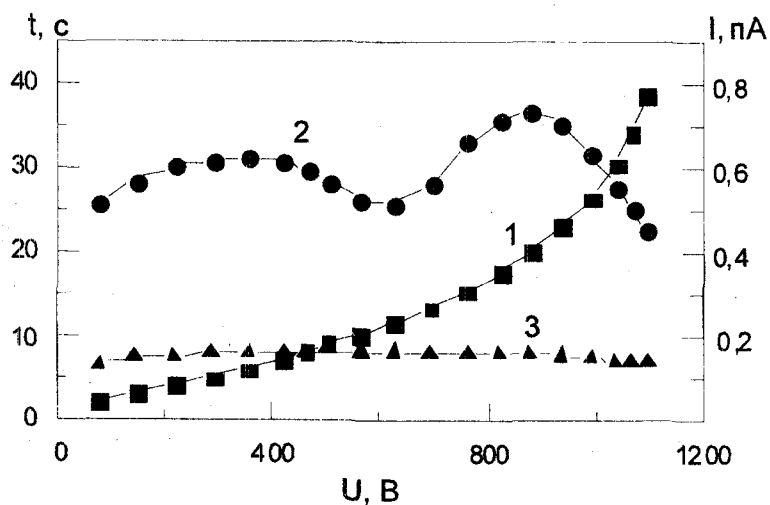
Время нарастания тока до максимума, как видно из рис. 2, было одинаковым при включении и выключении облучения и не зависело от электретного потенциала. Длительность импульса тока, за исключением аномалии при 600 В, возрастала в диапазоне напряжений 150...800 В, а максимум тока монотонно увеличивался с ростом потенциала. Длительностью импульса считали время, в течение которого ток уменьшался до 10% его максимального значения.

Известно, что электретный потенциал заряженных пленок уменьшается с течением времени [2, 3]. Как видно из рис. 3, в области сильных полей, несмотря на уменьшение потенциала, максимум переходного тока увеличивается. При начальном потенциале в 750 В переходной ток с течением времени не изменяется, а при 600 В — уменьшается. Принимая во внимание обратимость переходных фототоков, их иногда называют пирозлектрическими [5], хотя истинное пирозлектричество возможно лишь в нецентросимметричных кристаллах, к которым полимерные пленки ПТФЭ не относятся. Поскольку энергия фотонов видимого света значительно меньше глубины ловушек, в которых находятся захваченные заряды [2, 3], основным воздействием при таком облучении следует считать тепловое.

Причинами появления обратимых фототоков могут быть:

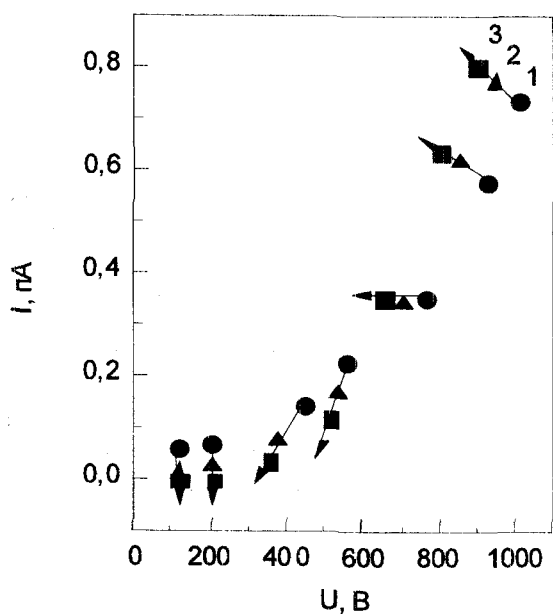
- неравномерное распределение захваченных зарядов по толщине пленки, неоднородность коэффициента линейного расширения;
- неравномерный нагрев и охлаждение (движение теплового импульса);

Время нарастания тока до максимума, как видно из рис. 2, было одинаковым при включении и выключении облучения и не зависело от электретного потенциала. Длительность импульса тока, за исключением аномалии при 600 В, возрастала в диапазоне напряжений 150...800 В, а максимум тока монотонно увеличивался с ростом потенциала. Длительностью им-



1 — максимум тока; 2 — длительность импульса тока;
3 — время достижения максимума тока

Рис. 2 — Параметры переходных токов при облучении пленок ПТФЭ, заряженных до разных потенциалов



1 — через 14 ч после зарядки; 2 — через 24 ч;
3 — через 48 ч

Рис. 3 — Зависимость максимума фототока от электретного потенциала

в) перераспределение индуцированных на электродах зарядов за счет изменения соотношения между толщиной пленки и шириной воздушного зазора;

г) обратимое изменение поверхностной плотности захваченных зарядов;

д) обратимое изменение внутренней поляризации.

Захваченные заряды в пленках ПТФЭ, как уже отмечалось, находятся не в объеме, а вблизи поверхности [3], поэтому первую из перечисленных выше причин можно не учитывать. Градиенты температуры также не могут играть существенной роли в появлении переходных токов, так как тепловая постоянная времени, как показал расчет, имеет порядок 1 мс, что значительно меньше временного масштаба наблюдаемых токов.

Ток, обусловленный перераспределением индуцированных зарядов, ничтожно мал, поскольку ширина воздушного зазора (2...3 мм) значительно больше толщины пленки (10 мкм). В то же время, форма переходного тока (рис. 1) позволяет предположить, что он образован из двух противоположно направленных и спадающих с разной скоростью составляющих, обусловленных обратимыми изменениями поверхностной плотности захваченного заряда (гомозаряда) и внутренней поляризации (гетерозаряда). Если наличие гомозаряда в заряженных коронной неполярных пленках является естественным с точки зрения современной феноменологической теории электретов Гросса-Свана-Губкина [1], то существование гетерозаряда, то есть внутренней медленно релаксирующей поляризации, можно связать только с наличием структурных дефектов и примесей. Образование диполей на месте этих неоднородностей, вероятно, индуцируется сильным внутренним полем, создаваемым захваченным на поверхности тонкой пленки гомозарядом.

Для анализа переходных процессов при облучении применимы полученные в работе [6] выражения для тока и электретного потенциала в диэлектрике толщиной x_1 , содержащем гомозаряд σ и гетерозаряд P :

$$i(t) = \frac{1}{1 + \varepsilon \frac{x_1}{x_0}} \left(\frac{d\sigma}{dt} - \frac{dP}{dt} \right) \quad (1)$$

$$U(t) = \frac{(\sigma - P)x_0}{\varepsilon_0 \varepsilon} \quad (2)$$

где ε_0 — электрическая постоянная;

ε — диэлектрическая проницаемость пленки;

x_1 — ширина воздушного зазора;

x_0 — толщина пленки.

При облучении и нагреве заряженной пленки поверхностная плотность заряда σ уменьшается, так как площадь поверхности увеличивается при неизменной величине заряда. Уменьшение гетерозаряда P вызвано, вероятно, тепловым разупорядочением диполей или квазидиполей, которое носит обратимый характер, так как оно происходит во внутреннем ориентирующем поле, создаваемом гомозарядом. Таким образом, при нагревании пленки в процессе ее облучения σ и P уменьшаются, что в соответствии с формулой (1) эквивалентно появлению двух составляющих тока, направленных в противоположные стороны. При выключении освещения обе составляющие меняют знак, что приводит к обратимости переходного тока.

Наряду с относительно быстрыми обратимыми (тепловыми) изменениями σ и P наблюдаются, вероятно, и более медленные. Так, увеличение амплитуды переходного тока в сильных полях (рис. 3) можно объяснить тем, что гетерозаряд растет даже после окончания электризации. При этом потенциал 600 В является, как видно из рис. 3, критическим. По-видимому, гетерозаряд не образуется в слабых полях.

Медленное необратимое уменьшение гомозаряда происходит, как известно, из-за наличия остаточной проводимости пленки и дрейфа гомозаряда в собственном поле. В результате электретный потенциал с течением времени уменьшается, что отрицательно сказывается на возможности практического применения электретов. Учет влияния гетерозаряда открывает новые пути повышения стабильности электретного потенциала. Как видно из формулы (2), потенциал может оставаться постоянным и при уменьшении σ , если вместе с этим уменьшается и гетерозаряд P .

Заключение. Таким образом, особенности переходных фототоков при облучении заряженных пленок ПТФЭ легко объяснимы, если считать, что кроме гомозаряда, инжектированного в пленку при ее электризации, при определенных условиях образуется и внутренняя поляризация (гетерозаряд). Косвенным подтверждением наличия гетерозаряда в неполярных электретах из ПТФЭ являются, на наш взгляд, также известные факты повышения электретного потенциала в начальной стадии нагрева пленок и обращение направления тока термически стимулированной деполяризации в опытах с диэлектрическим зазором [1, 3, 7]. Наличие гетерозаряда в неполярных пленках указывает на принципиальную возможность создания стабильных электретов на основе таких пленок, в которых постоянство потенциала поддерживается за счет медленной самосогласованной релаксации гомо- и гетерозаряда.

Литература

1. Сергеева, А. Е. Поляризация и пространственный заряд в сегнетоэлектрических полимерах [Текст] / А. Е. Сергеева, С. Н. Федосов. — Одесса: ТЭС, 2014. — 347 с.
2. Луцейкин, Г. А. Полимерные электреты [Текст] / Г. А. Луцейкин. — М.: Химия, 2008. — 180 с.
3. Electrets [Text] / Ed. G. M. Sessler. — Springer-Verlag.: Berlin. — 2003. — 437 p.
4. Collins, R. E. Practical Application of the Thermal Pulsing Technique to the Study of Electrets [Text] / R. E. Collins // J. Appl. Phys. — 1980. — Vol. 51, Issue 6. — P. 2973-2986.
5. Ванников, А. В. Радиационные эффекты в полимерах [Текст] / А. В. Ванников, В. К. Матвеев, В. П. Сичкарь — М.: Наука, 2002. — 270 с.
6. Van Turnhout, J. Thermally Stimulated Discharge of Polymer Electrets [Text] / J. Van Turnhout. — Amsterdam: Elsevier, 1975. — 333 p.
7. Сергеева, А. Е. Внутренняя поляризация в неполярных полимерных пленках [Текст] / А. Е. Сергеева, С. Н. Федосов, А. М. Миракьян // Физика твердого тела. — 1996. — Т.38, №9. — С. 2887-2889.

ТЕСТОВЫЕ САР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ИХ САМОНАСТРОЙКИ

Левинский М. В., аспирант

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье рассмотрен вопрос обоснованного выбора диапазонов настроечных параметров тестовых систем автоматического регулирования для исследования алгоритмов их самонастройки. Приведена базовая структура системы с самонастройкой к изменяющемуся коэффициенту передачи объекта управления. Обоснованы частотные свойства неконтролируемых возмущений, действующих на объект. Определена информативная полоса частот спектра регулируемой координаты при возрастании коэффициента передачи объекта управления.

Abstract: the question of a well-grounded choice of tuning parameters ranges of automatic control testing systems for their self-tuning algorithms research is considered. The basic structure of a self-tuning system with varying control object gain is brought. Main frequency characteristics of non-controllable disturbances which have effect on a control object are also justified here. Informative frequency band of a control variable spectrum during increasing gain of a control object is determined.

Ключевые слова: система автоматического регулирования, самонастройка коэффициента передачи, частотные характеристики.

Постановка задачи. При синтезе систем автоматического управления целого ряда технологических агрегатов, машин, установок оказывается, что их свойства как объектов управления (ОУ) известны неточно и, более того, могут меняться в широких пределах в различных режимах в процессе эксплуатации. В частности, к параметрам моделей ОУ, которые подвержены значительным изменениям, можно отнести коэффициент передачи k_o ОУ [1, 2].

Традиционные системы автоматического регулирования (САР), наиболее часто используемые в промышленности с ПИ- либо ПИД-алгоритмами [3], настраиваются наладчиками, как правило, на номинальные режимы работы и не в состоянии обеспечить требуемого качества регулирования и устойчивость системы при вариациях коэффициента передачи k_o ОУ.

В случае значительных неконтролируемых параметрических возмущений целесообразно использовать адаптивные системы управления и, в частности, самонастраивающиеся САР с замкнутым циклом адаптации [4, 5]. Однако применение таких систем на практике ограничено, что связано, на наш взгляд, с отсутствием достаточно простых («инженерных») методик синтеза таких систем. Для их разработки необходимо проведение специально организованных многофакторных компьютерных экспериментов.

Структурная схема и принцип работы самонастраивающейся САР. В процессе эксплуатации на ОУ действуют внешние неконтролируемые координатные $f_n(t)$ и параметрические $f_m(t)$ возмущения, а также шумы измерения $f_u(t)$, которые в общем случае представляют собой случайные процессы. При изменении режимов работы, а также вследствие процессов деградации оборудования изменяется, в частности, коэффициент передачи k_o ОУ. Регулятор САР стабилизирует регулируемую координату $y(t)$ на уровне u , подавляя низкочастотную составляющую $f_n(t)$, оставаясь работоспособным в некотором узком диапазоне изменений k_o ОУ. Шумы измерения $f_u(t)$ подавляются в системе цифровыми фильтрами низкой частоты (ФНЧ), которые обычно входят в состав регулятора.

Значительные параметрические возмущения $f_m(t)$, вызывающие изменения k_o , требуют перенастройки коэффициента передачи k_p регулятора САР в реальном времени для сохранения устойчивости системы. Эту функцию в САР с самонастройкой (САРС) выполняет блок самонастройки (рис. 1). В его состав входит модель ОУ, на вход которой подаётся управляющее воздействие $u(t)$ регулятора САР, и параметрический регулятор, стабилизирующий выход модели $u_m(t)$ на уровне выхода ОУ $y(t)$ за счёт изменения коэффициента передачи k_m модели. Другими словами, модель ОУ и параметрический регулятор выполняют текущую идентификацию коэффициента передачи k_m модели, отслеживая текущие изменения $k_o(t)$ ОУ.

Текущее значение $u_l(t)$, пропорциональное $k_m(t)$, а следовательно и $k_o(t)$, с выхода параметрического регулятора поступает также на вычислитель k_p , который определяет текущее значение $k_p(t)$, исходя из постоянства произведения $A_s = k_o \cdot k_p$, где A_s — некоторая константа, определяющая желаемый вид пе-

реходного процесса в САР. Передаточные функции регулятора $W^p(s)$, объекта $W^o(s)$ и его модели $W^m(s)$ с единичными коэффициентами усиления, а регулятор k_m представляет собой И-регулятор.

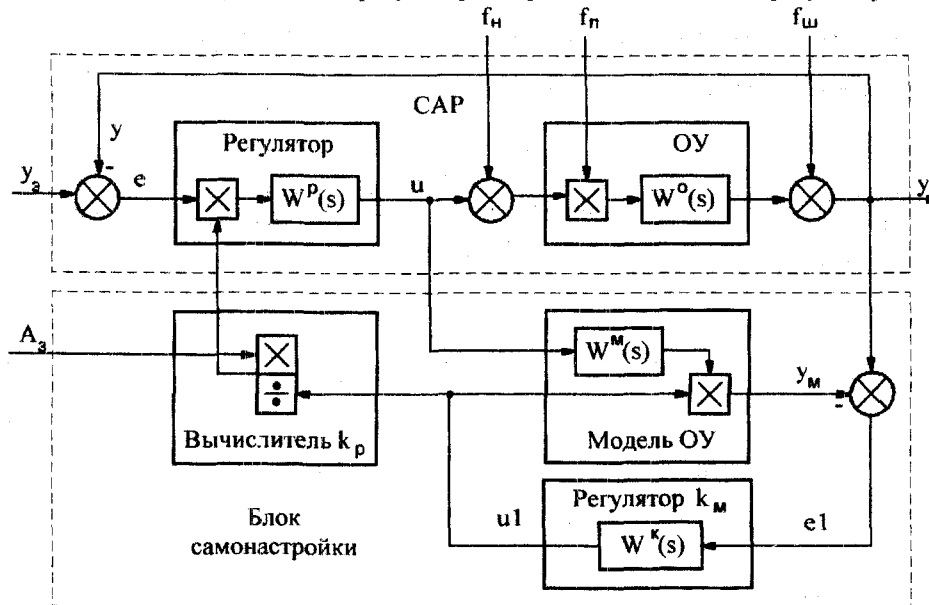


Рис. 1 — Базовая структурная схема САРС

Безусловно, реальные структуры САРС, способные обеспечить идентификацию $k_o(t)$ в условиях воздействия внешних неконтролируемых координатных возмущений $f_n(t)$ и шумов измерений $f_u(t)$ ещё подлежат определению в ходе дальнейших исследований, однако уже рассмотрение первоначальной базовой структуры САРС, представленной на рис. 1, позволяет сделать следующие предварительные замечания:

а) в САРС взаимодействуют два контура с обратной связью — по состоянию ОУ и параметрический, что обуславливает сложный характер их движения;

б) САРС является принципиально нелинейной системой, что требует дополнительного анализа её устойчивости;

в) повышение динамической точности САРС вступает в противоречие с повышением динамической точности параметрического контура, т.к. ухудшаются условия текущей идентификации $k_o(t)$.

Анализ и синтез САРС требуют предварительного проведения многофакторных компьютерных экспериментов и актуальной становится задача сокращения числа этих факторов.

Подготовка САРС как составляющей тестового объекта для компьютерных экспериментов. Для сокращения числа параметров ОУ воспользуемся следующим подходом. В качестве модели ОУ выбран статический объект первого порядка с запаздыванием и осуществлено нормирование его параметров:

$$W_o(s) = \frac{k_o}{T_o s + 1} \exp(-\tau_o s) \rightarrow \frac{\frac{k_o}{T_o} \exp(-\frac{\tau_o}{T_o} s)}{\frac{\tau_o}{T_o} s + 1} = \frac{k_o^H}{T_o^H s + 1} \exp(-\tau_o^H s); \quad t^H = \frac{t}{\tau_o}; \quad \omega^H = \frac{2\pi}{T/\tau_o}, \quad (1)$$

где k_o, k_o^H — коэффициент и нормированный коэффициент ОУ;

T_o, T_o^H — постоянная и нормированная постоянная времени ОУ;

τ_o, τ_o^H — время и нормированное время запаздывания ОУ;

t^H — нормированное время;

ω^H — нормированная частота.

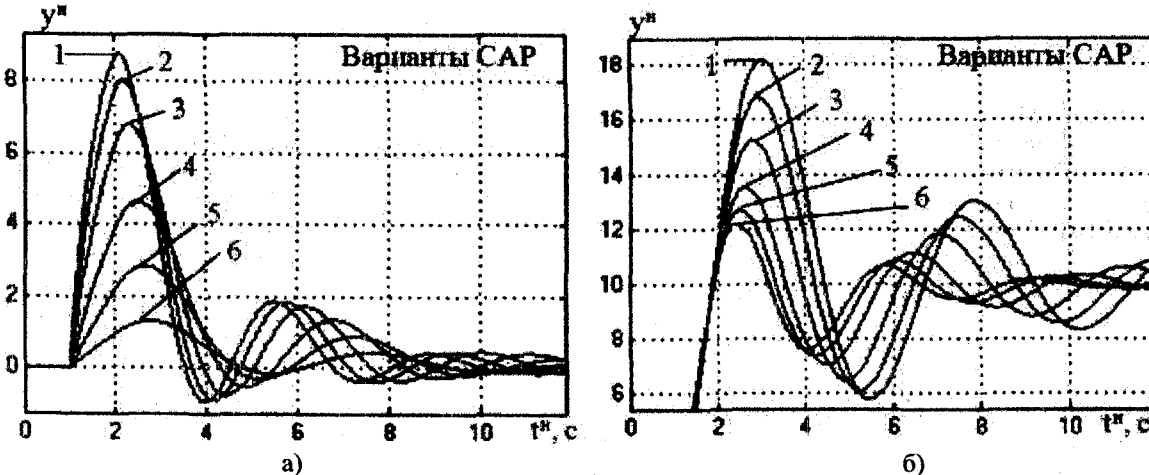
Варьируемым параметром вариантов ОУ выбрана нормированная постоянная времени. Оптимальные значения настроечных параметров ПИ-регулятора вариантов САРС получены в результате их оптимизации методом Нелдера-Мида по интегральному квадратичному критерию и сведены в таблицу 1. Оптимизи-

зання проводилась на основанні спеціально організованого комп'ютерного експеримента в середі імітаційного моделювання MATLAB Simulink [6].

Таблиця 1 — Варіанти досліджуваних САР і їх нормированні параметри

Варіант САР	Параметри ОУ і їх нормированні значення			Критерій оптимізації $I = \int e^2(t)dt$ нормированне значення при оптимальних аргументах, I^H	Параметри регулятора САР і їх оптимальні нормированні значення	
	коефіцієнт передачі, k_o^H	постійна часу, T_o^H	час запізнення, τ_o^H		коефіцієнт передачі, k_p^H	час ізодрома, $T_{из}^H$
1	1	10	1	3,61	10,84	4,19
2	1	4	1	15,9	4,45	3,44
3	1	2	1	38,7	2,24	2,66
4	1	1	1	72,0	1,3	1,85
5	1	2/3	1	90,6	0,97	1,46
6	1	0,5	1	101,1	0,81	1,24

Перехідні процеси, відповідні оптимальним значенням варіантів САР, приведені на рис. 2.



а) — по каналу неконтролюваних впливів; б) — по каналу задання

Рис. 2 — Перехідні характеристики варіантів САР

САРС робоспособна, якщо вдається розділити спектральний склад змін вихода ОУ $y(t)$, викликаних впливом зовнішніх неконтролюваних координатних впливів $f_n(t)$, від змін вихода ОУ $y(t)$, викликаних власним рухом системи при зміні $k_o(t)$. Для свідомого вибору спектрального складу $f_n(t)$ при моделюванні отримані частотні характеристики замкнених САРС по каналу зовнішніх впливів і шумів, а для оцінки запасів стійкості варіантів САРС по критерію Найквіста — частотні характеристики розкритих САРС. Приклади частотних характеристик САРС приведені на рис. 3.

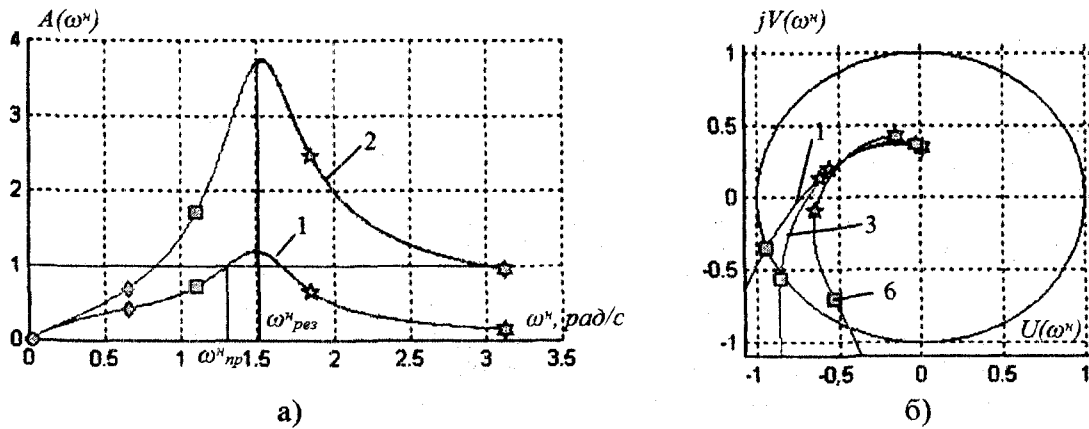
Значення нормированих граничних і резонансних частот сведені в таблицю 2, а значення запасів стійкості по амплітуді і по фазі сведені в таблицю 3.

