

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

НАУКОВИЙ ВІСНИК

ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
імені С.З. ГЖИЦЬКОГО

Серія: ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ



SCIENTIFIC MESSENGER
OF LVIV NATIONAL UNIVERSITY OF VETERINARY
MEDICINE AND BIOTECHNOLOGIES

SERIES: FOOD TECHNOLOGIES

Том 25 № 99

2023

Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Харчові технології входить до “Переліку наукових фахових видань України” (категорія Б), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук у галузі технічних наук (остання перереєстрація згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 1301 від 15 жовтня 2019 р.).

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія KB № 14133–3104 ПР від 11.06.2008 року.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Голова редакційної колегії:

В. В. СТИБЕЛЬ, д. вет. н. (Україна)

Заступник голови редакційної колегії

О. М. ФЕДЕЦЬ, к. с.-г. н. (Україна)

Відповідальний секретар

Б. В. ГУТИЙ, д. вет. н. (Україна)

Члени редакційної колегії

В. М. АТАМАНЮК, д. т. н. (Україна)
Л. В. БАЛЬ-ПРИЛИПКО, д. т. н. (Україна)
Ю. Л. БЛОНОГА, д. т. н. (Україна)
О. Я. БІЛИК, к. т. н. (Україна)
В. І. БУЦЯК, д. с.-г. н. (Україна)
В. М. ВАНЬКО, д. т. н. (Україна)
О. Т. ВОЗНЯК, д. т. н. (Україна)
Ю. Р. ГАЧАК, к. т. н. (Україна)
Г. В. ДРОНИК, д. б. н. (Україна)
А. М. КОСТРУБА, д-р. ф.-м. н. (Україна)
З. М. МИКИТЮК, д. т. н. (Україна)
В. М. ПАСІЧНИЙ, д. т. н. (Україна)
М. І. ПАШЕЧКО, д. т. н. (Республіка Польща)
Б. І. СОКІЛ, д. т. н. (Україна)
І. І. СИМОНОВА, к. т. н. (Україна)
А. О. ФЕДОРЧУК, д. х. н. (Україна)
А. В. ФЕЧАН, д. т. н. (Україна)
Б. Р. ЦІЖ, д. т. н. (Україна)
О. Й. ЦІСАРИК, д. с.-г. н. (Україна)
М. С. ЯВОРСЬКИЙ, к. т. н. (Україна)

Рекомендовано Вченою радою Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького (протокол № 5 від 29.06.2023 р.).

Адреса редакційної колегії:

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, м. Львів, Україна, 79010
тел. +38 (032) 2392622, +380681362054
E-mail: admin@vetuniver.lviv.ua, bvh@ukr.net

Scientific messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Food Technologies

includes in the “List of scientific professional publications of Ukraine”, which can be published the results of dissertations for the degree of doctor and candidate of Science in Technical Science (last re-registration under the order of the Ministry education of Ukraine number 1301 of October 15, 2019)

Certificate of registration of print media Series KV number 14133–3104 PR from 11.06.2008 year

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief:

V. STYBEL, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

Deputy Editors:

O. FEDETS, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

Executive Secretary:

B. GUTYJ, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

Editorial board

V. ATAMANYUK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
L. BAL-PRYLIPKO, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
Y. BILONOHA, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
O. BILYK, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)
V. BUTSYAK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)
V. VANKO, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
O. VOZNYAK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
Y. HACHAK, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)
G. DRONYK, Dr. Biol. Sci. (Ukraine)
A. KOSTRUBA, Dr. Phys.-Math. Sci. (Ukraine)
Z. MYKYTYUK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
V. PASICHNYJ, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
M. PASHECHKO, Dr. Tech. Sci. (Poland)
B. SOKIL, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
I. I. SIMONOVA, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)
A. FEDORCHUK, Dr. Chemical. Sci. (Ukraine)
A. FECHAN, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
B. TSIZH, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
O. TSISARYK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)
M. JAWORSKYJ, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)

Recommended by Academic Council of Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv (Minutes № 5 of 29.06.2023).