Таблиця 2 — Значення граничних і резонансних частот варіантів САРС по каналу зовнішніх впливів

Варіант САР	1	2	3	4	5	6
Нормированна гранична частота, $\omega_{гр}^H$	—	—	1,31	1,17	1,1	1,05
Нормированна резонансна частота, $\omega_{рез}^H$	1,33	1,39	1,48	1,64	1,76	1,85

Таблиця 3 — Запаси устойчивости вариантов САР

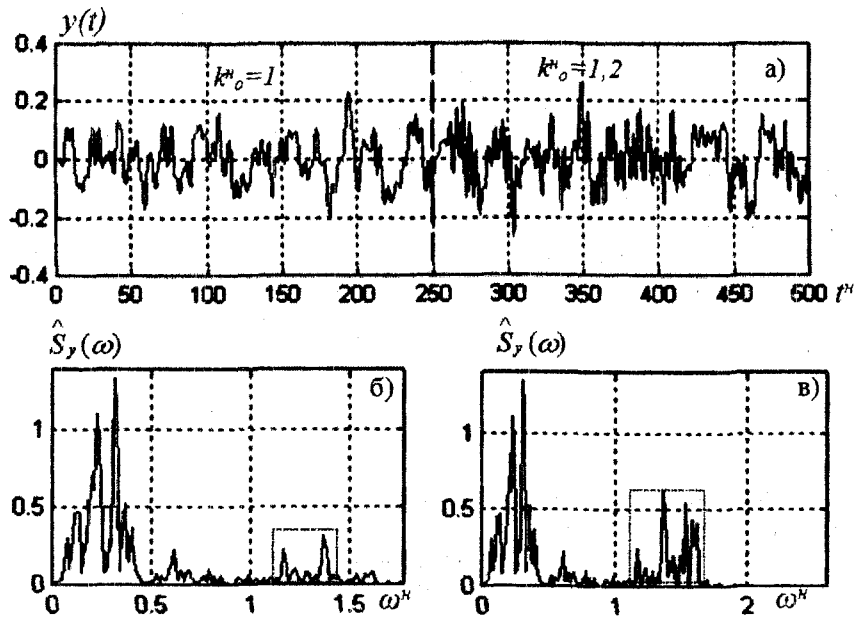
Вариант САР	1	2	3	4	5	6
Запас устойчивости по амплитуде, отн. ед	0,35	0,39	0,43	0,54	0,59	0,64
Запас устойчивости по фазе, рад	0,34	0,41	0,54	0,79	0,98	1,09



а) АЧХ замкнутой САР №3 1 — по каналу внешних возмущений, 2 — по каналу шумов;
 б) АФЧХ разомкнутых САР №1, САР №3, САР №6

Рис. 3 — Примеры частотных характеристик САР

Для генерации случайных возмущений $f_n(t)$ при моделировании САРС применен метод формирующего фильтра. В качестве фильтра выбран ФНЧ Баттерворта 4-го порядка с нормированной частотой среза $\omega_{cp}^H = 0,5$ рад/с, что соответствует области низких частот, в которых САР способны эффективно подавлять внешние возмущения. Моделирование САР при воздействии случайных возмущений $f_n(t)$ выявило информативную часть спектра регулируемой координаты $y(t)$, которую целесообразно использовать при построении усовершенствованных структур САРС. Как следует из рис. 4, в момент времени $t=250$ с при скачкообразном увеличении значения k_o ОУ с 1 до 1,2 изменяется не только дисперсия, но и спектральный состав $y(t)$, в том числе и за счёт изменений собственного движения САР.



а — реализация $y(t)$ при различных k_o ОУ; б — оценки спектра $y(t)$ при $k_o=1$;
 в — оценки спектра $y(t)$ при $k_o=1,2$

Рис. 4 — Иллюстрация влияния изменений k_o на спектральный состав $y(t)$

В оценках спектральной плотности мощности $y(t)$ увеличиваются составляющие спектра в диапазоне частот, близких к резонансной частоте САР. Выделение информативной части спектра $y(t)$ с помощью полосового фильтра позволяет оценить рост дисперсии сигнала в этой полосе, которая пропорциональна росту коэффициента передачи $k_o(t)$ ОУ.

Заключение. Разработанные варианты САР и модели координатных возмущений позволяют обоснованно подходить к организации многофакторных компьютерных экспериментов для исследования самонастраивающихся САР. Их конечная цель — определение структуры САРС и формулирование методик настройки их алгоритмов.

Литература

1. Изерман, Р. Цифровые системы управления [Текст]: пер. с англ. / Р. Изерман; ред. И. М. Макаров. — М.: Мир, 1984. — 541 с. : ил.
2. Мовчан, А. П. Адаптивні та параметрично-оптимальні системи управління [Текст]: навчальний посібник / А. П. Мовчан, О. В. Степанець — К.: НТУУ «КПІ», 2011. — 108 с.
3. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования [Текст]: справочное пособие / ред. А. С. Ключев. — 2-е изд., перераб и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 368 с.
4. Самонастраивающиеся системы [Текст]: справочник / А. Г. Ивахненко, П. И. Чинаев, Н. М. Чумаков; под общ. ред. П. И. Чинаева. — Киев: Наукова думка, 1969. — 528 с.
5. Александров, А. Г. Оптимальные и адаптивные системы [Текст]: учебное пособие / А. Г. Александров. — М.: Высшая школа, 1989. — 264 с.
6. Черных, И. В. SIMULINK: среда создания инженерных приложений [Текст] / И. В. Черных; под общ. ред. к. т. н. В. Г. Потемкина. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ. — 2003. — 491 с.: ил.

УДК 537.226:678.01

ПОСТРОЕНИЕ ПЕТЛИ ГИСТЕРЕЗИСА «ПОЛЯРИЗАЦИЯ – НАПРЯЖЕННОСТЬ ПОЛЯ» В СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРАХ

Федосов С. Н., д-р физ.-мат. наук, профессор, Сергеева А. Е., д-р физ.-мат. наук, профессор
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Предложен новый метод изучения гистерезиса поляризации — напряженность поля на основе соответствующего изучения экспериментально зарегистрированной кинетики электретного потенциала в процессе коронной электризации при постоянном токе зарядки. В тех же экспериментах измеряются эффективная удельная электропроводность и диэлектрическая постоянная. В качестве примера, получена зависимость $P(E)$ для поливинилиденфторида (ПВДФ), а также найдены значения коэрцитивного поля и остаточной поляризации.

A new method is proposed to study polarization - field hysteresis based on the appropriate treatment of experimentally recorded kinetics of the electret potential during the constant current corona poling. The apparent conductivity and the dielectric constant have been measured in the same experiments. As an example, the $P(E)$ dependence for polyvinylidene fluoride (PVDF) have been obtained, as well as values of the coercive field and the remnant polarization.

Ключевые слова: поляризация, сегнетоэлектрический гистерезис, ПВДФ

1. Введение. Поляризации (P) в сегнетоэлектрических полимерах зависит нелинейно от напряженности поля (E), так что функция $P(E)$ представляется петлей гистерезиса. Определение коэрцитивного поля (E_c) и остаточной поляризации (P_r) из этой зависимости является важным не только для выбора параметров электризации, но также для оценки пьезоэлектрических и пироэлектрических свойств поляризованных пленок. Для корректного получения функции $P(E)$, следует учитывать некоторые важные особенности. Прежде всего, обычно используемые схемы Сойера-Тауэра [1] не применимы в случае сегнетоэлектрических полимеров, так как максвелловское время релаксации находится в диапазоне сотен секунд [2]. Поэтому корректные измерения должны проводиться на инфранизких частотах. Кроме того, необходимо извлекать поляризационную составляющую из полного тока электризации и отделять ее от двух других компонент, соответствующих емкостному току и току проводимости. Кроме того, в расчетах функции

$P(E)$ необхідно учитивати значення ефективного опору і не можна брати значення діелектричної проникності (ϵ) із справочників із-за її сильної залежності від частоти, так як приведені значення, як правило, відповідають частоті 1 кГц. Все це особливості не були послідовально унесені раніше, хоча спроби отримати петлі гістерезису $P(E)$ в сегнетоелектричних полімерах делались неодноразово [3—5].

Стоїть відзначити, що майже всі дані про гістерезис $P(E)$ в сегнетоелектричних полімерах отримані шляхом прямого прикладання напруги до електродів зразка, в той час як в даний час звичайною практикою для електризації полімерів є використання коронного розряду.

Ми розробили новий метод отримання залежності $P(E)$ із експериментальної кінетики електризації при первинній коронній електризації постійним струмом, а також при повторній електризації і переключенні поляризації в коронному розряді протилежної полярності, але при тій же величині зарядного струму.

Розроблений нами метод суттєво відрізняється від описаного в роботі [4] тим, що ми використовували в розрахунках дійсне значення діелектричної проникності і не ігнорували ефективної удільної провідності, експериментально вимірюючи обидва параметри безпосередньо в процесі електризації.

2. Експеримент. Покажемо, як застосувати запропонований метод для знаходження залежності $P(E)$ в плівках полівиніліденфториду (ПВДФ). Екструдовані і одноосновно витягнуті плівки ПВДФ товщиною 25 мкм з електродами, нанесеними з однієї сторони зразка шляхом іспарення алюмінію в вакуумі, піддавали електризації в коронному триоді при постійному струмі [6].

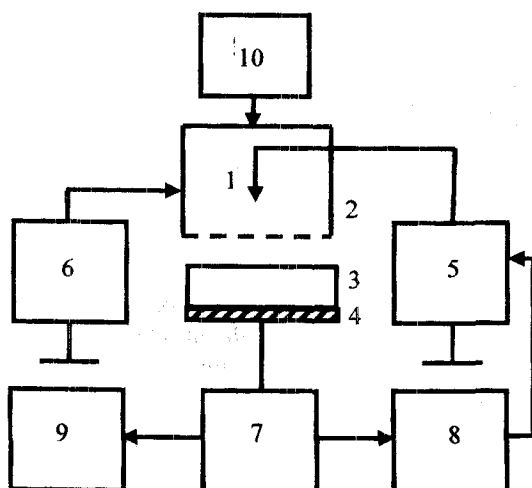
Блок-схема експериментальної установки показана на рис. 1. Коронний розряд був ініційований загостреним вольфрамовим електродом з негативним потенціалом, який керується схемою зворотного зв'язку для підтримання постійного струму. В той же час, постійний потенціал — 3 кВ прикладали до вібрируючої сітки, при цьому змінна складова струму була пропорційна різниці потенціалів між сіткою і поверхнею плівки, яку звичайно називають електричним потенціалом.

Для управління напругою коронного розряду використана постійна складова струму. В наших дослідах встановлювалась густина струму 100 мкА/м², а електричний потенціал $V(t)$ неперервно вимірювався і реєструвався самопишучим пристроєм.

3. Результати і обговорення. Три експериментальні криві кінетики електричного потенціалу показані на рис. 2. Крива 1 отримана при первинній електризації зразка. Крива 2 відповідає повторній електризації після короткого замикання зразка і зберіжки впродовж 5 хвилин. Крива 3 відповідає переключенню поляризації шляхом зміни полярності напруги на коронуючому електроді і сітці з мінуса на плюс.

Коли електричний потенціал при первинній електризації стає рівним потенціалу сітки, ланка зворотного зв'язку стабілізації зарядного струму відключається, щоб уникнути різкого зростання потенціалу і пробоя зразка.

Як видно з кривою 4 на рис. 2, струм після відключення ланки зворотного зв'язку зменшується від 100 мкА/м² до стаціонарного значення 9 мкА/м², розглядаємого як чистий струм провідності. Ми намірені довести, що дані, представлені на рис. 2, достатні для побудови функції $P(E)$, тобто для графічного зображення петлі гістерезису.



1 — коронуючий електрод; 2 — вібрируюча керуюча сітка; 3 — зразок; 4 — електрод нанесений в вакуумі; 5 — джерело напруги на коронуючому електроді; 6 — джерело напруги на сітці; 7 — розподіль постійної і змінної складових зарядного струму; 8 — ланка зворотного зв'язку; 9 — самопишучий пристрій реєстрації електричного потенціалу; 10 — електро механічний вібратор.

Рис. 1 — Блок-схема експериментальної установки

Используем в расчетах приближение однородного поля и поляризации в направлении толщины образца, то есть P и E считаются только функциями времени. Тогда можно записать следующее уравнение для полной плотности тока

$$i(t) = \epsilon\epsilon_0 \frac{dE(t)}{dt} + \frac{dP(t)}{dt} + g \cdot E(t), \quad (1)$$

где ϵ — диэлектрическая постоянная;

ϵ_0 — электрическая постоянная;

g — эффективная удельная проводимость.

Интегрируя уравнение (1) в течение долгого времени и учитывая, что $V(t) = d_0 \cdot E(t)$, где $V(t)$ — экспериментально измеряемый электретный потенциал, d_0 — толщина образца, получаем

$$\frac{\epsilon\epsilon_0}{d_0} [V(t) - V(0)] + P(t) - P(0) + \frac{g}{d_0} \int_0^t V(t') dt' = i_0 t \quad (2)$$

Уравнение (2) справедливо для всех трех экспериментальных кинетик, показанных на рис. 2, но при разных начальных условиях, а именно

$$V_1(0) = 0; P_1(0) = 0; \text{ (первичная электризация)} \quad (3a)$$

$$V_2(0) = 0; P_2(0) = P_2(t) = P_s; \text{ (повторная электризация)} \quad (3b)$$

$$V_3(0) = 0; P_3(0) = P_s \text{ (переключение поляризации)} \quad (3c)$$

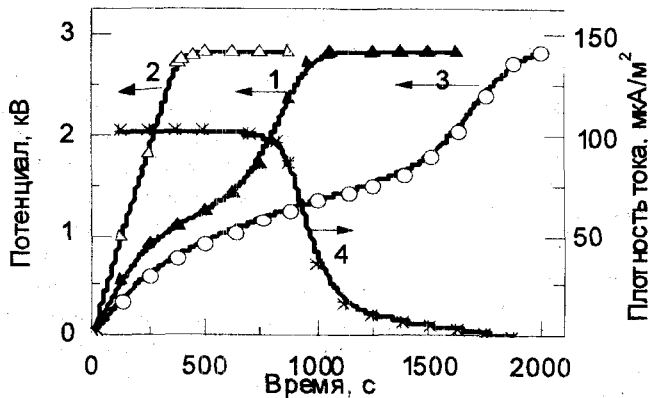
Индексы при V и P указывают на номер эксперимента, P_s — поляризация насыщения, соответствующая напряжению V_s . Если напряжение V_s и плотность стационарного тока i_s известны, то можно вычислить эффективную удельную проводимость g и диэлектрическую проницаемость ϵ с учетом экспериментальной кривой $V_2(t)$ (рис. 2, кривая 2) и уравнений (2) и (3b)

$$g = \frac{d_0 i_s}{V_s}, \quad (4)$$

$$\epsilon = \left[\frac{1}{\epsilon_0} V_2(t) \right] \left(i_0 d_0 t - g \int_0^t V_2(t') dt' \right) \quad (5)$$

Далее можно получить уравнение для кинетики первичной электризации с учетом экспериментальной кривой $V_1(t)$ (рис. 2, кривая 1), а также из уравнений (2) и (3a)

$$P_1(t) = i_0 t - \frac{\epsilon\epsilon_0}{d_0} V_1(t) - \frac{g}{d_0} \int_0^t V_1(t') dt' \quad (6)$$



1 — в течение первичной электризации ПВДФ в коронном разряде; 2 — повторная электризация; 3 — переключение поляризации при постоянном токе 100 мкА/м^2 ; 4 — временная зависимость тока после окончания первичной электризации.

Рис. 2 — Кинетика электретного потенциала

$d_0=25 \text{ мкм}$, $i_s=9 \text{ мкА/м}^2$ и $V_s=2,9 \text{ кВ}$, из уравнения (4) рассчитана величина $g = 8 \cdot 10^{-14} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$. Из кри-

Часть функции $P(E)$, связанную с первичной электризацией, можно найти из уравнения (6) и экспериментальной кривой $V_1(t)$, исключая время в качестве параметра. Аналогично можно записать уравнение для кинетики переключения

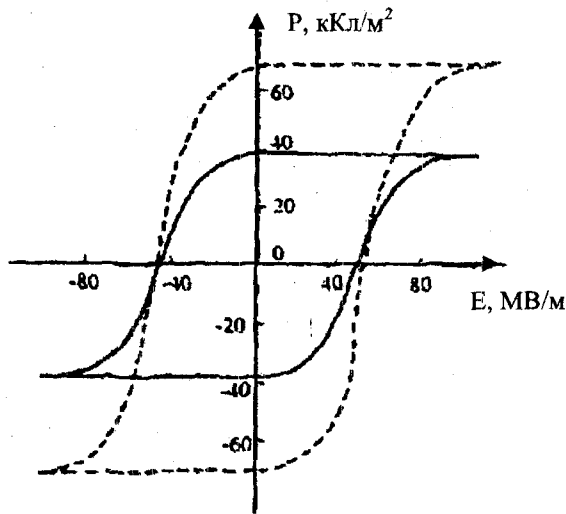
$$P_3(t) = \frac{\epsilon\epsilon_0}{d_0} V_3(t) + P_s + \frac{g}{d_0} \int_0^t V_3(t') dt' - i_0 t \quad (7)$$

Часть функции $P(E)$, соответствующая переключению поляризации, находится из экспериментальных значений $V_3(t)$ (рис. 2, кривая 3) и расчета поляризации $P_3(t)$ в соответствии с формулой (7) в те же моменты времени.

Экспериментально было обнаружено, что кинетики электретного потенциала в течение последующих переключений не отличаются от $V_3(t)$. Это указывает на то, что петли гистерезиса $P(E)$ замкнуты (рис. 3).

Обсудим численные значения параметров, используемых в расчетах по формулам (4)–(7). Учитывая, что

вой 2 на рис. 2 в определенной точке, например, $t_1=250$ с и $V_2(t_1)=1,76$ кВ, получаем $\int_{t_1}^{t_2} V_2(t') dt' = 2,2 \cdot 10^5$ В·с. Подставляя эти данные в уравнение (5) и учитывая, что $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м и $i_0=100$ мкА/м² находим $\epsilon=40$. Затем из уравнения (6) рассчитаем P_s в момент, соответствующий третьей части кривой 1 на рис. 2, где поляризация завершена, например, при $t_2=900$ с и $V_1=2,9$ кВ. Интегрируя кривую 1 на рис. 2, графически получаем $\int_0^{t_2} V_1(t') dt' = 13 \cdot 10^5$ В·с и, подставляя результат в уравнение (6), находим $P_s=42$ мКл/м². Для получения коэрцитивного поля, нужно найти точку на кривой 3 рис. 2, в которой поляризация, рассчитанная по формуле (7), равна нулю. Эта точка в нашем случае соответствует $t_3=650$ с и $V_3(t_3)=1,2$ кВ. Наконец вычисляем коэрцитивное поле $E_c = \frac{V_3(t_3)}{d_0} = 48 \frac{МВ}{м}$.



Петли гистерезиса, рассчитанные из экспериментальных данных рис. 2 в соответствии с предложенным методом (сплошная линия) и в предположении $g=0$ и $\epsilon=10$ (пунктирная линия).

Рис. 3 — Петли гистерезиса $P(E)$ в пленках ПВДФ

Как видно из кривой 3 на рис. 2, переключение поляризации происходит за время порядка 1800 с. Это означает, что одна петля гистерезиса завершается в течение одного часа, т.е. эквивалентная частота эксперимента составляет $2,8 \cdot 10^{-4}$ Гц. На рис. 3 показано, что если пренебречь проводимостью и не учитывать частотную зависимость диэлектрической постоянной, получается ошибка около 80%. В результате, величина остаточной поляризации P_s будет в значительной степени завышена. Относительно высокое значение диэлектрической проницаемости ($\epsilon=40$) на сверхнизких частотах объясняется, вероятно, миграцией и медленным накоплением зарядов на границах кристаллитов (эффект Максвелла-Вагнера).

4. Заключение. Мы считаем, что разработанный нами метод изучения $P(E)$ гистерезиса в сегнетоэлектрических полимерах обеспечивает более точные и надежные значения коэрцитивного поля и остаточной поляризации, чем другие методы.

Литература

1. Lines, M. *Ferroelectrics and Related Materials* [Text] / M. Lines M., A. Glass. – Pergamon Press, N Y. – 2008. – 736 p.
2. Сергеева, А. Е. Поляризация и пространственный заряд в сегнетоэлектрических полимерах [Текст] / А. Е. Сергеева, С. Н. Федосов. – Одесса: ТЭС, 2014. – 347 с.
3. Furukawa, T., Factors governing ferroelectric switching characteristics in thin films of VDF/TrFE copolymers [Text] / T. Furukawa, T. Nakajima, Y. Takahashi // Proc. Int. Symp. Electrets, ISE – 2005 – № 12. – P. 129–131.
4. Alves, N. Measuring hysteresis loops of ferroelectric polymers using the constant charging current corona triode [Text] / N. Alves, J. A. Giacometti, O. N. Oliveira // Rev. Sci. Instr. – 1991. – Vol. 26. – P. 1840–1843.
5. Furukawa, T. *Ferroelectric Properties of VDF Copolymers* [Text] / T. Furukawa // Phase Transitions – 1989. – Vol. 18. – P. 143–211.
6. Giacometti, J. A. Corona Charging of Polymers: Recent Advances on Constant Current Charging [Text] / J. A. Giacometti, S. Fedosov, M. M. Costa. // Braz. J. Phys. – 1999. – Vol. 29, Issue 2. – P. 269–279.

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ МЕМБРАН ВАКУУМНИХ КРИШОК: ПРОГИН, ТОВЩИНА

Ватренко О. В., д-р техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В статті виконано моделювання деформаційної поведінки мембран металевих кришок консервної скляної тари під час зберігання та оброблення пакованої продукції. На базі основного розрахункового рівняння в середовищі MATLAB R2008a було розроблено комп'ютерну програму для розрахунку залежності «тиск—прогин» та представлення її в графічному вигляді. Отримано деформаційні характеристики мембран залежно від зміни початкового прогину та товщини жерсті. Показано, що модель в якісному плані відповідає загальній картині роботи мембран і може використовуватись для удосконалення мембран та пояснення їх роботи зі зміною початкового прогину і товщини жерсті.

The article is devoted to deformation behavior modeling of lid membranes for glass can while storing and processing of packing products. Based on the basic equation a computer program has been developed in MATLAB R2008a for calculating dependence "pressure—deflection" and presenting it graphically. Membrane deformation characteristics have been obtained depending on the change of initial deflection and tin thickness. The article showed that model is corresponding to the overall picture of the membranes in terms of quality and can be used for improving membranes and providing an explanation for their work with changing initial deflection and thickness of tin.

Ключові слова: мембрана, втрата стійкості, критичний тиск, початковий прогин, вакуум, математична модель.

Світовий ринок харчових продуктів висуває досить жорсткі вимоги до захисних властивостей упаковки, особливо для продуктів тривалого зберігання та дитячого харчування, часто пакованих у скляну тару. Такі вимоги нерідко вступають у протиріччя з загальносвітовими тенденціями до ресурсозбереження та зменшення матеріалоемності упаковки.

Поширеним засобом фіксації початкового відкриття упаковки та герметичності системи закупорювання скляної тари є спеціальний рельєф центральної частини поля металевих кришок відомий як "контрольна кнопка". Цей рельєф являє собою пружну мембрану, розташовану в центрі поля кришки. Мембрана виконує функцію індикатора, який в залежності від її стану — втягнутого або опуклого — свідчить про наявність або відсутність в упаковці вакууму, а отже, про її герметичність та сигналізує про її початкове відкриття.

В залежності від виду та режимів теплової обробки пакованої продукції, типорозміру скляної тари кришки виготовляються з жерсті різної товщини. Більшість кришок з мембранами на ринок України постачається закордонними виробниками, які мають значний досвід їх виробництва. Вітчизняні виробники кришок типу III, намагаючись задовольнити потреби ринку, також розпочали або будуть вимушені розпочати виробництво кришок з мембранами. Однак наявність мембрани ускладнює виробництво кришок через ускладнення штампового оснащення, необґрунтованість конструкції мембран та застосування жерсті з різними властивостями, а також незначний досвід їх виробництва або його відсутність. Загалом цей напрямок досліджень пов'язаний з удосконаленням технологій пакування, що забезпечують тривалий термін зберігання високої біологічної цінності продуктів харчування.

Питання розрахунку гнучких металевих пластинок розглядаються в теорії пружності. Зокрема в роботі [1] описана робота круглих гнучких пластинок з початковим прогином, закріплених у різний спосіб, за різних, відносно прогину, напрямків дії навантаження. Є роботи закордонних авторів, зокрема робота [2], де розрахунки гнучких пластин здійснюються методом скінченних елементів, що суттєво ускладнює розрахунки, хоча може дати досить точні результати. Стосовно консервної галузі були здійснені дослідження стійкості поля кришок типу I та типу III. Так в роботі [3], здійснено аналітичне та експериментальне дослідження стійкості поля кришок типу I з жерсті зменшеної товщини. В роботі [4] розглянуто питання стійкості поля кришок типу III-82, пов'язане зі зменшенням товщини жерсті. Розраховано критичний тиск на поле для різної товщини та твердості жерсті. Перевірено стійкість кришок для найбільш несприятливих випадків у процесі стерилізації консервів.

В роботі [2] здійснено розрахунки та аналіз гнучких пластин, які перенесли великі переміщення. У випадку мембран кришок мають місце невеликі порівняно з товщиною переміщення. В дослідженнях проведених автором раніше [4], поле кришки типу III розглядалося у варіанті без "контрольної кнопки"

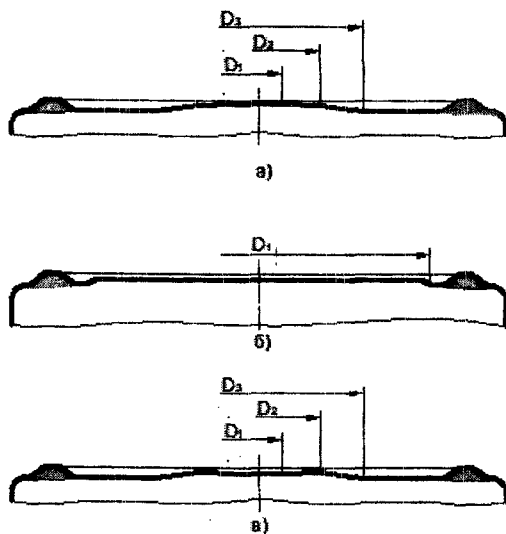
або її наявності нехтували. Конструкція кришок типу I є застарілою і взагалі не передбачає наявності додаткової мембрани. В роботах [5—6] надано опис конструкції та принципу роботи мембран вакуумних металевих кришок для скляної тари. На базі математичного апарату теорії пластин та оболонок, з використанням методів інтегрування наведена методика наближеного розрахунку робочої частини мембрани та отримано рівняння взаємозв'язку тиску, геометричних параметрів та товщини мембрани.

Однак моделювання деформацій мембран в залежності від зміни їх основних характеристик та оцінки роботи математичної моделі, по відношенню до реальних об'єктів, виконано не було.

Мета даної статті полягає у визначенні характеристик деформації мембран залежно від зміни початкового прогину та товщини жерсті, з'ясуванні їх впливу на належне функціонування мембран та оцінку роботи математичної моделі за допомогою якої здійснювалося моделювання.

Кришки системи ТО за конструкцією поля виготовляються у двох модифікаціях з “кнопкою” та без “кнопки”, відповідно до замовлення (рис. 1 а та 1 б). Надалі “кнопку” називатимемо мембраною.

Вакуумні кришки з мембранами виготовляються рядом закордонних фірм. Мембрани функціонують за принципом контрольованої втрати стійкості (рис. 1 в). Вони втрачають стійкість не від якимось чином створеного зовнішнього тиску, а від виникнення вакууму в тарі, який спричиняє перепад тиску на поле кришки. Надалі цей перепад тиску називатимемо тиском.



а) мембрана в ненавантаженому стані;
б) без мембрани; в) мембрана у стані втрати стійкості

Рис. 1 — Поле кришки системи ТО

жорсткості для робочої частини мембрани, тобто виділяє контрольну кнопку в окрему функціональну одиницю на полі кришки, називатимемо її опорним конусом. Дотримуватимемось розрахункової схеми в якій робочий конус зацмелений по контуру, з вільним радіальним зміщенням точок контуру (рис. 2).

Базова математична модель для аналізу роботи мембран [5], отримана на основі математичного апарату теорії пластин та оболонок з використанням методів інтегрування, має вигляд:

$$\frac{8}{3}Df - \frac{PR^4}{24} + \frac{1}{28}E\delta(f^3 - 3f^2f_m + 2f_m^2f) = 0 \quad (1)$$

де f_m, f — початковий та додатковий прогини центра мембрани;

P — тиск (навантаження) на мембрану;

R — радіус контуру мембрани ($D_2/2$, (рис. 1));

E — модуль нормальної пружності матеріалу мембрани;

δ — товщина мембрани (жерсті);

μ — коефіцієнт Пуассона матеріалу мембрани.

Після перетворень основне розрахункове рівняння (1) було подано в загальній формі кубічного рівняння, тобто формули Кардано, і набуло вигляду прийняттого для програмування і комп'ютерного моделювання

Значення критичних тисків втрати стійкості та відновлення початкової форми, які визначають робочий інтервал функціонування існуючих мембран, загалом відомі і надаються фірмами-виробниками кришок. Отже завдання роботи полягає у тому, щоб шляхом математичного моделювання описати функціонування існуючих мембран. Якщо характеристика мембрани згідно моделі буде відображати роботу реальних об'єктів, то математична модель, за допомогою якої відбулося моделювання і створена на її основі комп'ютерна програма, може використовуватися при проектуванні нових та удосконаленні існуючих мембран.

Робочою частиною мембрани є пласка кругова ділянка діаметром D_1 , та кільцева конічна ділянка з малим кутом нахилу твірної діаметром D_2 . Робоча частина є найбільш чутливою до перепаду тиску і зазнає найбільших деформацій, називатимемо її робочим конусом. Зовні від робочої частини розташована інша кільцева конічна ділянка з більшим кутом нахилу твірної діаметром D_3 , за рахунок чого ця ділянка в процесі функціонування мембрани є менш активною і більш жорсткою. Вона служить вузлом

$$\zeta^3 - 3\zeta_{nc}\zeta^2 + 2\left(\zeta_{nc}^2 + \frac{28}{9} \frac{1}{1-\mu^2}\right)\zeta - \frac{7}{6}P^* = 0 \quad (2)$$

де $\zeta_{nc} = \frac{f_{nc}}{\delta}$ та $\zeta = \frac{f}{\delta}$ — початковий та додатковий безрозмірні прогини центра мембрани;

$P^* = \frac{PR^4}{E\delta^4}$ — безрозмірний тиск на мембрану.

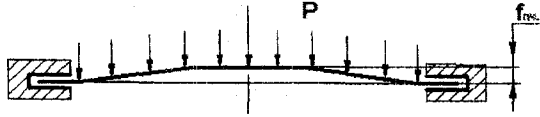


Рис. 2 — Схема закріплення мембрани

Комп'ютерне моделювання виконувалося в середовищі MATLAB R2008a. На основі формули Кардано було розроблено комп'ютерну програму для розрахунку ζ та P^* і подальшого представлення залежності «тиск—прогин» ($P^*(\zeta)$) в графічному вигляді. В результаті розв'язання кубічного рівняння використовувались лише дійсні корені.

На рис. 3 показані характеристики роботи мембран кришки ТО-82 для деяких можливих значень початкових безрозмірних прогинів $f_{nc2}=0,20$ мм, $\zeta_{nc2}=1,11$; $f_{nc3}=0,25$ мм, $\zeta_{nc3}=1,39$; $f_{nc4}=0,30$ мм, $\zeta_{nc4}=1,67$, а також для порівняння характеристика мембрани з нульовим $f_{nc1}=0$ мм, $\zeta_{nc1}=0$ початковим прогином. Інші геометричні та механічні параметри: $\delta=0,18$ мм; $R=12$ мм; $\mu=0,35$; $E=190 \cdot 10^9$ Па. Вони відповідають параметрам для маловуглецевої сталі.

Рівняння (2) можна виписати також в такій формі

$$\zeta^3 - 3\zeta_{nc}\zeta^2 + 2\zeta_{nc}^2\zeta + \frac{16}{3} \frac{1}{1-\mu^2}\zeta = \frac{7}{6}P^* \quad (3)$$

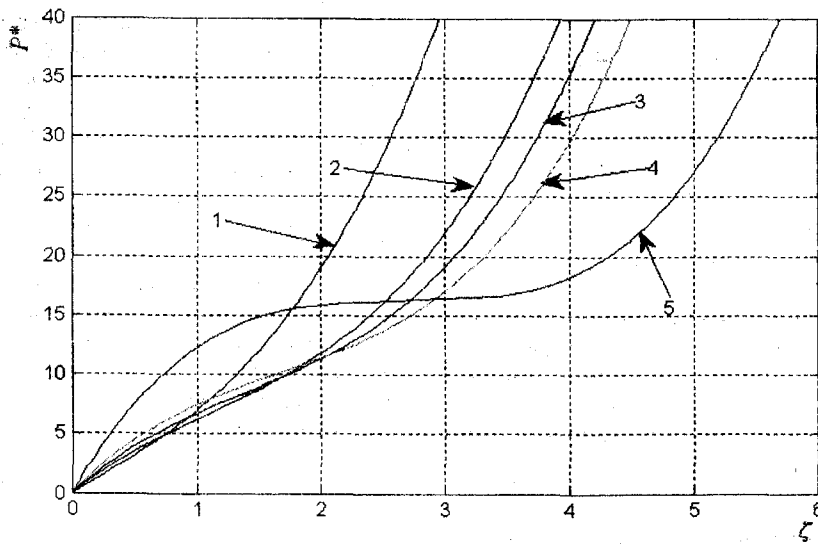
Тоді після перетворень отримаємо рівняння (2) в іншій загальній формі

$$A(\zeta^3 - 3\zeta_{nc}\zeta^2 + 2\zeta_{nc}^2\zeta) + B\zeta = P^* \quad (4)$$

де A та B — коефіцієнти.

Двічі диференціюємо (4)

$$\frac{d^2 P^*}{d\zeta^2} = 6(\zeta - \zeta_{nc}) \quad (5)$$



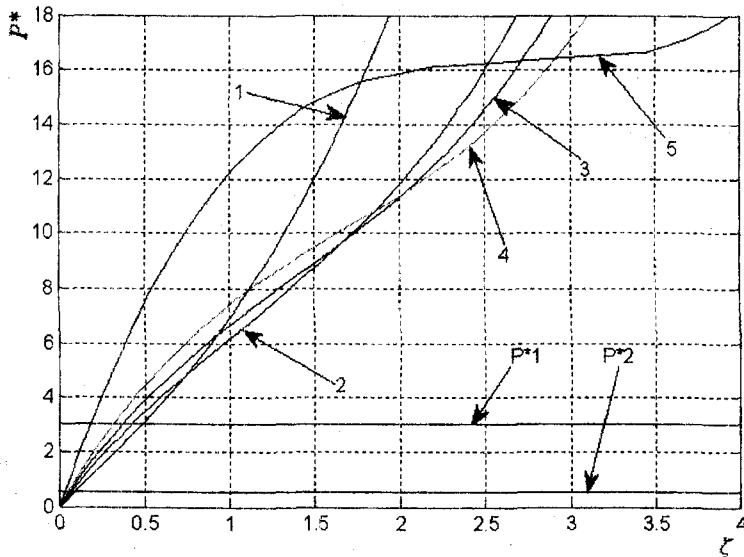
1 — $\zeta_{nc1}=0$; 2 — $\zeta_{nc2}=1,11$; 3 — $\zeta_{nc3}=1,39$; 4 — $\zeta_{nc4}=1,67$; 5 — $\zeta_{nc5} \approx 2,67$.

Рис. 3 — Залежність між тиском та прогином для мембран металевих кришок

З рис. 3 видно, що крива 1, яка відповідає $\zeta_{nc}=0$, являє собою відому характеристику плоскої мембрани. Подібну характеристику буде мати поле кришки без мембрани (рис. 1 б). Збільшення початкового прогину від ζ_{nc2} до ζ_{nc4} викликає порушення монотонності ходу кривої. Для точки $\zeta=\zeta_{nc}$ згідно (5) кожна крива, яка має порушення монотонності ходу, матиме точку перегину.

Зі зростанням початкового прогину порушення монотонності ходу кривої зростає. Порушення монотонності свідчить про наявність ділянки нестійкого режиму роботи мембрани. Цей режим роботи має місце в певному інтервалі, а саме

між критичними тисками P_1^* (тиск втрати стійкості) та P_2^* (тиск розвантаження) (рис. 4). Він і є режимом контрольованої втрати стійкості.

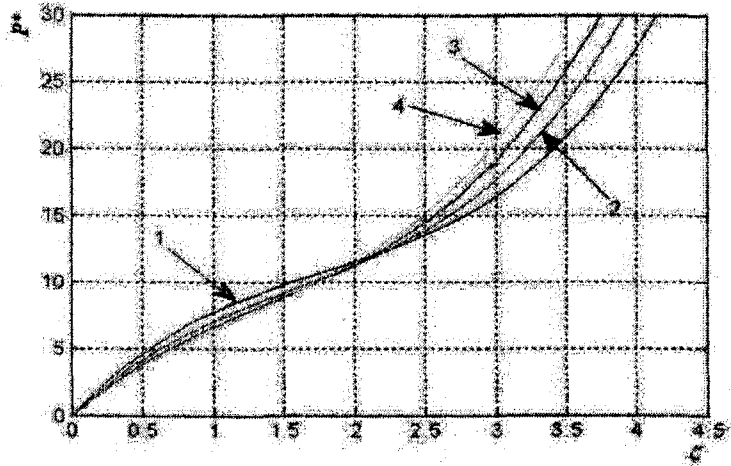


P_1^* — критичний тиск втрати стійкості; P_2^* — критичний тиск розвантаження. 1 — 5 дивись рис. 3.

Рис. 4 — Робочий інтервал тиску мембран металевих кришок

раніше, вже при $\zeta_{пч2}=1,11$, причому в режимі контрольованої втрати стійкості Отже, порушення монотонності ходу кривої чітко вказує на наявність ділянки нестійкого режиму.

Розглянемо далі деформаційні характеристики мембрани кришки ТО-82 для деяких можливих значень товщини жерсті $\delta_1=0,14$ мм; $\delta_2=0,16$ мм; $\delta_3=0,18$ мм; $\delta_4=0,20$ мм. Інші геометричні та механічні параметри: $f_{пч}=0,25$ мм; $R=12$ мм; $\mu=0,35$; $E=190 \cdot 10^9$ Па.



1 — $\delta_1=0,14$ мм; 2 — $\delta_2=0,16$ мм; 3 — $\delta_3=0,18$ мм; 4 — $\delta_4=0,20$ мм

Рис. 5 — Залежність між тиском та прогином для мембран металевих кришок

Загалом можна констатувати, що в даному випадку нестійкий режим роботи є необхідною умовою функціонування мембран, заради цього він власне і потрібний, тобто є явищем корисним. Однак зі збільшенням $\zeta_{пч}$ інтервал між критичними тисками P_1^* та P_2^* по осі ординат буде розширюватися. Це означає, що нижній тиск, тобто тиск розвантаження, P_2^* може досягти значення 0 і перетнути вісь абсцис, тоді мембрана після втрати стійкості і розвантаження в початкове положення не повернеться і збереже пружний залишковий прогин.

При збільшенні початкового прогину понад $f_{пч5}=0,48$ мм, $\zeta_{пч5} \approx 2,67$ (рис. 3, крива 5) на кривій з'явиться петля. В суворому математичному плані ділянка нестійкого режиму роботи, згідно з розглядуваною моделлю, з'являється за умови появи на кривій ділянки від'ємної похідної, розташованої між двома екстремальними точками (перша — початок, друга — закінчення петлі), які відповідають критичним тискам. На цій ділянці зростання прогину ζ відбуватиметься при зменшенні навантаження P^* .

Однак, як показує практика для розглянутих мембран нестійкий режим роботи має місце значно

Із рис. 5 видно, що криві мають порушення монотонності ходу кривої, яке залежить від товщини жерсті. Зі зменшенням товщини порушення монотонності зростає. Загалом зростання порушення монотонності кривої $P^*(\zeta)$ означає зростання $\zeta_{пч}$, це видно також з рис. 3. І дійсно, кожну мембрану залежно від товщини можна охарактеризувати безрозмірним початковим прогином: $\delta_1=0,14$ мм, $\zeta_{пч1}=1,78$; $\delta_2=0,16$ мм, $\zeta_{пч2}=1,56$; $\delta_3=0,18$ мм, $\zeta_{пч3}=1,39$; $\delta_4=0,20$ мм, $\zeta_{пч4}=1,25$. Хоча абсолютний початковий прогин $f_{пч}=0,25$ мм при цьому залишається сталим.

Тиск розвантаження p_2 пов'язаний з глибиною вакууму у тарі. Якщо вакуум буде падати і досягне нуля, як правило це означатиме, що тара негерметична. Але, якщо тара при цьому все ж герметична, а отже продукт якісний, але в тарі відсутній вакуум, то мембрана цього сигналізувати не буде, що є неприпустимим, оскільки наявність вакууму є однією з головних умов утримання кришки на банці при транспортуванні скляної тари з нарізними затворами.

Отже, якщо тиск p_2 зрівняється з 0 або перетне нульову лінію мембрана припинить фіксувати (шляхом відновлення початкової форми) відсутність вакууму в тарі. Таким чином збільшувати $f_{пч}$ або зменшувати δ (що є ідентичним) можна лише до певної межі інакше мембрана втратить функціональність.

Висновки.

1. Деформаційні характеристики мембран показують, що порушення монотонності ходу кривої означає появу нестійкого режиму роботи, який є режимом контрольованої втрати стійкості.

2. Порушення монотонності ходу кривої вказує на наявність режиму контрольованої втрати стійкості задовго до появи на ній петлі.

3. Деформаційні характеристики мембран показують, що зменшення товщини мембрани δ впливає на її властивості аналогічно до збільшення безрозмірного початкового прогину $\zeta_{пч}$.

4. Якщо існує необхідність дотримання режиму контрольованої втрати стійкості то збільшувати $f_{пч}$ або зменшувати δ слід дуже обережно, оскільки після втрати стійкості мембрана може перейти в режим пластичних деформацій і зберегти пружний залишковий прогин, втративши функціональність.

5. Модель в якісному плані відповідає описаній вище загальній картині роботи мембран і може використовуватись для удосконалення мембран та пояснення їх роботи.

В подальшому планується розглянути вплив зміни конструкції мембрани на її функціональність.

Література

1. Вольмир, А. С. Гибкие пластинки и оболочки [Текст] / А. С. Вольмир. – М.: Изд-во технико-теоретической лит., 1956. – 419 с.
2. Frank Pai, P. Total-Lagrangian Formulation and Finite-Element Analysis of Highly Flexible Plates and Shells [Text] / P. Frank Pai. // Mathematics and Mechanics of Solids. – 2007. – Vol. 12, Issue 2, – P. 213–250.
3. Котельников, А. Ф. Исследование условий изготовления и применения крышек из тончайшей жести для стеклянной консервной тары [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.14: защищена 27.04.73: / Котельников Анатолий Феофанович. – О., 1973. – 196 с.
4. Ватренко, О. В. Перевірка стійкості поля кришок типу III-82 [Текст] / О. В. Ватренко // 36. наук. праць ХДУХТ. – 2009. – № 9. – С. 313–318.
5. Ватренко, О. В. Мембрани кришок консервної скляної тари (обґрунтування їх роботи) [Текст] / О. В. Ватренко // Упаковка. – 2014. – № 6. – С. 26–29.
6. Ватренко, О. В. Аналіз роботи мембран кришок консервної скляної тари [Текст] / О. В. Ватренко // Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки. – 2014. – № 2(85). – С. 142–148

УДК 7.05-047.44:664.013

ОЦЕНИВАНИЕ УРОВНЯ ДИЗАЙНА НА ПРИМЕРЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Иванова Л. А., д-р техн. наук, профессор, Котлик С. В., канд. техн. наук, доцент,
Помазенко М. А., инженер

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Разработан метод и показатели для оценивания уровня дизайна технологического оборудования для пищевой промышленности. Выполнено оценивание уровня дизайна с использованием предложенного метода, комплексных и единичных показателей на примере зерновых сепараторов.

Представлены номенклатура, экспериментальные количественные значения показателя интегрального технического уровня оборудования. Показаны ранжировка и эстетические границы единичных показателей дизайна технологического оборудования.

The method and the indicators for assessment of the process equipment design level for the food-manufacturing industry are developed. The evaluation of the design level is performed using the proposed method, complex and simple indicators for the case study of grain separators.

The nomenclature, experimental quantitative values of the equipment integrated engineering level indicator are presented. The classification and the aesthetic boundaries of simple indicators of processing equipment design are shown.

Ключевые слова: дизайн, технологическое оборудование, оценивание, показатели, патент на промышленный образец.

В XXI веке под промышленным дизайном (индустриальным, техническим) понимается как проектная художественно-конструкторская деятельность, так и её результаты в виде различных материальных объектов бытового и промышленного назначения [1].

Дизайн является одним из важнейших факторов в повышении конкурентоспособности товаров народного потребления (ТНП) и весьма существенным для технологического оборудования. Например, в пищевой промышленности при оценивании интегрального технического уровня, коэффициент весомости показателя дизайна (уровня технической эстетики) для бытовых холодильников составляет 0,15 ед. [2]. Однако, фактический технический уровень технологического оборудования, серийно изготавливаемого в постсоветских странах, значительно уступает иностранным аналогам и, в частности, по дизайну [3]. Поэтому задача повышения уровня дизайна технологического оборудования для пищевой промышленности является весьма актуальной.

В Украине разработан стандарт (ДСТУ 3963-2000) для машин и устройств бытового назначения, в котором указана номенклатура комплексных показателей, характеризующих уровень эстетичности устройств; художественная выразительность, рациональность формы; целостность композиционно-пластического решения формы; совершенство производственного исполнения и сохранность товарного вида [4]. Поэтому, одним из направлений решения проблемы повышения уровня дизайна технологического оборудования, является разработка метода его оценивания с использованием не только качественных показателей уровня дизайна, но и использования их количественных характеристик. Например, применительно к ТНП, комплексный показатель «художественная выразительность» включает пять единичных показателей: образная выразительность, оригинальность, стилевая определённость, соответствие моде, декоративная выразительность [1—2]. Однако, применительно к оцениванию дизайна технологического оборудования, такие показатели как стилевая определённость, соответствие моде и декоративная выразительность практически не актуальны. Это обусловлено тем обстоятельством, что для технологического оборудования выразительность его образа в процессе проектирования формируется применительно к функциям оборудования. Учитывая оптимальное комфортное взаимодействия человека (оператора) в системе «человек — оборудование — окружающая среда», образ реализуется во внешней форме оборудования средствами промышленного производства. Поэтому номенклатура комплексных и единичных показателей эстетичности для технологического оборудования должна быть уточнена и трансформирована применительно к его виду: оборудование для сепарирования; оборудование для охлаждения; оборудование для сушки; оборудование для выпечки; оборудование для приготовления пищи в бытовых условиях (газовые и электроплиты, холодильники, мочные устройства и др.). При этом для технологического оборудования бытового назначения, например холодильника, комплексный коэффициент весомости его эстетического показателя (a_{sc}) может быть равен или выше коэффициента эргономичности холодильника (a_{sp}). Однако, для технологического оборудования промышленного назначения, комплексный коэффициент весомости эргономического показателя (a_{sp}) должен быть выше, чем комплексный коэффициент весомости показателя дизайна (a_{sc}) при оценивании интегрального технического уровня оборудования. Например, если при оценивании технического уровня бытового холодильника $a_{sc}=a_{sp}=0,15$ ед. [2], то для оценивания интегрального технического уровня промышленного технологического оборудования можно рекомендовать следующие количественные значения показателей: $a_{sc}=0,12$ ед., $a_{sp}=0,18$ ед. При эксплуатации технологического оборудования в системе «оборудование — человек — окружающая среда» показатели эргономичности более значимы, чем показатели эстетичности оборудования, так как обеспечивают не только комфортность, но и безопасность работы человека [4].

Другие комплексные показатели уровня дизайна технологического оборудования (рациональность формы, целостность её композиционно-пластического решения) также должны быть уточнены применительно к технологическому оборудованию посредством номенклатуры и количественных значений их единичных показателей.

При выполнении оценивания уровня дизайна применяются различные виды процедуры и методы эстетической оценки [2]. В этих процедурах и методах оценивание проводится с базовым отечественным и модернизированным объектом техники. Поэтому, достижение превышения технического уровня, вклю-

чая дизайн, происходит в сравнении с лучшим иностранным объектом техники. Достижение соответствия лучшим иностранным образцам по уровню дизайна возможно посредством использования при оценивании дополнительного показателя: наличие (или отсутствие) патента на промышленный образец.

Единичными показателями уровня художественно-конструкторского решения могут быть: уровень новизны патента, оригинальность художественно-технического решения, уровень сложности решённой дизайнерской задачи.

Задачей исследования является разработка номенклатуры и количественных показателей для оценивания дизайна технологического оборудования в пищевой промышленности. В табл. 1 представлены рекомендуемые комплексные и единичные показатели дизайна, уточнённые и трансформированные применительно к технологическому оборудованию, интегральный технический уровень ($K_{инт}$) которого выражается формулой:

$$K_{инт} = a_1 + a_2 + a_3 + a_{эп} + a_{эс}, \quad (1)$$

где $K_{инт}$ — интегральный технический уровень технологического оборудования, ед.;

a_1 — комплексный показатель производительности оборудования, ед.;

a_2 — комплексный показатель материалоемкости оборудования, ед.;

a_3 — комплексный показатель эргономичности оборудования, ед.

Таблица 1 — Количественные значения комплексных показателей интегрального технического уровня оборудования

Обозначение комплексного показателя	a_1	a_2	a_3	$a_{эп}$	$a_{эс}$
Количественное значение показателя, ед.	0,3	0,15	0,25	0,18	0,12

Максимальное значение $K_{инт}$ при использовании выражения 1 и количественных значений комплексных показателей из табл. 1 составит: $K_{инт} = 0,3 + 0,15 + 0,25 + 0,18 + 0,12 = 1,0$.

В табл. 2 представлены рекомендуемая номенклатура комплексных и единичных показателей для технологического оборудования, их обозначение для оценивания показателя уровня дизайна по качественным и количественным характеристикам (выражение 2).

$$a_{эс} = a_{эс}^1 + a_{эс}^2 + a_{эс}^3 + a_{эс}^4, \quad (2)$$

где $a_{эс}^1$ — комплексный показатель образной выразительности дизайна, ед.;

$a_{эс}^2$ — комплексный показатель рациональности формы, ед.;

$a_{эс}^3$ — комплексный показатель целостности композиционно-пластического решения формы, ед.;

$a_{эс}^4$ — комплексный показатель совершенства производственного исполнения, ед.

С учётом номенклатуры единичных показателей и обозначений, принятых в табл. 2, выражение 2 примет вид:

$$a_{эс} = a_{эс}^1 + a_{эс}^2 + a_{эс}^3 + a_{эс}^4 = (a_{эс1}^1 + a_{эс2}^1 + a_{эс3}^1) + (a_{эс4}^2 + a_{эс5}^2 + a_{эс6}^2) + (a_{эс7}^3 + a_{эс8}^3 + a_{эс9}^3) + (a_{эс10}^4 + a_{эс11}^4 + a_{эс12}^4) \quad (3)$$

Принимаем комплексные показатели уровня дизайна $a_{эс}^1, a_{эс}^2, a_{эс}^3, a_{эс}^4$ равнозначными, при оценивании и равными 0,03 ед. каждый в случае их максимального значения. В этом случае максимальный уровень дизайна соответствует его значению, рекомендованному в табл. 1.

$$a_{эс} = a_{эс}^1 + a_{эс}^2 + a_{эс}^3 + a_{эс}^4 = 0,03 + 0,03 + 0,03 + 0,03 = 0,12 \text{ ед.}$$

Единичные значения комплексных показателей дизайна (табл. 2) оцениваются экспертным методом с использованием следующей ранжировки и количественных значений (табл. 3)

Таким образом, в случае, если значение трёх единичных показателей, характеризующих комплексный показатель, например, $a_{эс}^1$ (табл. 2) в процессе оценивания определены, как «лучшие», то количественное значение комплексного показателя составит (табл. 3):

$$a_{эс}^1 = a_{эс1}^1 + a_{эс2}^1 + a_{эс3}^1 = 0,01 + 0,01 + 0,01 = 0,03 \text{ ед.}$$

В случае, если указанные значения определены как «удовлетворительные», количественное значение этого показателя (табл. 3) составит: $a_{эс}^1 = 0,18 \text{ ед.}$

$$a_{эс}^1 = a_{эс1}^1 + a_{эс2}^1 + a_{эс3}^1 = 0,006 + 0,006 + 0,006 = 0,018 \text{ ед.}$$

Таблица 2 — Номенклатура показателей для количественного оценивания уровня дизайна технологического оборудования

Комплексный показатель и его обозначения	Единичные показатели и их обозначения
Образная выразительность	Образная выразительность, обусловленная функциями оборудования, $a_{эс1}^1$
	Информационная выразительность систем, органов управления и контроля, за работой оборудования, $a_{эс2}^1$
	Художественно-графическая выразительность, сочетаемость цветовых и графических элементов на внешней поверхности оборудования, $a_{эс3}^1$
Рациональность формы, $a_{эс}^2$	Соответствие формы назначению оборудования, $a_{эс4}^2$
	Соответствие формы конструктивно-компоновочной схеме оборудования, $a_{эс5}^2$
	Соответствие формы технологии изготовления оборудования, $a_{эс6}^2$
Целостность композиционно-пластического решения формы, $a_{эс}^3$	Целостность объемно-пространственной формы оборудования, $a_{эс7}^3$
	Органичность взаимосвязи элементов формы оборудования, $a_{эс8}^3$
	Соподчинённость основных и вспомогательных элементов формы оборудования его размерам и пропорциям, $a_{эс9}^3$
Совершенство производственного исполнения, $a_{эс}^4$	Чёткость исполнения контуров и заданной чистоты обработки поверхностей, $a_{эс10}^4$
	Качество нанесённого покрытия и его соответствие условиям эксплуатации оборудования, $a_{эс11}^4$
	Чёткость выполнения надписей, товарного знака изготовителя, эмблемы предприятия изготовителя и др., $a_{эс12}^4$

Таблица 3 — Ранжировка и эстетическая градация единичных показателей дизайна технологического оборудования

Обозначение единичных показателей дизайна	Ранжировка единичных эстетических показателей	Количественное значение эстетической градации, ед.
$a_{эс1}^1, a_{эс2}^1, a_{эс3}^1$	лучший	0,01
$a_{эс4}^2, a_{эс5}^2, a_{эс6}^2$	средний	0,008
$a_{эс7}^3, a_{эс8}^3, a_{эс9}^3$	удовлетворительный	0,006
$a_{эс10}^4, a_{эс11}^4, a_{эс12}^4$	низкий	0,004
	крайне низкий	0,002

В случае, если количественное значение в оцениваемом образце, эксперт определит уровень дизайна как «лучший», а технологическое оборудование не имеет патента на промышленный образец, подтверждающий его «мировую новизну», то эксперту в выводах по оцениванию необходимо отметить, что «уровень дизайна не соответствует мировому по новизне и оригинальности, вследствие отсутствия патента на промышленный образец». Отсутствие патента не позволяет или делает крайне рискованным экспорт изделия, например, в виде технологического оборудования из-за возможности нарушения экспортёром прав патентовладельцев на изделия — аналоге, например, на рынке в странах ЕС.

Таким образом, дизайн оборудования должен быть не только новым и оригинальным, но и юридически подтверждённым, и защищённым патентом на промышленный образец (Design Patent).

Патентно-правовым подтверждением и признаком соответствия дизайна технологического оборудования «мировому уровню» является наличие патента на промышленный образец (Design Patent), выдан-

ного, например, в одной или нескольких стран ЕС в соответствии с Договором о патентной кооперации (РСТ). Если патент на промышленный образец выдан в одной из стран СНГ, например в Украине, дизайн оборудования соответствует «лучшему отечественному уровню». В случае отсутствия патента мировая новизна и оригинальность дизайна на оборудования не подтверждены, поэтому оцениваемое оборудование по уровню дизайна следует отнести, как не соответствие, лучшему отечественному уровню. Дополнительным признаком инновационности технологического оборудования, содержащего основополагающее изобретение в виде патента либо патента на промышленный образец, является его экспорт в страны ЕС, США или Японию.

С использованием разработанного метода проведено качественное и количественное оценивание технологического оборудования на примере зерновых сепараторов с равной производительностью, но различным уровнем дизайна (рис. 1 и 2).

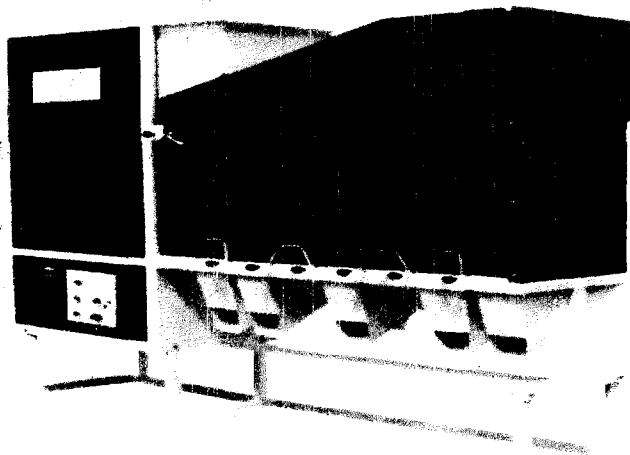


Рис. 1 — Дизайн зернового сепаратора модели ИСМ—10 производительностью 10 т/ч

Пример 1. Предприятие в Украине выпускает зерновые сепараторы модели ИСМ—10, производительностью 10 т/ч, массой 360 кг, энергопотреблением 1,5 кВт для очистки и калибровки любых зерновых культур. Дизайн зернового сепаратора модели ИСМ—10 (без циклона для сбора отходов).

Пример 2. Другое предприятие в Украине выпускает зерновые сепараторы модели САД—10 производительностью 10 т/ч, массой 505 кг, электропотреблением 5,8 кВт для очистки и калибровки любых зерновых культур. Дизайн зернового сепаратора модели САД—10 (без циклона для сбора отходов).

Провести оценивание дизайна сепараторов моделей ИСМ—10 и САД—10 можно с использованием табл. 2 и 3, патентно-правовых показателей и странам

экспорта.

В табл. 4 представлены результаты оценивания уровня дизайна сепараторов методом количественного подхода.

Таблица 4 — Результаты оценивания уровня дизайна зерновых сепараторов методом количественного подхода

Наименование комплексного показателя и его обозначение	Ценностная градация зернового сепаратора, ед.	
	ИСМ—10	САД—10
Образная выразительность, a_{zc}^1	0,026	0,03
Рациональность формы, a_{zc}^2	0,03	0,03
Целостность композиционно-пластического решения, a_{zc}^3	0,026	0,03
Совершенство производственного исполнения, a_{zc}^4	0,026	0,026

По формуле 2 и данным табл. 4 находим количественный показатель уровня дизайна зернового сепаратора модели ИСМ—10: $a_{zc} = 0,108$ ед.; количественный показатель сепаратора модели САД—10: $a_{zc} = 0,116$ ед. В материалах по рекламе сепаратора модели ИСМ—10 есть данные о наличии патента на промышленный образец, выданный в Украине. Поэтому можно сделать вывод, что дизайн сепаратора модели ИСМ—10 соответствует лучшему отечественному уровню.

В материалах по рекламе сепаратора модели САД—10 имеется информация о наличии патента на промышленный образец и шести патентах на изобретения на способ и устройства для очистки зерна. Патенты выданы как в России, так и ряде стран ЕС. Сепараторы модели САД—10 экспортируются в 37 стран мира, включая США. Поэтому дизайн сепаратора модели САД—10, его конструкция и технология соответствует лучшим мировым аналогам.

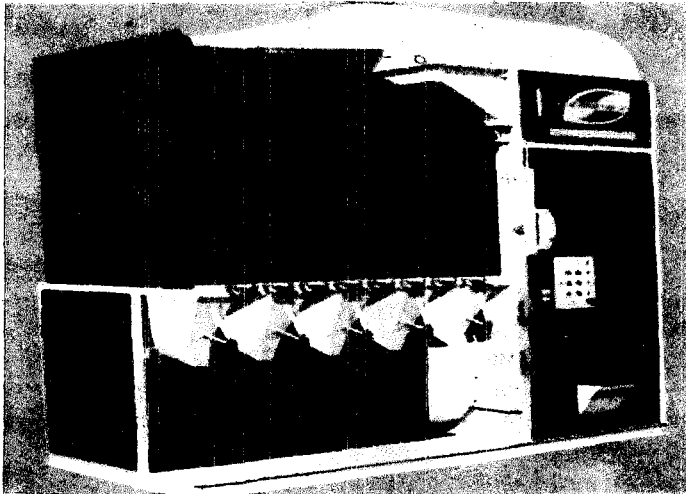


Рис. 2 — Дизайн зернового сепаратора мод. САД—10
производительностью 10 т/ч

Выводы

1. Разработан метод и предложены комплексные и единичные показатели для количественного и качественного оценивания уровня дизайна, применительно к технологическому оборудованию для пищевого производства.

2. На примере зерновых сепараторов проведено оценивание уровня дизайна с использованием предлагаемого метода и показателей.

Литература

1. Егоров, Б. В. Технический дизайн [Текст]: учебное пособие / Б. В. Егоров, Л. А. Иванова, С. В. Котлик. — Л.: «Магнолия 2006», 2013. — 319 с.
2. Даниляк, В. И. Эргодизайн, качество, конкурентоспособность [Текст] / В. И. Даниляк, В. М. Мунипов, М. В. Федоров — М.: Издат. стандартов, 1990. — 200 с.
3. Машины и аппараты пищевых производств [Текст]: учеб. пособие для вузов по напр. "Пищевая инженерия": В 3-х кн. / Под ред. В. А. Панфилова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: КолосС, 2009. — (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). — ISBN 978-5-9532-0508-5. Кн. 1. — 2009. — 608 с.
4. ДСТУ 3963-2000 Дизайн і ергономіка. Класифікація і номенклатура дизайнових та ергономічних показників якості побутових машин та приладів [Текст]. — [Чинний від 2001-01-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2000. — 42 с. — (Нац. стандарт України).

УДК 621.763-034.1:[666.363]:005.332.4

РАСЧЕТ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Иванова Л. А., д-р техн. наук, профессор, Косицын Н. О., ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Проведён расчёт конкурентоспособности процесса формообразования изделий из разрабатываемого композиционного материала на основе неметаллической матрицы и металлического наполнителя.

Построены диаграмма соотношения факторов конкурентоспособности изделий из композиционного материала на основе кремнеземистых смесей с введением тонкомолотых металлических и стеклообразующих компонентов и зоны конкурентоспособности, для чего были сравнены два метода изготовления втулки — традиционный и шликерный.

The calculation of competitiveness of the product forming process for the forming of the developed composite material based on a non-metallic matrix and metal filler is performed. The diagram of the ratio of competitiveness factors for the products made of composite material based on silica compounds with the introduction of fine ground metal and glass-forming components and the competitiveness band are constructed, two methods of bushing manufacturing — traditional and slip process — were compared for this purpose.

Ключевые слова: конкурентоспособность, композиционный материал, формообразование, шликерный метод, диаграмма.

Прогнозирование применения эффективных технологий и материалов в различных отраслях промышленности представляется одним из приоритетов научно-технологического и инновационного развития.

Особое значение имеет разработка новых композиционных материалов в области строительной индустрии. Новизна ингредиентов, усовершенствование способов их получения, сочетание параметров процесса их измельчения и режимов формообразования различных конструкций являются основами в теории и практике материаловедения.

В условиях рыночной экономики вопросы экономической эффективности новых материалов, а точнее их конкурентоспособности, исследователи разрабатывают и методы расчета оценивания процессов получения композиционных материалов, которые тесно связаны с определением стоимости интеллектуальной собственности.

В отличие от предприятий, на которых используются новые технические решения (объекты интеллектуальной промышленной собственности), в большинстве научных и образовательных организациях патенты, полезные модели находятся на начальной стадии жизненного цикла и зачастую не внедряются в промышленности, не доводятся до стадии промышленных образцов.

Научно-прикладные разработки (НИОКР) новых материалов и технологий, выполняемые в вузах и научно-исследовательских, к сожалению, опираются на финансирование в определенных объемах и выполняются на устаревшей материально-технической базе. Например, в США стоимость оценивания рядовой научно-прикладной НИОКР включает следующее [1]:

- затраты на НИОКР (1000 человек с зарплатой 10 \$ в час — 10000 \$);
- участие сторонних организаций — 5000 \$;
- выполнение исследований и маркетинга — 10000 \$;
- прибыли на инвестиции — 2000 \$;
- на 2 года (10 %) — 4000 \$;
- итого стоимость НИОКР — 41000 \$.

В основу расчёта принята методика определения зоны конкурентоспособности при предварительной оценке затрат на организацию выпуска изделий из предлагаемого нового композиционного материала [2—3]. Доступность воплощения любой сложной конфигурации изделий с меньшими затратами по сравнению с традиционными способами является одним из главных показателей экономичности. Как показали результаты исследования и практическая апробация, предлагаемый композиционный материал, на основе неметаллической матрицы и металлического наполнителя, обладает преимуществом: система золь — гель при введении АНР-6 обеспечивает сокращение периода затвердевания с 240 до 10 мин при шликерном методе формообразования. В технологической карте общее время на период изготовления изделия указывается по операциям. В табл. 1 приведена технологическая карта изготовления детали (втулки) двумя методами: традиционным и шликерным на основе предлагаемого композиционного материала [2].

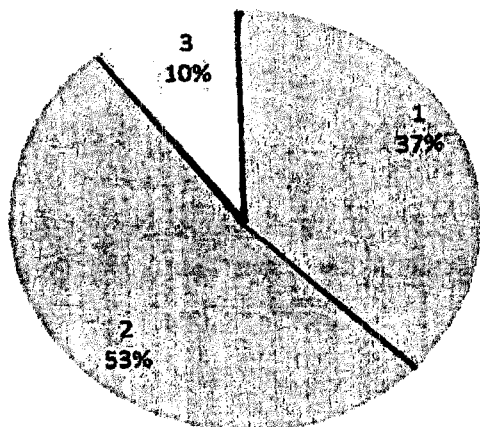
Таблица 1 — Технологическая карта изготовления

Операция	Продолжительность, мин	
	традиционный метод	шликерный метод
Помол компонентов	380	180
Просеивание компонентов	30	30
Смешивание компонентов	30	30
Введение связующего	10	—
Введение отвердителя в шликер	20	3
Отверждение в гидрофильной оснастке	240	10
Проваливание	160	80
Прессование	10	—
Сушка	2880	1400
Термическая обработка	460	420
Суммарная продолжительность	4220	2153
Цена изделия, усл. ед.	127	50,5

Для определения соотношения факторов конкурентоспособности изделий, выполненных из композиционного материала, на малодоходном рынке использовали данные выполненных исследований [4] и использовали диаграмму соотношения факторов конкурентоспособности (рис. 1).

Конкурентоспособность характеризует способность продукции противостоять другой продукции этого же назначения на определенном сегменте рынка. Большинство теоретических исследований посвящается проблемам повышения конкурентоспособности. Конкурентоспособность продукции может быть определена только в результате ее сравнения с другой продукцией, а следовательно, является относительным показателем. Экономистами предложено множество различных методик оценки конкуренто-

способности. В нашем случае оценивали конкурентоспособность по двум основным факторам — техническому уровню и цене продукции. В качестве продукции были взяты втулки изготовленные по традиционной методике и по шликерной.



1 — превосходство над аналогами (техуровень);
2 — низкая цена; 3 — прочие факторы

Рис. 1 — Диаграмма соотношения факторов конкурентоспособности изделий из композиционного материала

Построим зону конкурентоспособности различных методов формообразования изделий втулки. Для этого определяем относительную цену изделия — втулки, исходя из соотношения стоимости изделия, выполненного по традиционной технологии (127,0) и разработанной (50,5). Ценовая привлекательность изделия втулки составляет: $50,5:127=0,38$ ед. На диаграмме (рис. 2) приведены сводные данные интегрального технологического уровня (КТУ) и цены в относительных единицах. Зона перспективных технологий лежит в пределах 0,5 — 1.

При определении интегрального показателя технического уровня изделия из композиционного материала составляли цены в относительных единицах шликерного метода формирования с отвердителем АИФ и традиционного метода отверждения систем золь —гель. Принимая за 1 интегральный показатель технического уровня изделия втулки из нержавеющей стали, рассчитывали показатель пред-

лагаемого изделия втулки из композиционного материала, который составил 0,53.

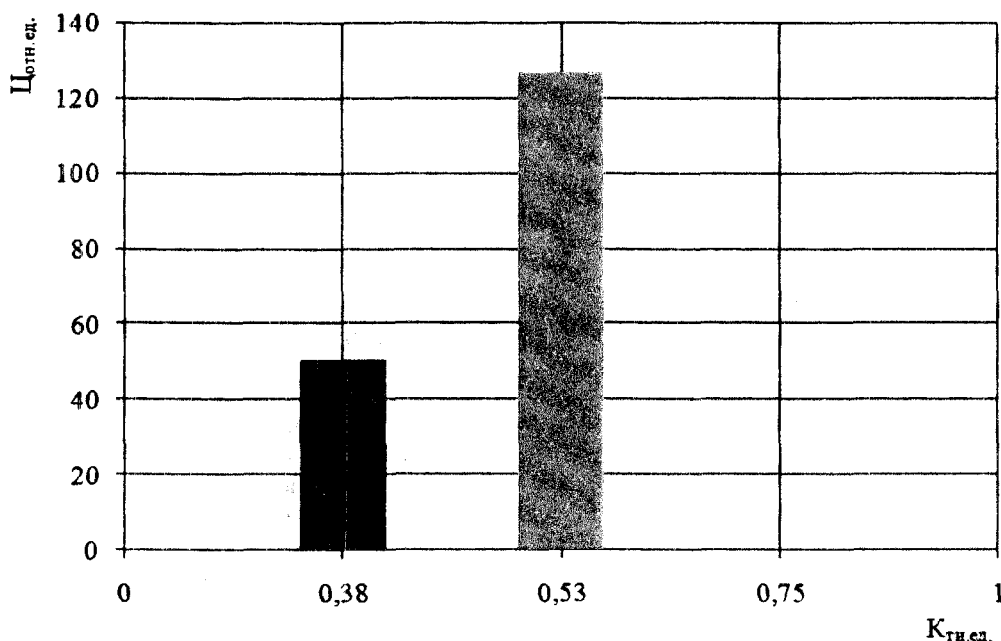


Рис. 2 — Зона конкурентоспособности

Анализ состояние развития инновационных процессов показывает необходимость разработки в отечественной производственной практике методов повышения эффективности и конкурентоспособности выпускаемой продукции при внедрении объектов промышленной интеллектуальной собственности на основе их оценивания.

Применение новых композиционных материалов на основе кремнеземистых смесей с введением тонкомолотых металлических и стеклообразующих ингредиентов обеспечивает повышение качественных показателей изделий на 18 %, по сравнению с традиционным процессом формообразования.

Литература

1. Иванова, Л. А. Методические рекомендации по оцениванию рыночной стоимости интеллектуальной промышленной собственности [Текст] / Л. А. Иванова, С. В. Котлик, С. В. Малых; Одес. нац. акад. пищ. технологий. – Одесса: Астропринт, 2010. – 52 с.
2. Иванова, Л. А. Исследование свойств металлокерамики на основе железа и стабилизированного кремнезема в качестве материала колосников / Л. А. Иванова, Н. О. Косицын // Проблемы техники. – 2010. – № 1. – С. 87 – 95.
3. Пат. 56217 Україна, МПК(2011.01), СО4В 33/28(2006.01), СО4В 33/00 Склад шлікера для керамічного матеріалу для виготовлення колосників [Текст] /Іванова Л. О., Косіцин М. О. – заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій. – № у 2010 06515; заяв. 28.05.2010; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1.
4. Иванова, Л. А. Композиционные материалы [Текст] / Л. А. Иванова, А. Е. Сергеева, Н. О. Косицын. – Одесса : ТЭС, 2010. – 188 с.

УДК 658.512.2

РАЗВИТИЕ СТИЛЕВОГО НАПРАВЛЕНИЯ В ДИЗАЙНЕ

Иванова Л. А., д-р техн. наук, профессор, Смирнова С. А., канд. пед. наук, доцент,
Сагач Л. Н., ст. преподаватель
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Статья посвящена вопросу возникновения и развития такого понятия в дизайне как стилевое направление. Рассмотрены основные виды дизайна и их объекты, а также факторы, влияющие на принятие тех или иных дизайнерских решений. Предложена структура дизайна как научной дисциплины и сделаны выводы о необходимости комплексного подхода к ее изучению.

The paper focuses on the emergence and development of the conception of the style direction in the sphere of design. The main design types and their objects are considered, as well as the factors influencing on the making of some design decisions. The structure of the design as a scientific discipline is proposed, and the conclusions about the necessity for a comprehensive approach to its study are drawn.

Ключевые слова: стиль, бренд, виды и объекты дизайн, художественное творчество.

Стилевое направление в дизайне характеризуется возросшим экономическим интересом к созданию фирменных брендов, рекламе новой продукции и разнообразных услуг, а с появлением компьютерных технологий и разработке сайтов.

При современном методическом подходе бренд фирмы представляет собой совокупность характеристик основных показателей выпускаемой продукции. Идентификация показателей пищевой продукции определяет как форму, так и композицию бренда. Всемирно известная продукция Coca-Cola, Pepsi-Cola, нормандские сыры, швейцарский шоколад и т.д. непосредственно связаны с товарными знаками соответствующей фирмы (рис. 1—2), по которым их узнает потребитель по всему миру.

Источником возникновения стилевого направления в дизайне следует считать художественно-прикладное творчество человека в разнообразных направлениях (предметы быта, архитектура, скульптура, живопись, одежда и т.п.), зародившееся в XIV веке в Италии. Этот период характеризовался переходом к гуманистическому мировоззрению и передаче личностного восприятия мастера окружающего мира через новую форму, композицию, цветовое решение и т.д. материальных объектов. Мастер старался создать изделие, отвечающее не только его утилитарному назначению, но и эстетически привлекательное, что позволит привлечь покупателя и обойти конкурента.

Понятие «технический дизайн», как феномен культуры, эстетики и проектирования появилось значительно позже и стало результатом научно-технического прогресса 19—20 веков. Начиная с середины XIX века изделия стали вырабатываться машинным способом, серийно с использованием новых технологий и материалов. Симбиоз машинного способа производства, художественно-технического проектирования на основе требований технической эстетики, эргономики и определили развитие современного промышленного дизайна.



Рис. 1 — Товарные знаки Coca-Cola и Pepsi-Cola



Рис. 2 — Товарный знак Milka

В XXI веке указанные виды дизайна разделяются на отдельные группы, например, промышленный дизайн включает в себя дизайн автомобилей, различного вида оборудования и технологий, дизайн мебели и посуды, бытовых приборов и устройств, дизайн упаковок и т.д.

Дизайн базируется не только на основе нового технического решения, концепции, но и на оптимальном выборе внешнего вида товарного объекта.

Сегодня под дизайном следует понимать творческий, художественный или художественно-технический процесс в сфере проектной деятельности, а также результат этой деятельности в виде эскизов, моделей, чертежей простейших образцов различных товаров и услуг. Мы наблюдаем переход индустриального дизайна в новое качество — производство предметов потребления вне индустриального направления с использованием ультрасовременных информационных технологий, превалярованием в объектах проектирования эмоциональной, эргономической составляющих, высоким уровнем индивидуальности объектов дизайна.

Дизайн постиндустриального общества значительно расширил свои предметные границы, далеко выйдя за пределы лишь проектно-

художественной деятельности, становясь все больше ценностной, мировоззренческой и общефилософской категорией, средством межпрофессиональной коммуникации.

Таблица 1 — Виды и объекты дизайна

Виды дизайна	Объекты дизайна
Промышленный (технический, индустриальный)	Все виды товаров, изготавливаемые промышленным способом
Графический дизайн	Топография, фирменный стиль, плакатная и печатная продукция, все виды упаковок, сайты и т.д.
Компьютерный дизайн	Построение изображений в плоскостном и объемном виде
Дизайн архитектурной среды	Экстерьер и интерьер зданий и помещений различного назначения
Информационный дизайн	Разнообразные виды информации, представленные в привлекательном и четком для понимания виде
Дизайн среды	Внешний вид и организация среды
Дизайн одежды и аксессуаров	Модная, оригинальная одежда и дополняющие ее элементы
Прочие виды дизайна	Визуализация объектов, пространства, игры и т.д.

Анализируя, например, эволюцию внешнего вида легкового автомобиля можно прийти к выводу, что наиболее популярная модель — это результат инженерного проектирования с учетом требований технической эстетики, эргономичности, удобства управления и экономичности (рис. 3—4).

К вопросу изучения дизайна как особого вида творческой проектной деятельности можно подходить комплексно или конкретно. Например, рассматривая эту деятельность, применительно к той или иной отрасли производства различных товаров.

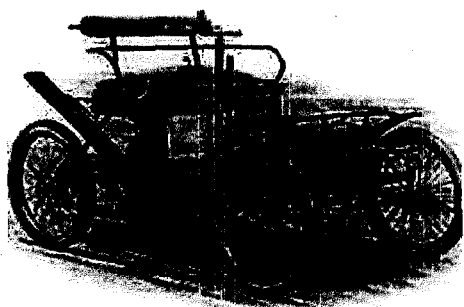


Рис. 3 — Первая модель BMW (1889 г)

Комплексный подход к дизайну как к научному познанию, по аналогии с искусствоведением, предлагается называть дизайноведением, структура которого включает:

- история развития мирового и национального дизайна;
- теоретические концепции, научно-философские и социальные подходы к дизайнерскому проектированию конкурентноспособной продукции;
- методология дизайна.

Следует отметить, что эти комплексные этапы начали исследоваться сравнительно недавно. Диссертационные работы по этой тематике в основном направлены на техническую эстетичность, эргономику или искусствознание.

Учитывая направленность обучения в технических ВУЗах и специализации по тем или иным объектам промышленного производства (машины, приборы, оборудование, технологические процессы и пищевые продукты) изложение теории дизайна для студентов должно быть ориентировано на изучение закономерностей художественного, технического и конструкционного проектирования дизайнерских объектов. Особое внимание необходимо уделить вопросам развития творческого мышления и связи его с практической направленностью.



Рис. 4 — Последняя модель BMW (2014 г)

Продвижение проектируемых дизайнерских объектов непосредственно связано с эстетикой художественного образа и эффективностью рекламы. В этой связи, обобщая изложенные подходы к рассматриваемым вопросам, можно сделать следующие выводы:

1. Теория дизайна, как и теория в любой отрасли знаний, должна базироваться на системе основных положений и идей, обеспечивающих в совокупности представление о закономерности и основах особого вида художественно-технической, проектной деятельности.

2. При изложении курса «Технический дизайн» структурные элементы базируются на новых техниче-

ских решениях с учетом их эстетичности и эргономичности.

3. Разработка дизайнерских художественно-технических проектов и продвижение их на рынке необходимо тесно увязывать с маркетингом и рекламой.

В Одесской национальной академии пищевых технологий открывается специализация — дизайнер. Квалификационная характеристика выпускника специализации «Дизайн» включает требования к профессиональной деятельности дизайнера, занимающегося разработкой дизайнерских объектов, художественным проектированием, моделированием, оформлением дизайнерских продуктов. Выпускник специализации должен овладеть изобразительными средствами, определять стилевые особенности дизайнерских объектов и разрабатывать дизайн-проект с учетом национальных и региональных особенностей.

Предметом исследования является анализ проектной деятельности по созданию объектов дизайна с учетом эстетических и потребительских свойств.

Литература

1. Сущность дизайна. Теоретические основы дизайна [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 070601-«Дизайн» / В. Ю. Медведев; Федеральное агентство по образованию РФ, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Санкт-Петербургский гос. ун-т технологии и дизайна». — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский гос. ун-т технологии и дизайна, 2009. — 109 с.
2. Горнов, А. О. Элементы технической эстетики и эргономики [Текст] / А. О. Горнов. — М.: Изд-во МЭИ, 2002. — 38 с.
3. Бхаскаран, Л. Дизайн и время: Стили и направления в современном искусстве и архитектуре [Текст] / Л. Бхаскаран; пер. И. Д. Голыбина; ред. Т. И. Хлебнов. — М.: Арт-Родник, 2006. — 256 с.
4. Грашин, А. А. Методология дизайн-проектирования элементов предметной среды [Текст]: учебное пособие — М.: Архитектура. — 2004. — 232 с.

ІННОВАЦІЇ В КУЛЬТУРІ І СЕРВІСІ ОБСЛУГОВУВАННЯ В ГОТЕЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Тітомир Л. А., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуто основні питання, які стосуються культури і сервісу обслуговування, що постають при наданні послуг в готелях. На прикладі готелю «Вікторія» (м. Одеса) показано впровадження інновацій в цій сфері. Інновації стосуються професійної етики, поведінки персоналу, стандартів надання послуг, забезпечення якісного обслуговування, підвищення рівня комфорту, створення потрібних зручностей і невимушеної атмосфери.

The main issues concerning service and service culture which arise when providing services in hotels are considered. Through the example of Victoria hotel (Odessa) the introduction of innovations in this area is shown. Innovations are related to professional ethics, behavior of personnel, service standards, quality service providing, increasing of comfort level, creating the necessary accommodations and relaxed atmosphere.

Ключові слова: готелі, сервіс, культура обслуговування, якість, інновації

Індустрія туризму — трудомісткий процес, що займає важливе місце в економіці більшості країн.

Готельне господарство є однією з основних складових індустрії гостинності, яке вважається однією з найбільш перспективних. Мистецтво обслуговування — це прояви високого професіоналізму з розкриттям зростаючої ролі людського фактора. Динамізм в системі мистецтва обслуговування — це реалізація численних організаційних заходів, спрямованих на досягнення незмінного успіху. У ньому концентрується реальна значимість сервісної діяльності, де виключається одноразова дія з виконання послуг, що надаються при облаштуванні туристів.

Важливим завданням індустрії гостинності є розробка та впровадження в практику загальноприйнятих норм і методів обслуговування. Відмінний сервіс досягається роботою всього колективу, а не тільки роботою окремих служб, що працюють безпосередньо з клієнтами.

Культура обслуговування — це важливий елемент організаційної культури, спрямований на обслуговування клієнтів на основі певних правил, процедур, практичних навичок і вмінь. Тема роботи є актуальною в наші дні, так як культура і якість обслуговування в готелях є однією з важливих складових індустрії гостинності [1-3].

Готель є підприємством, діяльність якого спрямована на обслуговування вітчизняних і іноземних гостей. Головним правилом для персоналу готелю є шанобливе ставлення до усіх культурних традицій і образу мислення. Гордість будь-якого готелю — це персонал, який здатний говорити різними мовами і справляти добре враження на гостей рівнем своїх знань і гнучкістю спілкування. Саме таких фахівців намагаються виховати на кафедрі готельно-ресторанної справи і туризму Одеської національної академії харчових технологій.

Надання готельних послуг являє собою досить складний процес і лише добре організований комплекс дій дозволяє досягти мети: надати послуги найкращим чином, щоб гості були задоволені та мали бажання знов зупинитися саме в цьому готелі. Для організації налагодженого процесу надання послуг, обов'язки персоналу мають бути чітко розподілені. Саме цьому навчаються студенти ОНАХТ під час проведення практичних занять та на практиці на підприємствах. Про інновації, які останнім часом впроваджуються в готелі «Вікторія», що є базовим підприємством для проведення виробничої практики студентів ОНАХТ, зокрема про інновації в культурі і сервісі обслуговування, і йде мова в статті.

В готелі «Вікторія» впроваджена професійна етика поведінки персоналу та постійно приділяється увага щодо культури і сервісу обслуговування. Працівники готелю виконують свої обов'язки швидко і оперативно, щоб не доставити гостю зайві незручності. Для працівників готелю головне — забезпечити гостю високий рівень якості послуг, а отже, високий рівень комфорту.

В будь-якій сфері, яка стосується спілкування, людських відносин існують проблеми, як загального характеру, так і вузькопрофесійні, зокрема, проблеми обслуговування гостей в готелі. Службовці можуть сприймати встановлені стандарти та етику поведінки по-своєму, що в результаті відбивається в якості надання послуг і може скластися ситуація, при якій гостям і не надаються послуги тієї якості, яку вони хотіли б мати. Це загальна проблема галузі, яка може бути вирішена завдяки професійно підготованому персоналу, особливо середньої ланки. Хоча керівники готельних підприємств у своїй більшості схильні завіряти клієнтів в тому, що надані їм послуги відповідають їх побажанням, іноді внаслідок не до кінця

опрацьованої системи зворотного зв'язку клієнт може залишитися незадоволеним і буде шукати підприємство, яке краще відповідає його сподіванням. Реальним чином змінити ситуацію можливо завдяки вдосконаленню методів управління та підвищенню відповідальності за надання послуг всіх співробітників служб готелю. Багато з того, що сприймається в готельному обслуговуванні як істина, отримано методом проб і помилок, через навчальні програми або вивчення чужого досвіду. Така система загальних знань і практики управління якістю є комплексом застиглих понять про методи управління, які часто є джерелом недоліків, а не успіхів в готельних підприємствах. Культ неефективності, що формує в готелі консервативну філософію "нехай буде, як буде", народжує першопричини для виникнення проблеми управління якістю обслуговування [3]. Можна виділити найбільш характерні з них, а саме:

— відсутність загальної згоди — виникає декілька стандартів для одних операцій, тому що керівництво не встановило порядок узгодження управлінських рішень і обслуговування. В результаті виходить різнорідний продукт, зростання цін і так далі;

— нетотожне надання товарів і послуг — це найбільш часта причина зниження якості обслуговування. Клієнт рідко буває задоволеним, коли в результаті недоробки обслуговуючого персоналу і контролю, обслуговування надається по-різному;

— неефективні зв'язки — є зважаючи на проблему зв'язків між різними рівнями готельного управління. Звичайним є односторонній зв'язок від керівника до самої нижньої виконавчої ланки. Зворотний зв'язок від працівників і гостей видимий рідко. Неефективні зв'язки впливають на якість продукту, створюючи нові проблеми, що витікають з неясності очікувань і неоднорідності кінцевого продукту;

— оцінка праці по активності, а не за результатами — нерідко працю керівника, і виконавця оцінюють залежно від того, наскільки вони розвивають киплячу діяльність. А фактичні результати цієї праці не завжди дають реальну картину. Не процес праці, а його кінцевий результат має бути мірилом успішної роботи.

Кожен із співробітників готелю вносить свій внесок у створення у гостя гарного враження про готель. Тому, розмовляючи по телефону, спілкуючись особисто або в письмовій формі, готельні працівники зобов'язані вести себе «стильно» як з гостями, так і з колегами. Ідея «стилю» здійснюється завдяки дотриманню певних правил, одне з яких — «обличчя» персоналу. Розмовляючи з гостем або колегою, співробітники готелю повинні бути ввічливі, доброзичливі, доброзичливі. Людину слід вітати наступними словами: «Доброго ранку», «Добрий день», «Добрий вечір».

Слід бути уважними до прохань гостя. У цьому випадку будь-який співробітник готелю повинен дати пораду або надати необхідну допомогу. При розмові з гостем настрій персоналу повинна бути тільки зі знаком «+»!

Якщо персонал готелю знає гостя по імені, то і звертатися до нього слід таким чином: «Ласкаво просимо в готель ..., пан Міллер, сподіваємося, що Ваша поїздка буде вдалою ... Ми бажаємо Вам приємно провести час. Якщо ми що-небудь можемо зробити для Вас, будь ласка, звертайтеся до нас у будь-який час».

Прощаючись з гостем, теж необхідно звернутися до нього по імені: «До побачення, пан Міллер. Щасливої дороги, і ми сподіваємося побачити Вас знову під час Вашого наступного приїзду до нашого міста».

Інше правило — «обличчя» в кореспонденції. Стильною повинна бути і мова персоналу у листах. Вся кореспонденція (факси, листи, телекси, службові записки) демонструє рівень ефективності роботи і професіоналізму. У готелі повинні залишатися всі копії вихідної кореспонденції.

Крім того, кореспонденція:

- повинна отримати відповідь впродовж 24 год;
- повинна бути надрукована на правильно обраному папері або бланку;
- повинна бути красиво відформатована;
- повинна бути адресована конкретній особі із зазначенням її повного імені;
- не повинна містити орфографічних помилок;
- не повинна бути написаною від руки;
- повинна під ім'ям і посадою відправника завжди містити підпис.

Важливим є «обличчя» при телефонних переговорах. Персоналу готелю слід так розмовляти з гостем по телефону, як ніби він знаходиться перед вашими очима. Відповісти на дзвінок слід швидко, не пізніше третього дзвінка. Це говорить про ввічливість та ефективності роботи персоналу. Відповісти необхідно державною та англійською мовами, але спочатку необхідно представитися і уявити те місце, в яке гість подзвонив, а також запропонувати свою допомогу.

Закінчуючи телефонну розмову з гостем, ім'я якого відомо, слід звернутися до нього по імені і подякувати за дзвінок. Говорити слід спокійно, повільно, даючи гостеві можливість звертатися до вас з проханнями [1, 2, 4].

В готелі «Вікторія» прийнято десять основних принципів забезпечення якісного обслуговування:

1. Лідерство. Керівництво постійно дбає про майбутній розвиток готелю, спрямовує зусилля на те, щоб донести представлення про майбутній розвиток до своїх службовців і переконати їх повірити в нього і його наслідувати.

2. Впровадження маркетингового підходу в усі підрозділи організації. Маркетинг має бути присутнім на ділі в роботі кожного підрозділу готелю.

3. Розуміння потреб споживачів. Для цього в готелі розроблена система маркетингової інформації, яка постійно оновлюється і включає дослідження і вимоги ринку.

4. Розуміння особливостей бізнесу. Для працівників готелю постійно проводяться заходи, на яких роз'яснюється, як їх робота впливає на результати роботи всього колективу. Інтереси клієнта повинні пронизувати усю діяльність готелю.

5. Застосування в роботі основних організаційних принципів.

6. Чинник свободи. Система надання послуг вбирає найкращі сучасні тенденції, керівництво прагне, щоб вона була гнучкою, зокрема, щоб службовці мали певну свободу у своїх діях, для обслуговування клієнта відповідно до його потреб, але при цьому повинні бути дотримані стандарти обслуговування.

7. Використання відповідних технологій.

8. Планування в управлінні кадрами.

9. Встановлення стандартів, оцінка виконання роботи і введення системи стимулів.

10. Зворотний зв'язок із службовцями за результатами праці. Обов'язковим компонентом системи якості є система стандартів обслуговування.

Загальновідомо, що стандарт обслуговування — це комплекс обов'язкових для виконання правил обслуговування клієнтів, які покликані гарантувати встановлений рівень якості усіх операцій, які проводяться [1—4]. Стандарт — реальна форма і зміст того, як обслуговування надається, при цьому він встановлює формальні критерії, за якими оцінюється рівень обслуговування клієнтів і діяльність будь-якого співробітника готелю.

В готелі «Вікторія» такими прикладами стандартів якості є наступні:

- час обслуговування;
- робота із скаргами і претензіями;
- наявність в офісі інформаційно-реklamних матеріалів;
- максимальний час очікування відповіді по телефону;
- номенклатура послуг, що надаються;
- вимоги до оформлення документів, листів і ділових паперів.

При цьому для покращення управління якістю в культурі і сервісі обслуговування в готелі «Вікторія» широко використовується маневрування робочою силою, що є зрозумілим, оскільки для отримання практичних навичок в готелі працюють студенти ОНАХТ, робочим часом і ресурсами, оскільки можливим є планування та ефективне використання наявних ресурсів.

Крім того, управління якістю призводить до збільшення доходів, яке виникає завдяки таким чинникам:

- запобігання проблемам якості і появи претензій;
- підвищення рівня задоволеності гостей;
- підвищення рівня задоволеності службовців;
- підвищення рівня ефективності управління і ефективності роботи підприємства в цілому;
- зниження кількості внутрішніх і зовнішніх невдач.

Загальновідомим є те, що в наш час клієнт компанії, що надає сервісні послуги, стає дуже вимогливим до рівня якості цих послуг. Саме тому для зміцнення довіри з боку клієнтів організація, що надає послуги, може прийняти низку заходів, зокрема, такі, які вжито в готелі «Вікторія»:

— по можливості підвищено відчутність своєї послуги. У зв'язку з цим особливе значення набуває імідж готелю. Так, на сторінці в Інтернеті готель зображений таким, яким він є в дійсності, наявні певні матеріальні, реальні предмети;

- підкреслено значущість послуги;
- загострено увагу на вигодах від послуги.

При репрезентації послуг готелю «Вікторія» відчутні елементи обслуговування, що допомагають оцінити потенційну якість:

- зовнішній вигляд;
- оформлення інтер'єрів;
- наявність і види технологічного устаткування;
- рівень оргтехніки і витратних матеріалів, які використовуються;
- системи комунікації;

- зовнішній вигляд керівників і службовців компанії;
- контингент клієнтів, що вже користуються послугами готелю.

Запорукою комерційного успіху готельного підприємства є вміння його власників передбачити будь-яке можливе бажання потенційного клієнта. Так, гостя зустрічають і проводжають з посмішкою, озвучується бажання бачити його знову. При цьому персонал навчають, що посмішка повинна бути широкою, якщо це не вдається — краще суто офіційні відносини, ніж посмішка нещира, роботоподібна.

В готелі впроваджена система швидкого обслуговування. Персонал і студентів навчають, що навіть якщо портє розмовляє по телефону, він може дати наочний сигнал гостю, що його помітили і обслуговування відбудеться в найближчі секунди, при цьому треба покласти трубку, вибачитися і допомогти гостю. Примушувати гостя чекати, наприклад, довго розшукувати заявку, плутати, розмовляти по телефону або з іншим гостем, є неприпустимим [3, 5].

Персонал готелю і студентів навчають, що гості повинні відчувати себе комфортно. Поставивши себе на місце гостя, завжди можна оцінити, наскільки комфортно ви себе почуваєте, і чого вам не вистачає. Так, під час проведення практики, за можливості, студенти здійснюють рольові ігри: вибагливий клієнт — рецепція, вибагливий клієнт — менеджер, вибагливий клієнт — покоївка тощо. Після цього здійснюється обмін думками, як саме найкращим чином виходити із ситуації, не спричиняючи ні конфлікту, ні незручностей.

Крім того, в готелі «Вікторія» наявні спеціально обладнані місця для очікування.

Увага до потреб клієнта — на першому місці, наприклад, якщо клієнт хоче номер з видом на море (на схід, на південь тощо), йому не пропонують відразу люкс з видом на парк, наполягаючи, що цей номер краще, при наявності можливості задовольнити потреби клієнта це робиться, але якщо наявна необхідність пояснити чому неможливо з номера побачити море, треба надати можливість гостю вибрати те, що для нього найбільш бажано, приділити максимум уваги, щоб гість побачив, що до нього ставляться з повагою, розумінням та намагаються допомогти.

Гість повинен відчувати, що йому буде надана необхідна допомога як в орієнтуванні (чим він може скористатися), так і при ухваленні рішення. Тут як ніде потрібний індивідуальний підхід — одних можна відштовхнути нав'язливістю, балакучістю, інших — розсердити неухва, мовчанням. Дуже важливо враховувати менталітет гостя, традиції його рідної країни.

Необхідно дати гостю відчувати свою важливість. Це можна здійснити за допомогою уважного відношення до його думки, до його вибору, до його побажань. Важливо уважно слухати клієнта, уточнювати його побажання, довести, що його думку буде обов'язково враховано.

Співробітників готелю «Вікторія» навчають, щоб не сталася такої помилки як різне відношення до гостя залежно від його присутності або відсутності. Крім того, гідність при наданні послуг є важливою складовою і виключає підлесливість. Клієнта і гостя не потрібно повчати або виховувати, його треба приймати з усіма його недоліками і особливостями. Клієнтові не можна докоряти і, тим більше, погрожувати, не можна брехати, цим теж проявляється неухва до нього. Якщо співробітник обіцяє що-небудь клієнту, він зобов'язаний не обдурити його очікування і зробити усе від нього залежне, щоб стримати обіцянку. Наприклад, не потрібно обіцяти, що телевизор в номері буде відремонтовано через десять хвилин, якщо Ви не упевнені, що це зробити можливо. Негарна ситуація може вийти, якщо, наприклад, характер поломки вимагає більшого часу на ремонт. Це саме стосується надання послуг, зокрема, виклику таксі, надання послуг турфірмою, здійснення ремонту або прання одягу тощо.

Взагалі перше враження від готелю починається ще на першій фазі гостьового циклу: з моменту першого спілкування потенційного гостя з персоналом готелю задовго до приїзду гостя. Спілкування здійснюється через телекомунікаційні засоби і пов'язується з можливістю попереднього замовлення (бронювання) послуг готелю. Друга фаза гостьового циклу пов'язана із зустріччю гостей на вокзалі, аеропорту, трансферу в готель, реєстрації і розміщення гостя в готелі, якщо такі послуги замовленні або під час спілкування при бронюванні необхідно надати інформацію, як краще дістатися готелю. Третя фаза гостьового циклу пов'язана з обслуговуванням гостей під час проживання в готелі. Четверта фаза гостьового циклу — повний розрахунок гостя за проживання і надання додаткових платних послуг. Важливо, що при остаточному розрахунку необхідно перевірити точність рахунку, проглянути разом з гостем відповідність усіх нарахувань за термін його перебування в готелі. Підтвердженням правильності рахунку є підпис клієнта. Завершальна фаза гостьового циклу в окремих готелях пов'язана з трансфером гостей на вокзал. Впровадження цієї послуги в готельному бізнесі стимулює гостей повторно відвідати засіб розміщення завдяки комфортності, індивідуальному підходу в процесі надання послуг [6].

Підвищений рівень комфорту виражається у відповідному оформленні номера, оснащеності його теле-, відеоапаратурою і іншою технікою, наявності свіжих кольорів, додаткового оснащення номера тощо. Адміністрація готелю «Вікторія» заздалегідь готується до зустрічі гостей, які є постійними клієнтами, і замовляють особливі послуги, наприклад, наявність в номері фруктів, квітів, організовує додаткову сис-

тему безпеки, пропонує додаткові послуги, орієнтовний перелік яких залежить від індивідуальних потреб клієнта.

У готелі ведеться облік переваг усіх постійних або особливо важливих гостей, при цьому співробітники намагаються максимально задовольнити потреби клієнтів, якщо це не виходить за межі прийнятності і не створює незручностей іншим гостям, а також не шкодить співробітникам готелю. Наприклад, один гість хоче, аби щодня його будили з гарячою кавою, інший — щоб у номері були певні фрукти або вид води — в цьому немає жодної проблеми для готелю. Дехто бажає, щоб в його номер були доставлені певні вина, за які він готовий розплатитися. Можливо, дістати їх буде дещо складно для готелю, але можливо. Можливо гість захоче, щоб в його номері вранці з'являвся інструктор із фітнесу, або гість вважає за необхідне мати під час прогулянки певну породу собак тощо. Хтось просить троянди у номер, а інший полюбить квіти у горщиках і т.д. Усе це вимагає певних зусиль для персоналу готелю, але виконати це реально. Якщо день народження клієнта випадає на період проживання в готелі, співробітники приділяють йому максимум уваги. Як правило, ця подія супроводжується поздоровленнями і врученням подарунків (квіти, сувеніри тощо). Цього дня необхідно особливо дати зрозуміти гостю, що про нього піклуються, як в рідному будинку. Номер гостя забезпечується вітальною листівкою.

Співробітники усіх змін в готелі мають точну інформацію про усіх прибулих, продовження терміну проживання і, звичайно ж, від'їзд гостей. При від'їзді гостя черговий менеджер перевіряє усі деталі плати за проживання і зроблені клієнтові послуги готелю, враховує усі знижки. Крім того, завчасно уточнює час виїзду гостя із готелю для своєчасного замовлення транспорту. Він також контролює, щоб багаж клієнта був спущений вниз заздалегідь, тобто зробити усе, щоб гість не хвилювався перед від'їздом.

В наш час гостям потрібні зручності, якими вони звикли користуватися удома: зручне ліжко, ванна кімната, крісло і диван, туалетний столик, телевізор і телефон. Усе це, у свою чергу, повинно бути безпечним, комфортним і надійним у використанні. Гостинність і повагу неможливо проявити, не знаючи мови, культурних і побутових особливостей і традиції країни гостя. Щирого бажання бути корисним і гостинним ще не достатньо. Розуміючи з першого слова чи навіть натяку гостя, коли необхідно надати йому будь-які додаткові послуги, службовець повинен мати достатньо професіоналізму і представлених йому прав, щоб самостійно змінювати традиційний хід обслуговування і бути здатним відреагувати на обстановку, яка виникла. Обов'язок і вміння передчувати, розпізнавати і задовольняти законні потреби гостей настільки фундаментальні для індустрії гостинності, що не можуть розглядатися лише як службовий обов'язок будь-кого з працівників. У цьому відношенні гостинність можливо порівняти із забезпеченням безпеки, яке повинно здійснюватися на всьому підприємстві 24 години на добу, 7 днів на тиждень, і обов'язково кожним працівником підприємства без винятку.

У особливу категорію гостей готельних комплексів входять люди з обмеженими можливостями. На законодавчому рівні готуються зміни: нові нормативи для готелів передбачатимуть устаткування не менше двох номерів з кожних п'ятдесяти для розміщення осіб з обмеженими можливостями. Для великих готелів норма складатиме не менше 3 % від загального числа номерів.

Всі зусилля співробітників готелю з покращення надання послуг, здорова ініціатива повинні бути оцінені. В готелі «Вікторія» існують наступні методи мотивування ефективної трудової поведінки:

- матеріальне заохочення;
- організаційні методи;
- морально-психологічні.

Матеріальне заохочення, як правило, виплачується один раз в рік, інакше воно може перетворитися на заробітну плату і втратить свою мотивуючу роль. Задоволеність матеріальною винагородою, її справедливий рівень мотивує ініціативу людей, формує у них прихильність організації, сприяє залученню до неї нових працівників.

Організаційні методи включають: участь в справах готелю, перспектива отримання нових знань і навичок, покращенню як умов праці, так і сприянню кар'єрного росту, тобто, отримання цікавішої роботи з перспективами посадового і професійного зростання.

Морально-психологічні методи мотивування включають: створення умов, що сприяють формуванню професійної гордості, особистої відповідальності за престиж готелю, розуміння наявності певної частки ризику та можливості досягти успіху; присутність професійних викликів, із якими можна впоратися, забезпечення можливості виразити себе в роботі; визнання (цінні подарунки, заохочення і тому подібне). За особливі заслуги — нагородження, визнання кращим працівником місяця тощо, що надихають людей на ефективну працю. При цьому важливо, щоб будь-яке завдання містило в собі певний елемент виклику.

Черговий етап — це персональна підготовка. Вона обов'язкова не лише для керівництва готелю, але і для усього обслуговуючого персоналу. При цьому рівень підготовки співробітників повинен відповідати рівню послуг, що надаються ними. Регулярно, але не рідше за один раз в п'ять років, проводиться переа-

тестация виробничого, обслуговуючого, адміністративно-управлінського і технічного персоналу для підтвердження або підвищення кваліфікаційного розряду.

В умовах нинішнього ринку успіху домагаються лише ті готельні підприємства, які здатні створювати і проводити, принаймні, на самому високому організаційному рівні довгострокові стратегії обслуговування. Таким чином, поки готелі у всьому світі утримують постійних клієнтів за допомогою різноманітних заохочень і знижок, самі мандрівники отримують від цього чимале задоволення, а разом і відчутну економію коштів, що спонукає їх знову зупинятися у знайомих готелях, які задовольняють їх основні потреби.

Висока якість обслуговування клієнтів забезпечується колективними зусиллями працівників всіх служб готелю, постійним і ефективним контролем з боку адміністрації, проведенням робіт з удосконалення форм і методів обслуговування, вивчення та передача передового досвіду, нової техніки і технологій, розширення асортименту та вдосконалення якості послуг. Забезпечення високої якості обслуговування гостей, найбільш повне задоволення їх потреб — запорука успіху готелю. Тому підвищення культури і якості обслуговування гостей є дуже важливим моментом в індустрії гостинності.

Література

1. Кононыхин С. В. Организация гостиничного и ресторанного хозяйства [Текст]: Учебное пособие / С. В. Кононыхин. – Донецк, Донецкий институт туристического бизнеса, 2003. – 209 с.
2. Мунін, Г. Б. Управління сучасним готельним комплексом [Текст]: навчальний посібник / Г. Б. Мунін, А. О. Зміюв, Г. О. Зінов'єв, С. В. Самрцев та ін.; за редакцією члена-кор. НАН, д.е.н., проф. С. І. Дорогунцова. – К.: Ліра-К, 2005. – 520 с.
3. Скульмовская, Л. Г. Исследование инновационной активности персонала как одной из составляющих кадрового потенциала сферы гостеприимства [Текст] / Л. Г. Скульмовская, О. С. Кудинова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10. – С. 1571–1576.
4. Муллағалиев, А. Р. Особенности конкуренции на рынке гостиничных услуг [Текст] / А. Р. Муллағалиев // Российское предпринимательство. – 2010. – №10, Вып. 2(169). – С. 140–145.
5. Работа персонала гостиничного предприятия с клиентами [Электронный ресурс] / Гостиничное дело – Электронные данные. – Режим доступа: http://dw6.ru/professionalnaya_etika_rabotnikov_gostinichnyh_predpriyatij.html (дата обращения 10.09.2015 г.) – Название с экрана.
6. Кадиева, Н. Г. Инновации в социально-культурной сфере и туризме [Текст]: учебно-методическое пособие / Н. Г. Кадиева, Я. М. Шахабутинов. – Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2011. – 171 с.

УДК 005.934:658.87:664.661.016

ВИКОРИСТАННЯ ПРИНЦИПІВ НАССР ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ПРОДУКТІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ РОЗДРІБНОЇ ТОРГІВЛІ

Мардар М. Р., д-р техн. наук, професор, Устенко І. А., канд. техн. наук, доцент,
Кручек О. А., канд. техн. наук, доцент, Макарь А., д-р техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
Технічний університет Молдови, м. Кишинів

Анотація. Стаття присвячена питанню використання системи НАССР для забезпечення якості та безпечності продуктів харчування на підприємствах роздрібної торгівлі. На прикладі умовного торговельного підприємства на якому передбачено виробництво булочних виробів запропоновано можливий алгоритм визначення критичних точок контролю. Запропоновані заходи щодо впровадження системи НАССР на підприємствах роздрібної торгівлі дозволять уникнути можливих ризиків небезпеки при реалізації та виробництві продуктів харчування, тим самим забезпечити потрапляння нешкідливої та якісної продукції до споживача.

Abstract. The article deals with the use of HACCP to ensure the quality and safety of food products for retailers. On the example of conditional trade enterprise which provides for the production of bakery products the possible algorithm of determination of critical points of control is offered. Proposed measures of HACCP im-

plementation in the retail industry will permit to avoid potential risks and hazards at realization of food production, thus will provide getting harmless and quality products by consumers.

Ключові слова: НАССР — план, безпечність продуктів харчування, роздрібна торгівля, критичні точки контролю, булочні вироби.

Постановка проблеми. 20 вересня 2015 року в Україні набрав чинності Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [1]. Фахівці називають цей закон євроінтеграційним, бо за стандартами безпечності харчових продуктів, які запроваджуються, він наближає Україну до Європи. Закон містить чимало новацій, які стосуються виробників харчових продуктів, переробників і реалізаторів. А головне — він запроваджує систему контролю безпечності харчових продуктів на всіх етапах від виробництва до реалізації. Це дозволить виявити загрозу на ранньому етапі та запобігти виробництву небезпечного продукту та, відповідно, потраплянню такого продукту до споживача. На законодавчому рівні це закріплено у формі вимоги обов'язкового запровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на принципах НАССР [1, 2]. Оскільки запровадження НАССР потребує часу та певних ресурсів, то для уникнення шокової терапії законом передбачені значні перехідні періоди. Наприклад, на всіх м'ясо-, птахокомбінатах та інших м'ясопереробних підприємствах, де виробляють харчові продукти, до складу яких входять необроблені інгредієнти тваринного походження, НАССР має бути запроваджений у 2017 році. Виробники соків та цукерок мають впоратися із завданням до 2018 року, а власники всіх малих підприємств — до 2019 року. Низка виключень або можливість запровадити спрощений НАССР передбачена для закладів роздрібно́ї торгівлі та закладів громадського харчування [2]. Тобто, слід відмітити, що відповідно до нового закону запровадження НАССР рекомендовано для всіх операторів ринку (ресторанів, супермаркетів, виробників) за деяким виключенням.

Метою НАССР є ідентифікація небезпечних для споживачів чинників, які можуть виникнути на всьому виробничому ланцюзі, і встановлення контролю з метою гарантування безпечності продукту для споживача. НАССР (англійською мовою Hazard Analysis and Critical Control Point) — це попереджувальна система для забезпечення безпечності харчових продуктів. Вона ґрунтується на розумному застосуванні технічних і наукових принципів до всього ланцюга виробництва харчових продуктів: від поля (ферми) — до столу. Принципи НАССР можна застосовувати на всіх етапах харчового виробництва, включаючи основні методи землеробства, підготовки сировини, оброблення, виготовлення харчових продуктів, при наданні послуг, пов'язаних з харчовими продуктами, системи розподілення харчових продуктів, повоження та використання продуктів споживачем. Абревіатура НАССР стала символом безпечності харчових продуктів у всьому світі [3].

Міжнародне визнання системи НАССР, як особливої науково-обґрунтованої системи гарантування безпечності харчових продуктів, зумовлено її ефективністю, що забезпечується системним підходом, оптимальним поєднанням практичних і наукових засад ідентифікації небезпечних чинників (біологічних, хімічних, фізичних), розробленням експрес-методів визначення показників безпечності та приведення їх до допустимого (прийняттого) рівня на всіх етапах життєвого циклу товару. Ця інтегрована система контролю і управління дає споживачу впевненість у безпечності товару. Вона є універсальною, оскільки її можуть використовувати постачальники сировини, виробники товарів, оптові споживачі продуктів; є рентабельною, тому що спрямовує ресурси в критичні точки виробництва, зменшує ризик виробництва та реалізації небезпечного продукту [4].

Загострення конкурентної боротьби за довіру споживача, постачальника харчових продуктів гарантованої якості, зростання зацікавленості до збереження постійного ринку збуту виробленої продукції вимагають консолідації зусиль усіх організацій "харчового ланцюга", оскільки безпечність та якість харчових продуктів, які вироблені і реалізуються торговельною мережею, можуть бути гарантованими лише завдяки своєчасному контролюванню виконання усіма операторами ринку нормативно-правових вимог.

На жаль, в Україні запровадження системи НАССР у торговельних мережах просувається дуже повільно. Так, за даними моніторингу на кінець 2013 року в Україні на жодному із вітчизняних підприємств галузі торгівлі стандарти ISO серії 22000 та система НАССР не впроваджені [4]. У першу чергу впровадження проводять торговельні мережі з іноземним капіталом, які працюють за принципами країн Європи і ставлять певні вимоги до своїх постачальників. За кілька років підключилися і українські мережеві торговельні центри.

Мета досліджень — складання НАССР — плану для підприємства роздрібно́ї торгівлі.

Матеріали та методи. В Україні вимоги щодо розробки впровадження систем управління безпечністю харчової продукції за принципами НАССР задекларовані ДСТУ 4161-2003 «Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги» та ДСТУ ISO 22000:2007 «Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга». При складанні НАССР — плану для підприємства роздрібно́ї торгівлі керувалися принципами, на яких базується система НАССР [3,5, 6].

Результати досліджень. Застосування принципів НАССР складається із логічно побудованих завдань, неналежне або непослідовне виконання яких може призвести до розробки неефективного плану НАССР, його невдалої реалізації та управління ним [3]. На прикладі умовного торговельного підприємства на якому передбачено виробництво булочних виробів нами запропоновано можливий алгоритм визначення критичних точок контролю (КТК). Для цього першочергово робочою групою з складанням НАССР — плану розроблено технологічну схему організації торгового і технологічного процесів (рис. 1), за якою далі проводили ідентифікацію небезпечних чинників. У технологічній схемі описані всі дії та процедури, пов'язані з торговими [7] та технологічними процесами з виробництва булочних виробів, починаючи із приймання, придбання продуктів, сировини і закінчуючи реалізацією споживачеві.

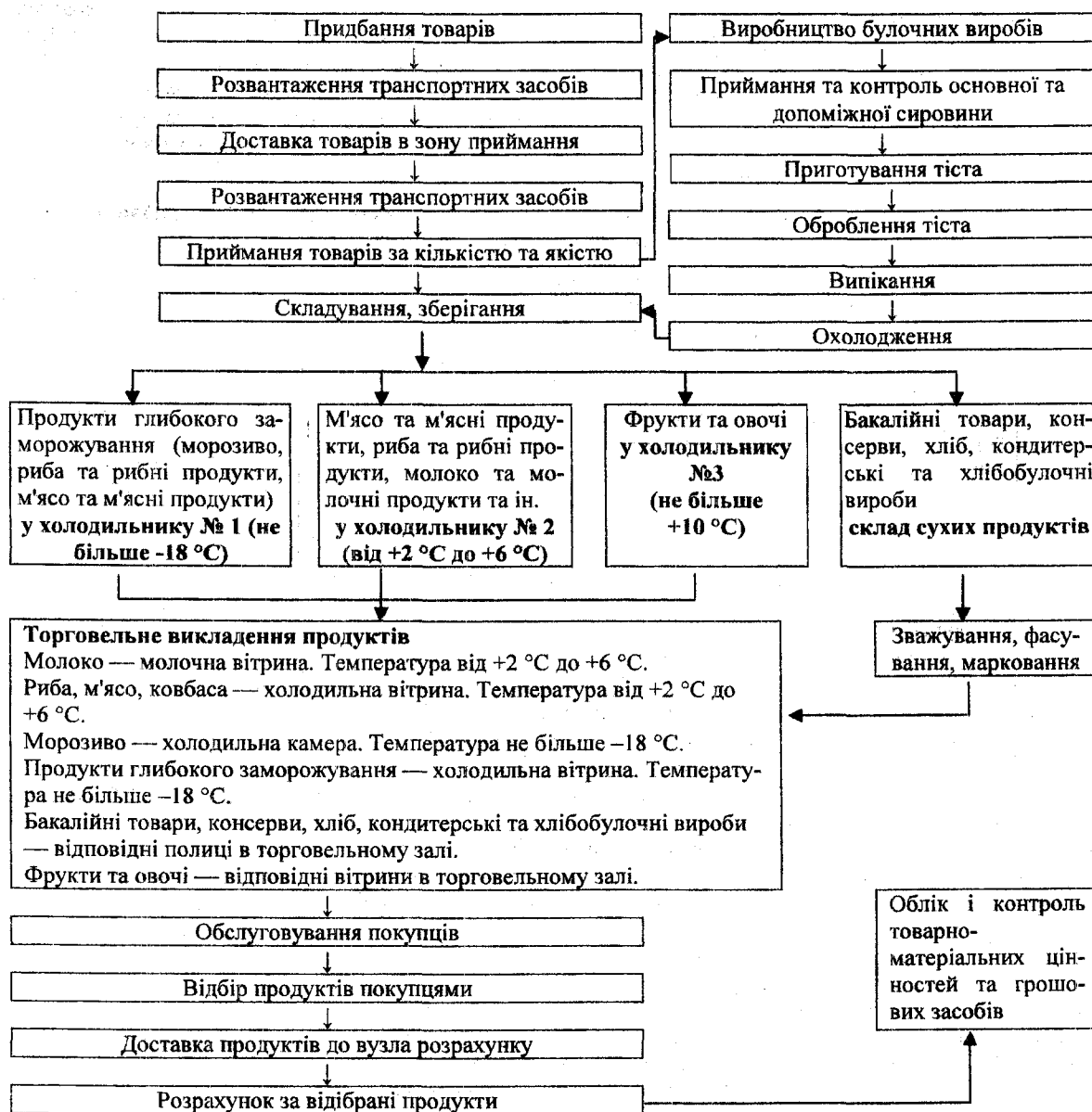


Рис. 1 — Технологічна схема організації торгового і технологічного процесів на підприємстві роздрібної торгівлі з виробництвом булочних виробів

Кожний етап торгового і технологічного процесів були докладно розглянуті з метою одержання як можна більшої кількості даних. Роботу починали зі складання переліку небезпечних факторів (фізичних, біологічних, хімічних), що мають відношення до безпеки продукції. При встановленні небезпечних чинників враховували склад продукту, процес переробки, інструкції для споживача, безпеки, що вихо-

дять від персоналу, устаткування тощо. Ідентифікація небезпечних чинників на підприємстві роздрібно торгівлі з виробництвом булочних виробів наведена в табл. 1. Технологічна схема організації торгового і технологічного процесів поділена на чотири етапи: придбання та приймання продукту; виробництво булочних виробів; складування та зберігання харчових продуктів; торговельне викладення продуктів.

При аналізі небезпечних чинників враховували також імовірність їх виникнення та серйозність небезпеки. Якщо для всіх етапів визначені всі виникаючі можливі небезпечні чинники, то після цього визначили дії та процедури запобігання виникнення небезпеки. Діями запобігання небезпеки є, наприклад: ефективний план миття та дезінфекції, знання працівників про харчову гігієну і їх застосування, функціонування плану із захисту від шкідників і плану обігу з відходами, стан здоров'я працівників, контроль харчових продуктів при їх прийманні, зберігання харчових продуктів при належній температурі, питна вода, що відповідає вимогам, дотримання на підприємстві правил гігієни, справність і чистота устаткування та засобів обігу з харчовими продуктами, тобто по суті дії та процедури програми попередніх умов.

На наступному етапі встановлювали КТК. КТК — точка, етап або процес, в якому може бути застосований контроль, та ризики для безпечності харчового продукту, і можуть бути усунуті чи зменшені до допустимого рівня. Кількість КТК залежить від складності і виду продукції/виробничого процесу, що попадають в область аналізу [3].

Таблиця 1 — Ідентифікація небезпечних чинників на підприємстві роздрібно торгівлі з виробництвом булочних виробів

Назва агенту, номер та назва операції	Назва та характеристика небезпечного чинника	Шифр чинника	Запобіжні дії
Ідентифікація небезпечних біологічних чинників			
1. Придбання та приймання продукту			
Продукти глибокого заморожування (морозиво, риба та рибні продукти, м'ясо та м'ясні продукти)	Патогенні бактерії, пліснява та гнильні бактерії при порушенні температурних режимів під час транспортування, а також при порушенні санобробки обладнання	Б	Вхідний контроль, дотримання температурних режимів під час транспортування, проведення санобробки обладнання
М'ясо та м'ясні продукти, риба та рибні продукти, молоко та молочні продукти та ін.	Може містити неспороутворюючі бактерії: <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella spp</i> , <i>Campylobacter spp</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> ; спороутворюючі бактерії: <i>Clostridium perfringens</i> , дріжджі, плісняву та гнильні бактерії	Б	Вхідний контроль, дотримання умов транспортування
Фрукти та овочі	У фруктах та овочах можуть бути плоди з ознаками гниття. Плоди можуть містити бактерії, дріжджі, плісняву	Б	Вхідний контроль, дотримання умов транспортування
Бакалійні товари, хліб, кондитерські та хлібо-булочні вироби.	Порушення температури та відносної вологості транспортування готового продукту може стати причиною росту мікроорганізмів. Неспороутворюючі бактерії: <i>Salmonella spp</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> ; спороутворюючі бактерії: <i>Clostridium perfringens</i>	Б	Вхідний контроль, дотримання умов транспортування
Основна та допоміжна сировина для виробництва булочних виробів	Порушення температури та відносної вологості транспортування може стати причиною росту мікроорганізмів. МА-ФанМ, БГКП, бактерії роду <i>Salmonella</i> , пестициди, токсичні елементи, б. р. <i>Bacillus subtilis</i> , <i>S. Aureus</i> і пліснява	Б	Вхідний контроль, дотримання умов транспортування

Продовження таблиці 1

Назва агента, номер та назва операції	Назва та характеристика небезпечного чинника	Шифр чинника	Запобіжні дії
2. Виробництво булочних виробів			
Приготування тіста	б. р. <i>Bacillus subtilis</i> , <i>S. Aureus</i> забруднена тара та обладнання	Б	Контроль процесу приготування тіста, контроль миття обладнання
Оброблення тіста	МАФАНМ, БГКП, забруднення тари та обладнання	Б	Контроль процесу збродження тіста
3. Складування, зберігання харчових продуктів			
У холодильнику № 1 (не більше -18 °С)	Ріст бактерій під час зберігання, порушення цілісності пакування продукту, порушення вакууму в упаковці: внаслідок надто високих температур (морозиво, риба та рибні продукти, м'ясо та м'ясні продукти) або шляхом перехресного забруднення	Б	Дотримання умов зберігання, проведення санобробки. Забезпечення безперервного холодильного ланцюга, запобігання перехресного забруднення (правильне розташування продуктів, при необхідності їх покриття і т.п.)
У холодильнику № 2 (від +2 °С до +6 °С)	Розмноження мікроорганізмів у результаті зберігання харчових продуктів при неправильній температурі (м'ясо та м'ясні продукти, риба та рибні продукти, молоко та молочні продукти та ін.) або шляхом перехресного забруднення	Б	Дотримання умов зберігання, проведення санобробки. Забезпечення безперервного холодильного ланцюга, запобігання перехресного забруднення (правильне розташування продуктів, при необхідності їх покриття і т.п.)
У холодильнику № 3 (не більше +10 °С)	Гниття при порушенні умов та термінів зберігання (фрукти, овочі)	Б	Дотримання умов та термінів зберігання, сортування, проведення санобробки
Склад сухих продуктів	Порушення температури та відносної вологості повітря при зберіганні готового продукту може стати причиною росту мікроорганізмів, екскременти гризунів (бакалійні товари, консерви, хліб, кондитерські та хлібобулочні вироби та ін.) МАФАНМ, БГКП, б. р. <i>Salmonella</i> , <i>Bacillus subtilis</i> та пліснява	Б	Дотримання умов зберігання, проведення санобробки
4. Торговельне викладення харчових продуктів			
Молочна вітрина. Температура від +2 °С до +6 °С	Забруднення мікроорганізмами при зберіганні за неправильної температури, при недостатньому очищенні робочої поверхні	Б	Дотримання умов зберігання, проведення санобробки
Холодильна камера. Температура не більше -18 °С	Забруднення мікроорганізмами при тривалому зберіганні при неправильній температурі	Б	Дотримання умов зберігання, проведення санобробки

Продовження таблиці 1

Назва агенту, номер та назва операції	Назва та характеристика небезпечного чинника	Шифр чинника	Запобіжні дії
Холодильна вітрина. Температура не більше -18 °С	Забруднення мікроорганізмами з рук працівника, недостатньо очищених робочих інструментів, тривалому зберіганні при неправильній температурі	Б	Дотримання умов зберігання, проведення санобробки. Знання працівниками правил гігієни, миття посуду, дотримання температурного режиму
Полиці у торгівельній залі	Забруднення мікроорганізмами при недостатньому очищенні робочої поверхні, при неправильній температурі та вологості. Булочні вироби: МАФАНМ, БГКП, б. р. <i>Salmonella</i> , <i>Bacillus subtilis</i> та пліснява	Б	Дотримання умов зберігання, проведення санобробки
Вітрини в торгівельній залі	Забруднення мікроорганізмами при недостатньому очищенні робочої поверхні, при неправильній температурі та вологості	Б	Дотримання умов зберігання, проведення санобробки
Ідентифікація небезпечних фізичних чинників			
1. Придбання та приймання продукту			
Продукти глибокого заморожування (м'ясо та м'ясні продукти, риба та рибні продукти, молоко та молочні продукти та ін.)	Може містити сторонні тіла (розбита скляна тара та ін.)	Ф	Візуальний контроль продукту, що надходить
Фрукти та овочі	Може містити сторонні тіла (пісок, каміння та ін.)	Ф	Візуальний контроль продукту, що надходить
Бакалійні товари, консерви, хліб, кондитерські та хлібобулочні вироби	Може містити сторонні тіла (розбита скляна тара та ін.)	Ф	Візуальний контроль продукту, що надходить
Основна та допоміжна сировина для виробництва булочних виробів	Може містити сторонні тіла	Ф	Візуальний контроль продукту, що надходить
2. Виробництво булочних виробів			
Приготування тіста	Забруднення тари та обладнання	Ф	Дотримання працівниками правил гігієни, контроль миття обладнання
Оброблення тіста	Забруднення тари та обладнання	Ф	Дотримання працівниками правил гігієни, контроль миття обладнання
Випікання	Забруднення тари та обладнання	Ф	Дотримання працівниками правил гігієни, контроль миття обладнання
Охолодження	Забруднення тари та обладнання	Ф	Дотримання працівниками правил гігієни, контроль миття обладнання

Продовження таблиці 1

Назва агенту, номер та назва операції	Назва та характеристика небезпечного чинника	Шифр чинника	Запобіжні дії
3. Складування, зберігання харчових продуктів			
У холодильнику	Прикраси, волосся працівників, частини устаткування	Ф	Дотримання працівниками правил гігієни, справність устаткування
Склад сухих продуктів	Прикраси, волосся працівників, частини устаткування	Ф	Дотримання працівниками правил гігієни, справність устаткування. Контроль попадання сторонніх тіл при зберіганні
4. Торговельне викладення харчових продуктів			
Холодильна вітрина, камера	Прикраси, волосся працівників, частини устаткування	Ф	Дотримання працівниками правил гігієни, справність устаткування
Полиці, вітрини в торговельному залі	Прикраси, волосся працівників, частини устаткування	Ф	Дотримання працівниками правил гігієни, справність устаткування. Контроль попадання сторонніх тіл при зберіганні
Ідентифікація небезпечних хімічних чинників			
1. Придбання та приймання продукту			
Продукти глибокого заморожування (м'ясо та м'ясні продукти, риба та рибні продукти, молоко та молочні продукти та ін.)	Гормони, антибіотики, пестициди, іони важких металів (Pb, Cu, Zn), радіоактивні речовини, які потрапляють при відгодівлі тварин	Х	Сертифікат виробника, вхідний контроль
Фрукти та овочі	Пестициди, токсичні елементи, нітрати	Х	Контроль сертифікатів на сировину, що надійшла
Бакалійні товари	Пестициди, токсичні елементи, радіонукліди	Х	Сертифікат виробника, вхідний контроль
Основна та допоміжна сировина для виробництва булочних виробів	Пестициди, токсичні елементи	Х	Сертифікат виробника, вхідний контроль
2. Виробництво булочних виробів			
Вода	Може бути забруднена розчинами важкими металами або токсичними речовинами	Х	Щоквартальний аналіз води, що надходить від водоканалу, контроль жорсткості, повний щорічний контроль води за всіма показниками безпеки

Продовження таблиці 1

Назва агента, номер та назва операції	Назва та характеристика небезпечного чинника	Шифр чинника	Запобіжні дії
3. Складування, зберігання харчових продуктів			
У холодильнику	Залишки миючих засобів після миття обладнання можуть стати причиною хімічного забруднення продукту	X	Діючий план миття та дезінфекції
Склад сухих продуктів	Залишки миючих засобів після миття полиць, підлоги можуть стати причиною хімічного забруднення продукту	X	Діючий план миття та дезінфекції
4. Торговельне викладення харчових продуктів			
Холодильна вітрина, камера	Залишки миючих засобів після миття вітрини, камери можуть стати причиною хімічного забруднення продукту	X	Діючий план миття та дезінфекції
Полиці, вітрини в торговельній залі	Залишки миючих засобів після миття полиць, вітрин можуть стати причиною хімічного забруднення продукту	X	Діючий план миття та дезінфекції

Члени робочої групи встановлювали КТК за допомогою наступних питань:

Питання №1: чи існують на цьому етапі або наступних етапах попереджувальні дії для цього небезпечного чинника? Якщо запобіжні заходи відсутні, але керування безпеками необхідно, то етап слід змінити. Якщо управляти безпеками не потрібно, то етап із КТК не зв'язаний. Якщо керування необхідне і запобіжні заходи розпочато, то переходили до питання № 2.

Питання №2: чи може даний етап зменшити рівень небезпечного чинника до прийняттого? Якщо справа стосується етапу, який і призначений для усунення небезпек — наприклад, з приготуванням тіста — то тут КТК є. Якщо ні, то переходили до питання № 3.

Питання №3: можливість на цьому етапі появи небезпечного чинника або збільшення його до недопустимого рівня? Якщо неможливо, що виникне нова небезпека або відбудеться збільшення небезпеки, то це не КТК. Якщо небезпека виникнути може, то переходили до питання № 4.

Питання №4: чи гарантує наступний етап знищення небезпечного чинника або зниження його до допустимого рівня? Якщо який-небудь наступний етап (наприклад, приготування тіста) небезпеку усуває, то із КТК це не зв'язане (табл. 2).

Таблиця 2 — Встановлення критичних точок контролю для підприємств роздрібною торгівлі з виробництвом булочних виробів

Назва агента	Найменування небезпечного чинника	Питання №1: чи існують на цьому етапі або наступних етапах попереджувальні дії для цього небезпечного чинника?	Питання №2: чи може даний етап зменшити рівень небезпечного чинника до прийняттого?	Питання №3: можливість на цьому етапі появи небезпечного чинника або збільшення його до недопустимого рівня?	Питання №4: чи гарантує наступний етап знищення небезпечного чинника або зниження його до допустимого рівня?	Номер критичної точки контролю
1. Придбання та приймання продукту						
Продукти	Б: патогенні організми	Так: вхідний контроль	Не застосовується	Так	Так: вхідний контроль	—
	Ф: сторонні тіла	Так: сортування, протирання	Не застосовується	Так	Так: сортування, протирання	—
	Х: пестициди, токсини, солі важких металів	Так: — Перевірка готового продукту на показники безпеки	Так	Так	Ні	КТК—1 (X)

Продовження таблиці 2

Назва агента	Найменування небезпечного чиннику	Питання №1: чи існують на цьому етапі або наступних етапах попереджуючі дії для цього небезпечного чиннику?	Питання №2: чи може даний етап зменшити рівень небезпечного чиннику до прийняттого?	Питання №3: можливість на цьому етапі появи небезпечного чиннику або збільшення його до недопустимого рівня?	Питання №4: чи гарантує наступний етап знищення небезпечного чиннику або зниження його до допустимого рівня?	Номер критичної точки контролю
Основна та допоміжна сировина для виробництва булочних виробів	Б: патогенні організми	Так: вхідний контроль	Не застосовується	Так	Так: вхідний лабораторний контроль	—
	Ф: сторонні тіла	Так: сортування, протирання	Не застосовується	Так	Так: сортування, протирання	—
	Х: пестициди, токсини, солі важких металів	Так: — Перевірка сертифікатів при надходженні сировини — Перевірка готового продукту на показники безпечності	Так	Так	Ні	КТК—1 (X)
Вода	Б: патогенні організми	Так: пастеризація	Не застосовується	Так	Так: теплова обробка	—
	Ф: сторонні тіла (GMP)	—	—	—	—	—
	Х: пестициди, токсини, солі важких металів	Так: Сертифікати на воду	Не застосовується	Так	Так: воду використовують тільки для миття, тяжкість небезпечного чиннику мінімальна	—
2. Виробництво булочних виробів						
Вода	Б: патогенні організми (GMP)	—	—	—	—	—
	Ф: сторонні тіла (GMP)	—	—	—	—	—
	Х: пестициди, токсини, солі важких металів (GMP)	—	—	—	—	—
Приготування тіста	Б: б. р. <i>Bacillus subtilis</i> , забруднена тара та обладнання, б. р. <i>S. Aureus</i> .	Так: контроль процесу	Так	Так	Ні	КТК—2 (Б)
Оброблення тіста	Б: МАФАНМ, БГКП, забруднення тари та обладнання	Так: контроль процесу	Не застосовується	Так	Так: контроль процесу	—

Продовження таблиці 2

Назва агента	Найменування небезпечного чиннику	Питання №1: чи існують на цьому етапі або наступних етапах попереджувачі дії для цього небезпечного чиннику?	Питання №2: чи може даний етап зменшити рівень небезпечного чиннику до прийняттого?	Питання №3: можливість на цьому етапі появи небезпечного чиннику або збільшення його до недопустимого рівня?	Питання №4: чи гарантує наступний етап знищення небезпечного чиннику або зниження його до допустимого рівня?	Номер критичної точки контролю
Технологічне обладнання	Ф: Технічно несправне обладнання може слугувати предметом фізично небезпечного чиннику	Так: Діючий план профілактики	Не застосовується	Так	Так: поточний контроль	—
	Х: Залишки миючих засобів на обладнанні може стати причиною хімічного забруднення продукту	Так: Діючий план миття та дезінфекції	Не застосовується	Так	Так: поточний контроль	—
3. Складування, зберігання харчових продуктів						
У холодильнику	Б: порушення умов і термінів зберігання продуктів (GMP)	—	—	—	—	—
	Ф: сторонні тіла (GMP)	—	—	—	—	—
Склад сухих продуктів	Б: порушення умов і термінів зберігання продуктів (GMP)	—	—	—	—	—
	Ф: сторонні тіла (GMP)	—	—	—	—	—
4. Торговельне викладення харчових продуктів						
Холодильна вітрина, камера	Б: патогенні організми	Так: поточний контроль	Не застосовується	Так	Так: поточний контроль	—
	Х: Залишки миючих засобів після миття вітрини, камери може стати причиною хімічного забруднення продукту	Так: Діючий план миття та дезінфекції	Не застосовується	Так	Так: поточний контроль	—
Полиці, вітрини в торговельній залі	Б: МАФАНМ, БГКП, б. р. <i>Salmonella</i> , <i>Bacillus subtilis</i> та пліснява	Так: поточний контроль	Так	Так	Ні	КТК—3 (Б)
	Х: Залишки миючих засобів після миття вітрини, камери може стати причиною хімічного забруднення продукту	Так: Діючий план миття та дезінфекції	Не застосовується	Так	Так: поточний контроль	—

Наступним етапом було розроблення коригувальних дій, тобто план управління безпекою булочних виробів, які виготовляють на підприємстві роздрібною торгівлі (НАССР — план) (табл. 3). Коригувальні дії — це дії на той випадок, коли в процесі моніторингу з'ясується, що положення в контрольній точці контролю вийшло за встановлені критичні межі або граничні показники [3]. Відхилення та коригувальні дії також слід завжди документувати, для цього в аркуші моніторингу є графа для опису коригувальної дії.

Таблиця 3 — План управління безпекою булочних виробів, які виготовляють на підприємстві роздрібною торгівлі (НАССР—план)

Етап процесу	КТК	Опис небезпечного фактору	Критичні межі	Процедури моніторингу	Коригувальні дії	Протоколи НАССР
Основна та допоміжна сировина для виробництва булочних виробів	КТК—1 (Х)	Пестициди, афлатоксини, токсичні елементи	За ДСТУ EN 12393-1:2003, ДСТУ 4990:2008, ДСТУ 7670:2014, ДСТУ ГОСТ 31262:2009	Перевірка сертифікатів при надходженні продукту, сировини	Перевірка постачальників продуктів, сировини	Сертифікати аналізів
Приготування тіста	КТК—2 (Б)	Порушення режиму, процес може призвести до мікробіологічного зараження продукту	Збродження опари 150...240 хв при температурі 28...30 °С	Безперервний контроль оператором обладнання та контроль персоналом із забезпечення якості	Оператор регулює час та температуру процесу та інформує оператора контролю якості.	1. Журнал проведення операцій. 2. Журнал обліку партій продукції
Зберігання булочних виробів на полиці в торговельній залі	КТК—3 (Б)	МАФАНМ, БГКП, б. р. <i>Salmonella</i> , <i>Bacillus subtilis</i> та пліснява	Час реалізації виробів масою до 0,2 кг — 16 год, більше 0,2 кг — 24 год (без пакування) та до 72 год (з пакуванням)	Безперервний контроль персоналом із забезпечення якості	Оператор регулює час зберігання та інформує оператора контролю якості	Журнал реєстрації партій продукту

Висновок. Запропоновані заходи щодо впровадження системи НАССР на підприємстві роздрібною торгівлі дозволять уникнути можливих ризиків безпеки при реалізації та виробництві продуктів харчування, тим самим забезпечити надходження нешкідливої та якісної продукції до споживача.

Література

1. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо харчових продуктів [Електронний ресурс]: офіц. сайт. — Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1602-18/page3>. — Назва з екрану.
2. Дожити до вересня. Що зміниться з новим законом про харчову безпеку [Електронний ресурс]: офіц. сайт. — Режим доступу: <http://www.euointegration.com.ua/articles/2015/02/3/7030396/>. — Назва з екрана.
3. Система НАССР [Текст]: довідник / В. Н. Биков та ін.; відп. В. Н. Сухов. — Л.: НТЦ «Леонорм-Стандарт», 2003. — 218 с.
4. Белінська, С. Е. Концептуальні засади гарантій безпеки харчових продуктів [Текст] / С. Е. Белінська, Н. Орлова, Ю. Мотузка // Товари і ринки — 2011. — №1. — С. 176–182.
5. Системи управління безпекою харчових продуктів. Настанова щодо застосування ISO 22000:2005 [Текст]: ДСТУ-Н ISO/TS 22004:2009. — Чинний від 2009-07-01. — К.: Держспоживстандарт України, 2010. — 19 с.
6. Бочарова, О. В. Управління безпекою товарів [Текст]: Підручник / О. Б. Бочарова. — Одеса: Атлант, 2014. — 376 с.

7. Инструкция по составлению плана самоконтроля для предприятия розничной торговли [Электронный ресурс]: офиц. сайт. — Режим доступа: http://www.vet.agri.ee/static/body/files/1326.Jaemyygiettev6tte_enekontrolliplaani_juhend_%28venekeel%29.pdf. — Назва з екрана.

УДК 51-76

ГЕОМЕТРИЯ ЭРИТРОЦИТА

Зуб В. В., соискатель, Кириллов В. Х., д-р техн. наук, профессор,
Кузаконь В. М., канд. физ.-мат. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Вращением кривой Персея построена поверхность эритроцита, определена его площадь поверхности и объём. В реальной крови они распределены по нормальному закону. Проведено сопоставление численных характеристик объёмов эритроцитов (по данным Чижевского и Вишневого) с эритроцитарными показателями гематологического анализатора здорового человека (по данным гематологической лаборатории 411 госпиталю).

Erythrocyte surface has been constructed by revolving a spiric section, and its area and volume have been determined. In real blood RBC are normally distributed. Numerical data on corpuscular volumes (according to Chizhevsky and Vishnevsky) have been checked against RBC factors in normal human haematology panel (according to the haematology laboratory in Hospital No. 411).

Ключевые слова: эритроцит, площадь поверхности, объём, нормальное распределение, гематологический анализатор.

Постановка задачи. Основу нашей жизни составляют воздух, вода и пища. Без этих факторов организм существовать не может, но если посмотреть по степени важности, то без воздуха человек может жить не более 3...5 минут (после чего наступают необратимые процессы), без воды от 3 до 7 суток, без пищи 30 и более дней. Таким образом, воздух имеет огромное первостепенное значение для состояния здоровья человека.

Основная функция крови — транспортная, с одной стороны она связана с переносом кислорода и питательных веществ ко всем органам человеческого организма, а с другой — участие в выведении углекислого газа и токсичных продуктов переработки органов (печени, почек и т. д.). Эритроциты (красная кровь), входящие в состав крови, переносят от легких к тканям организма кислород, а обратно CO_2 . Кровь представляет собой связующее звено между всеми системами организма, на ее составе качественно и количественно отражаются любые патологические изменения, происходящие в организме человека. Эритроциты (красные кровяные тельца) крови также чутко реагируют на малейшие отклонения от нормы при функционировании всех органов человека и это, прежде всего, отражается на морфологических показателях (форма, размер, цветность и наличие некоторых включений) красной крови (эритроцитов).

В статье рассматриваются морфологические особенности эритроцита, связанные с его геометрией (форма, диаметр, боковая поверхность и объём). В связи с газообменом площадь боковой поверхности эритроцита является более важной, нежели его объём. Экспериментально определить площадь боковой поверхности не представляется возможным, а поэтому эту площадь вычисляют теоретическими методами.

Изучения геометрических параметров эритроцитов человека издавна привлекало внимание многих учёных мировой науки. Нормальный эритроцит человеческой крови имеет форму двояковогнутой лепёшки с утолщённым торовидным краем [1]. Таким эритроцит чаще всего представляется под электронным микроскопом, увеличенный в 20000 раз. Эту форму мы примем в дальнейшем исследовании (рис. 1).

Эритроцит может быть рассмотрен как тело вращения вокруг некоторой оси плоской кривой линии, форма которой определяется многочисленными экспериментальными данными, найденными многими авторами [1].

Примем ось вращения линии контура эритроцита за ось Oy . Горизонтальная плоскость, проходящая через центр эритроцита, будет плоскостью симметрии. Пересечём профиль эритроцита плоскостью, проходящей через ось вращения. Прямоугольнику, по которой пересечётся эта плоскость с плоскостью симметрии, примем за ось Ox . Кривая контура профиля эритроцита будет симметрична относительно осей x и y .

При исследовании геометрии эритроцита большинство исследователей исходили из следующих значений реперных точек. По многочисленным экспериментальным данным толщина эритроцита достигает минимума по оси вращения Oy . Здесь толщина равна $\frac{1}{8}D$, где $D=AB$ — диаметр эритроцита. На расстоянии $\frac{1}{3}D$ от оси вращения высота эритроцита достигает максимума, который равен четверти диаметра.

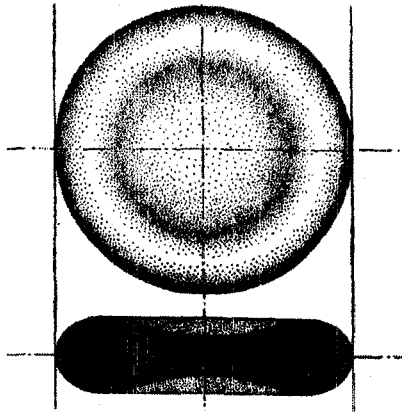


Рис. 1 — Форма нормального эритроцита (нормоцита)

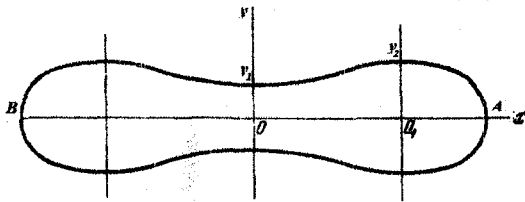


Рис. 2 — Профиль эритроцита

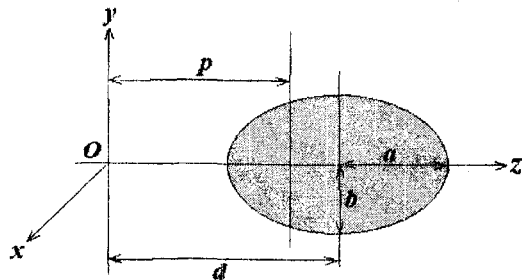


Рис. 3 — Образование кривых Персея

$$a=0,150662; d=1,768398; p=1,637922; c=1,659376; b=a \cdot c.$$

Расчёт в декартовых координатах (2) даёт следующий график профиля нормоцита (рис. 4).

А поверхность вращения вокруг оси симметрии в цилиндрических координатах имеет следующую форму (рис. 5) — изображена верхняя половина эритроцита.

Теперь перейдём к определению площади и объёма эритроцита. Следует признать, что роль поверхности и объёма эритроцита в современной физиологии ещё не достаточно оценена в связи с процессами газообмена, а также с процессами деформации эритроцита при проникновении его в капиллярное русло (диаметр капилляра вдвое меньше чем диаметр эритроцита).

Целью данного исследования является теоретическое определение площади поверхности и объёма эритроцита, исходя из простейших предпосылок описания контура нормоцита (эритроцит здорового человека), используя известные кривые четвёртого порядка. В последних работах по геометрии эритроцита [1—2] для описания формы эритроцита использовались кривые шестого [1] и четвёртого [2] порядка общего вида. В последней работе, правда, отправные точки несколько искажены. По нашему мнению профиль нормоцита следует искать из семейства кривых Персея [5], а именно как линии пересечения поверхностью эллиптического тора с плоскостью параллельной его оси $z=p$,

$$y^2 = b^2 - \frac{b^2}{a^2} \left(\sqrt{x^2 + z^2} - d \right)^2 \quad (1)$$

геометрический смысл параметров a, b, p и d представлен на рис. 3 (a, b — полуоси эллипса; d — расстояние от начала координат до центра эллипса; p — расстояние от оси тора до секущей плоскости)

Мы исходили из тех соображений, что сечения тора плоскостью $z=p$ имеют вид профиля эритроцита.

Таким образом, профиль эритроцита в первом квадранте координатной плоскости xOy (рис. 2) определяется уравнением

$$y = c \sqrt{a^2 - \left(\sqrt{x^2 + p^2} - d \right)^2}, \quad \left(c = \frac{b}{a} \right), \quad (2)$$

Величины a, b, p и d определяются из условий (в безразмерных координатах, $D=2R=2$)

$$1) \text{ при } x=0, \quad y_{\min} = \frac{1}{8}; \quad (3)$$

$$2) \text{ при } x = \frac{2}{3}, \quad y = y_{\max}; \quad (4)$$

$$3) \text{ при } x = \frac{2}{3}, \quad y = \frac{1}{4}; \quad (5)$$

$$4) \text{ при } x=1, \quad y=0. \quad (6)$$

Проводя расчёты, получены следующие значения параметров:

Для определения площади поверхности эритроцита воспользуемся известной формулы высшей математики

$$S = 4\pi \int_0^1 x \sqrt{1 + [y'(x)]^2} dx, \quad (7)$$

где $y = y(x)$ — определяется из соотношения (2). Данный интеграл является несобственным, так как при $x=1$, $y'(1) = \infty$.

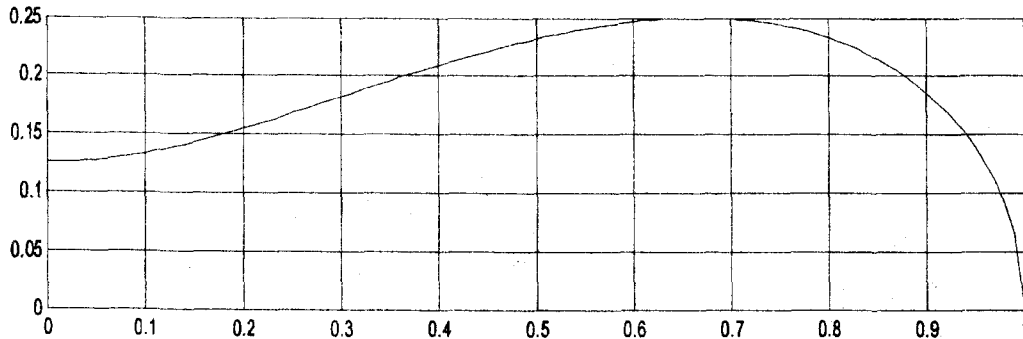


Рис. 4 — График контура эритроцита

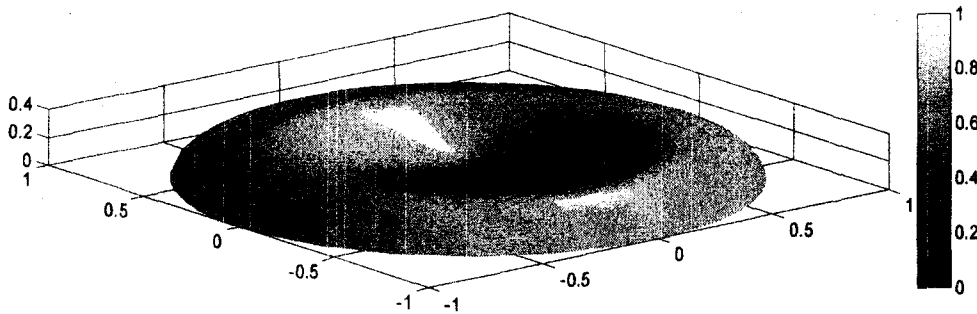


Рис. 5 — Верхняя половина поверхности вращения эритроцита

В связи с этим уравнение профиля эритроцита $y = y(x)$ представим в параметрической форме

$$\begin{cases} x(t) = \sqrt{(d + a \cos t)^2 - p^2} \\ y(t) = b \sin t \quad (b = 0,25) \end{cases} \quad (8)$$

В результате $S = 4\pi \int_{\alpha}^{\beta} x(t) \sqrt{[x'(t)]^2 + [y'(t)]^2} dt = 4\pi \int_{\alpha}^{\beta} \sqrt{(a^2 \sin^2 t + b^2 \cos^2 t) \left((d + a \cos t)^2 - b^2 p^2 \cos^2 t \right)} dt,$

где $\alpha = 0$, $\beta = \pi - \arcsin \frac{1}{8b}$. Проводя вычисление данного интеграла численным методом (в среде MatLab), получено следующее значение площади поверхности нормацита — $S = 8,3404$.

Объём эритроцита определяем по формуле $V = 4\pi \int_0^1 x y(x) dx$, численный расчёт этого интеграла даёт значение $V=1,2799$.

Если принять, что диаметр эритроцита человека в среднем равен 7,55 μ (микрон), то соответственно $S=118,8559 \mu^2$ и $V=68,8536 \mu^3$.

Связь площади поверхности и объёма с диаметром эритроцита такова:

$$S=8,3404 \cdot R^2=2,0851 \cdot d^2; V=1,2799 \cdot R^3=0,16 \cdot d^3. \quad (9)$$

По данным других авторов А. Л. Чижевский [1] и В. Н. Власов [2] площадь поверхности и объём соответственно равны: $S=108,679 \mu^2$; $V=62,955 \mu^3$; $S=113,9157 \mu^2$; $V=69,2273 \mu^3$.

Расхождения с полученными нами данными связана с различными подходами при аппроксимации контура эритроцита. У А. Л. Чижевского аппроксимация представляется кривой шестого порядка, а у В. Н. Власова — кривой четвёртого порядка, с некоторым искажением реперных точек, нами же были использованы классические кривые Персея (сечения эллиптического тора).

Рассмотрим, в какой мере полученные теоретические расчёты согласуются с экспериментальными данными при анализе крови.

Наиболее важным геометрическим размером эритроцита является его диаметр (наибольший размер).

По результатам тщательных измерений около 4000 эритроцитов здоровых людей А. Л. Чижевским [1] следующие статистические данные:

Таблица 1 — Статистические данные эритроцитов здоровых людей [1]

d_i, μ	5,5	6,5	8,5	8,5	9,5
n_i	0,0291	0,0689	0,7601	0,1109	0,0309

В таблице 1: d_i — диаметр; n_i — частота.

Среднее значение диаметра (математическое ожидание) равно 7,545 μ .

По данным Вишневого (15300 измерений эритроцитов 100 больных туберкулёзом и 1799 измерений 19 здоровых) [1]:

Таблица 2 — Статистические данные здоровых и больных туберкулёзом людей [1]

d_i, μ	5,75	6,25	6,75	7,25	7,75	8,25	8,75	9,25
n_i	0,019	0,018	0,011	0,337	0,477	0,058	0,029	0,051

В таблице 2 среднее значение диаметра (математическое ожидание) равно 7,64 μ .

В настоящее время большинство показателей крови получают на автоматических гематологических анализаторах [3], которые в состоянии одновременно определять от 5 до 24 параметров. Все эти данные являются объёмными, отнесённые к единице объёма исследуемой крови. Важнейшими эритроцитарными показателями крови следующие: гематокрит (*HTC*) — отражает, какой объём крови занимают эритроциты (норма 39...49 % (мужчины), 35...45 % (женщины)); число эритроцитов (*RBC*) (норма, клеток/мкл, $4,3...6,2 \cdot 10^6$ (мужчины), $3,8...5,5 \cdot 10^6$); средний объём эритроцита (*MCV*) (норма — $80...100 \mu\text{м}^3$); *RDW-SD*, μ (μ — 1 микрон=1 мкм) — среднее квадратичное отклонение выборки (норма — 37...46 μ); *RDW-CV*, % — коэффициент вариации (норма — 11,5...14,5 %). Последние два показателя свидетельствуют о том, насколько эритроциты отличаются между собой по размерам.

По гематологическим измерениям средний объём эритроцита вычисляется отношением гематокрита к числу эритроцитов, т. е. в предположении плотной упаковки последних. Объём эритроцита нормальной крови, равный $88 \mu^3$, считается в современной гематологии наиболее точным объёмом эритроцита. Это значение вошло во многие руководства по гематологии, общей физиологии и лабораторной практике. Отклонения от $V=88 \mu^3$ в ту или другую сторону считаются патологическими.

Данная цифра значительно отличается от полученного нами теоретического значения $V=68,85 \mu^3$. Это объясняется тем, что получить истинный объём красной крови экспериментально установить невозможно. Пока эритроциты сохраняют свою индивидуальную форму, пока они совершают хаотическое броуновское движение, пока между ними действуют силы электрического отталкивания (эритроциты имеют отрицательный заряд), пока все эритроциты не плотно прижаты один к другому (а это возможно при их деформации), до тех пор эмпирические методы не могут дать истинное значение объёма эритроцита, ибо между эритроцитами всегда имеются зазоры. Определённая многими авторами [1] эмпирическая величина объёма эритроцита $V_{\text{эф}}=88 \mu^3$, есть, по существу, эффективный объём пространства эритроцита. Таким образом, теоретический объём эритроцита по нашим данным равен $V=0,7824 \cdot V_{\text{эф}}$, а диаметр соответственно — $d=1,6973 \cdot \sqrt[3]{V_{\text{эф}}}$ (по анализам крови $V_{\text{эф}}=MCV$). Эффективный объём пространства эритроцита равен сумме объёма эритроцита и объёма пространства зазоров между эритроцитами: $V_{\text{эф}}=V+\Delta V$, таким образом, объём пространства зазоров в красной крови составляет 27,8 % от объёма эритроцита ($\Delta V=0,2781 \cdot V$).

Гематологические анализаторы автоматизированного анализа крови помимо количественной информации представляют также визуальное отображение (гистограмму) распределения эритроцитов по объёму. После обработки данных, анализатор строит кривую, которая свидетельствует о том, что в исследуемом объёме красной крови объём эритроцита, как случайная величина, распределена по нормальному (гауссовому) закону

$$f(V) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(V-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad (10)$$

где $f(V)$ — плотность распределения вероятностей, a — математическое ожидание и σ — среднее квадратическое отклонение величины V . Диаметр эритроцита $d=1,6973 \cdot \sqrt[3]{V}$ также распределён по нормальному закону.

Что касается математического ожидания случайной величины V в выборке, то оно для нормоцита равно среднему значению $a=V=MCV=88 \mu$.

Рассмотрим теперь вопрос определения среднеквадратического отклонения σ . Для нормального распределения случайной величины d (диаметр эритроцита) в выборке, по данным в табл. 1 и 2, соответственно получаем:

$$a=7,5449 \mu, D(d)=0,4226 \mu^2 \text{ (дисперсия)}, \sigma(d)=0,6501 \mu;$$

$$a=7,64 \mu, D(d)=0,3584 \mu^2 \text{ (дисперсия)}, \sigma(d)=0,5987 \mu.$$

На основе эритроцитарной гистограммы анализаторы дают ещё два показателя отклонения величины от среднего значения a : $RDW-CV, \%$ — коэффициент вариации и $RDW-SD, \mu$ — среднее квадратическое отклонение, причём получаемые различными методами. В табл. 3 представлены эритроцитные показатели гематологического анализатора для 6 здоровых людей.

Таблица 3 — Эритроцитные показатели

MCV, μ^3	71,5	77,42	87	87,5	90,7	92,4
$RDW-SD, \mu^3$	33,2	35,92	36,6	60,1	42,8	38,9
$RDW-CV, \%$	13,1	12,4	11,6	21,9	13,2	11,7

Статистическая обработка этих данных [4], с учётом нормального распределения случайной величины V , дала следующие результаты:

$$\sigma = 1,9739 \cdot RDW - SD, \quad (11)$$

т.е. показатель $RDW-SD$ связан со средним квадратичным отклонением σ , а второй показатель

$$RDW - CV = 27,86 \cdot \frac{RDW - SD}{MCV}, \% \quad (12)$$

поскольку $RDW - CV = \frac{SD}{MCV} \cdot 100 \%$ (по методике расчёта показателя $RDW-CV$ гематологическим анализатором), где SD — стандартное среднеквадратическое отклонение объёма эритроцита от его среднего значения.

Всякое отклонение указанных эритроцитных показателей HTC, RBD, MCV , от нормы, в том числе и показателей RDW — среднего разброса объёмов эритроцита от среднего значения, указывает на наличие гематологических заболеваний и дают важную информацию о состоянии здоровья человека.

Выводы.

1. Значения площади поверхности и объёма эритроцита позволяют в дальнейшем оценить количественные меры деформации эритроцита и транскапиллярный газообмен.
2. Статистические показатели при обработке эритроцитных гистограмм гематологических анализаторов позволяют проводить оценку динамики здоровья человека при лечебном питании.

Литература

1. Чижевский, А. Л. Структурный анализ движущейся крови [Текст] / А. Л. Чижевский. — М.: АН СССР, 1959. — 475 с.
2. Власов, В. Н. Вычисление некоторых показателей эритроцитов человека [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. — Электронные данные. — Режим доступа: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001b/00161328.htm> — 30.03.2015) — Заглавие с экрана.
3. Луговская, С. А. Лабораторная гематология [Текст] / С. А. Луговская, В. Т. Морозова, М. Е. Почтарь, В. В. Долгов. — М.: Триада, 2006. — 218 с.
4. Гланц, С. Медико-биологическая статистика [Текст]: монография / пер. с англ.: Ю. А. Данилова; под ред. Н. Е. Бузикашвили, Д. В. Самойлова. — М.: Практика, 1999. — 459 с.
5. Зуб, В. В. Аналитическая аппроксимация геометрической формы эритроцита [Текст] / В. В. Зуб, В. Х. Кириллов, В. М. Кузаконь // Геометрия // Геометрия в Одессе-2015: тез. докл. международной конференции, 25–31 мая 2015 г., г. Одесса. — О., [б. и.], 2015 — С. 74.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СТВОРЕННЯ НОВИХ ПРОДУКТІВ У ХАРЧОВІЙ, ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ І КОНДИТЕРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

РОЗРОБКА ТА АПРОБАЦІЯ БАЛОВОЇ ШКАЛИ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ЗЕРНОВИХ ХЛІБЦІВ ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ Мардар М. Р., Значек Р. Р., Ребезов М. Б.....	4
РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СУМШЕЙ НА ОСНОВІ ЗЕРНОВИХ ПЛАСТИВЦІВ Жигунов Д. О., Мардар М. Р., Волошенко О. С., Брославцева І. В., Статєва М. С., Колесніченко І. М.....	8
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ Солоницкая И. В., Пшенишнюк Г. Ф., Ткаченко Н. С.....	13
ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЇ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА Положишнікова Л. О.....	17
ТЕХНОЛОГІЯ ДРІЖДЖОВИХ БУЛОЧНИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ХЕНОМЕЛЕСУ Хомич Г. П., Горобець О. М.....	20

РОЗДІЛ 2

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА, ВИГОТОВЛЕННЯ ЗЕРНОВИХ ВИРОБІВ ТА КОМБІКОРМІВ

БІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЕКСТРУДОВАНОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ З ВОДОРОСТЯМИ Макаринська А. В.....	26
ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ БИОСЕНСОРОВ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ МУКИ Крусир Г. В., Кондратенко И. П.....	29
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЦИТОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ НА РЕОЛОГІЧНІ (В'ЯЗКІСТНІ) ВЛАСТИВОСТІ ЗАТОРУ ІЗ ТРИТІКАЛЕ НА ВІСКОЗИМЕТРИ «РЕОТЕСТ-2» Бойко М. І., Прибильський В. Л.....	34
ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СЕМЯН СОИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ХРАНЕНИЯ Егорова А. В., Труфкати Л. В., Евдокимова Г. И., Шпырко Т. В.....	37
ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОРОЩУВАННЯ ЗЕРЕН СОЧЕВИЦІ Тележенко Л. М., Атанасова В. В.....	41

РОЗДІЛ 3

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ І ГІДРОБІОНТІВ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКАЦІЇ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПСЕВДОПЛАСТИЧНИХ РІДИН Безусев А. Т., Нікітчина Т. І.....	48
--	----

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ИМИТИРОВАННЫХ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ Маноли Т. А., Глушков О. А., Барышева Я. О., Чибич Н. В.....	52
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ НА ЯКІСТЬ КОМБІНОВАНИХ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ ІЗ МОРЕПРОДУКТІВ ТА КАПУСТИ БЛОГОЛОВОЇ Кушніренко Н. М., Палвашова Г. І.....	56
ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ ЗАМОРОЖЕНИХ МОРЕПРОДУКТІВ, ЩО ПРЕДСТАВЛЕНІ НА СУЧАСНОМУ РИНКУ УКРАЇНИ Памбук С. А.....	60
ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МИКРООРГАНИЗМОВ МОРОЖЕНОГО ТОЛСТОЛОБИКА Герасим А. С., Паламарчук В. В.....	63
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕКИ СУХОЇ ДОБАВКИ, ОТРИМАНОЇ ІЗ ВТОРИННИХ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ КАРТОПЛІ Попова С. Ю.....	67

РОЗДІЛ 4

БИОТЕХНОЛОГИЧНИ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА БАД

ВИЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ОЛІГОМЕРІВ ВУГЛЕВОДІВ Данилова О. І., Решта С. П.....	71
ПРЕПАРАТ ГУМІАРАБІКУ «FIBREGUM В» ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ФІЗІОЛОГІЧНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ХАРЧОВИЙ ІНГРЕДІЄНТ Гураль Л. С.....	75
РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОЛІСОЛОДОВИХ ЕКСТРАКТІВ Романова З. М., Романов М. С., Мельник І. В.....	81
ЗАСТОСУВАННЯ ОЛІЇ АМАРАНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ <i>LACTOBACILLUS PLANTARUM</i> Килименчук О. О., Охотська М. І., Євдокимова Г. Й.....	88
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ БАГАТОШАРОВОГО ЖЕЛЕ З РАДІОПРОТЕКТОРНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ Калугіна І. М.....	93
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БИФИДОБАКТЕРИЙ Капрельянц Л. В., Труфкати Л. В., Крулицкая Л. А.....	98

РОЗДІЛ 5

РОЗРОБКА ТА ОСВОЄННЯ М'ЯСНИХ І МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ НОВИХ ВИДІВ

МЕДИКО-БІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БІЛКОВИХ ПАСТ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ Ткаченко Н. А., Українцева Ю. С., Авершина А. С.....	105
ВПЛИВ ЕЛЕКТРОАКТИВОВАНОЇ ВОДИ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ Віннікова Л. Г., Пронькіна К. В.....	110
ВИКОРИСТАННЯ ПЛІВКОУТВОРЮЮЧИХ ПОКРИТТІВ В М'ЯСНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ Кишеня А. В.....	115
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ ШИНКИ З М'ЯСА ПТИЦІ, ВИГОТОВЛЕНОЇ АТЕРМІЧНИМ ОБРОБЛЕННЯМ Віннікова Л. Г., Шлапак Г. В., Прокопенко І. О., Глушков О. А.....	119

**РОЗДІЛ 6
НОВІ ТЕХНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ У ВИНОРОБСТВІ**

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МАРКЕР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДЛИННОСТИ ВИНОГРАДНЫХ ВИН	
Ливенцова Е. О.....	125
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ВИНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ БЕЛЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА ООО «ПТК ШАБО»	
Иукуридзе Э. Ж., Ткаченко О. Б., Лозовская Т. С.....	129

**РОЗДІЛ 7
СТВОРЕННЯ НОВОГО ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ,
ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ, ТЕОРІЇ, МЕТОДІВ ЇХ РОЗРАХУНКУ
ТА ПРОЕКТУВАННЯ.
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ
ПРОЦЕСАМИ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

ФОТОТОКИ ПРИ УФ-ОБЛУЧЕНИИ ЗАРЯЖЕННЫХ ПЛЕНОК ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА	
Сергеева А. Е., Федосов С. Н.....	136
ПЕРЕХОДНЫЕ ТОКИ В НЕПОЛЯРНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ЭЛЕКТРЕТАХ	
Сергеева А. Е., Федосов С. Н.....	138
ТЕСТОВЫЕ САР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ИХ САМОНАСТРОЙКИ	
Левинский М. В.....	142
ПОСТРОЕНИЕ ПЕТЛИ ГИСТЕРЕЗИСА «ПОЛЯРИЗАЦИЯ — НАПРЯЖЕННОСТЬ ПОЛЯ» В СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРАХ	
Федосов С. Н., Сергеева А. Е.....	146
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ МЕМБРАН ВАКУУМНИХ КРИШОК: ПРОГІН, ТОВЩИНА	
Ватренко О. В.....	150
ОЦЕНИВАНИЕ УРОВНЯ ДИЗАЙНА НА ПРИМЕРЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
Иванова Л. А., Котлик С. В., Помазенко М. А.....	154
РАСЧЕТ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Иванова Л. А., Косицын Н. О.....	159
РАЗВИТИЕ СТИЛЕВОГО НАПРАВЛЕНИЯ В ДИЗАЙНЕ	
Иванова Л. А., Смирнова С. А., Сагач Л. Н.....	162

**РОЗДІЛ 8
ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ І ЕФЕКТИВНІСТЬ ІННОВАЦІЙНО-
ІНВЕСТИЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

ІННОВАЦІЇ В КУЛЬТУРІ І СЕРВІСІ ОБСЛУГОВУВАННЯ В ГОТЕЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ	
Тітомир Л. А.....	166
ВИКОРИСТАННЯ ПРИНЦИПІВ НАССР ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ПРОДУКТІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ РОЗДРІБНОЇ ТОРГІВЛІ	
Мардар М. Р., Устенко І. А., Кручек О. А., Макаръ А.....	171
ГЕОМЕТРИЯ ЭРИТРОЦИТА	
Зуб В. В., Кириллов В. Х., Кузаконь В. М.....	182