Editorial address:

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, 79010, Lviv, Pekarska str., 50
tel. +38 (032) 2392622, +380681362054
E-mail: admin@vetuniver.lviv.ua, bvh@ukr.net



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print

ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9901

<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.344.8

A combination of Sephadexes for the milk whey protein fractions isolation

V. G. Yukalo✉, K. Ye. Datsyshyn

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

Article info

Received 09.01.2023

Received in revised form

09.02.2023

Accepted 10.02.2023

Ternopil Ivan Puluj National
Technical University,
Ruska Str., 56, Ternopil,
46001, Ukraine.
Tel.: +38-067-358-80-00
E-mail: biotech@tu.edu.te.ua

Yukalo, V. G., & Datsyshyn, K. Ye. (2023). A combination of Sephadexes for the milk whey protein fractions isolation. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 3–7. doi: 10.32718/nvlvet-f9901

Whey proteins perform important biological functions. They can also be a source of numerous natural bioactive peptides that have a positive effect on various physiological systems of the body. For research and usage of this phenomenon, the question of these proteins isolating with saving of their structure and biological functions is relevant. Considering the significant difference in molecular weights, gel filtration is a promising method. The purpose of the study was the fractionation of milk whey proteins using gel filtration with a combination of different dextran gels. We used in the work milk whey proteins after isoelectric precipitation of casein and isolation of low molecular weight peptides by gel filtration on Sephadex G-25. The first gel filtration of the whey protein preparation was performed on a column with Sephadex G-150. For further fractionation were used three sectors from the first two chromatographic peaks obtained by gel filtration on Sephadex G-150. The first peak contains high molecular fractions of proteins eluting with a volume close to the free volume of the chromatographic column. The second asymmetric peak consists mainly of β -lactoglobulin and α -lactalbumin mixture. The third peak includes low molecular weight polypeptides and peptides that are not fixed in a polyacrylamide gel. The combined chromatographic fractions of three sectors from the first two chromatographic peaks were re-fractionated on a G-100 column. Electrophoretic analysis of chromatographic fractions after repeated chromatography of milk whey proteins confirmed the feasibility of choosing a certain sequence of sephadex. At the same time, the yield of β -lactoglobulin fraction increases by $12 \pm 1\%$, and α -lactalbumin by $9 \pm 1\%$ compared to the results obtained by repeated gel filtration on one Sephadex (G-100). The degree of purification of β -lactoglobulin and α -lactalbumin, according to the densitometry, was $93 \pm 5\%$ and $77 \pm 4\%$, respectively.

Key words: milk whey proteins, gel filtration, electroforesis.

Комбінація сефадексів для виділення протеїнових фракцій з сироватки молока

В. Г. Юкало✉, К. Є. Дацишин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

Протеїни сироватки молока виконують важливі біологічні функції. Також вони можуть бути джерелом численних природних біоактивних пептидів, які позитивно впливають на різні фізіологічні системи організму. Для дослідження і використання цього явища актуальним є питання виділення цих протеїнів зі збереженням їхньої структури і біологічних функцій. Основними недоліками класичних методів досліджень протеїнів є складність, багатостадійність, використання токсичних реагентів. Окрім цього, такі умови виділення можуть руйнувати нативну структуру і відповідно призводити до втрати біологічних властивостей. Враховуючи значну різницю в молекулярних масах, перспективним методом є гель-фільтрація. Метою дослідження було фракціонування протеїнів сироватки молока з допомогою гель-фільтрації з комбінацією різних декстранових гелів. В роботі використали протеїни сироватки молока після ізоелектричного осадження казеїну і виділення низькомолекулярних пептидів гель-фільтрацією на сефадексі G-25. Першу гель-фільтрацію препарату протеїнів сироватки проводили на колонці з сефадексом G-150. Для подальшого фракціонування було використано три сектори з двох перших хроматографічних піків, що були отримані гель-фільтрацією на сефадексі G-150. Перший пік містить високомолекулярні фракції протеїнів, що елюються з об'ємом, близьким до вільного об'єму хроматографічної колонки. Другий асиметричний пік складається переважно з суміші β -лактоглобуліну та α -

лактальбуміну. Третій пік включає низькомолекулярні поліпептиди і пептиди, які не фіксуються в поліакриламідному гелі. Об'єднані хроматографічні фракції трьох секторів з двох перших хроматографічних піків фракціонували повторно на колонці G-100. Електрофоретичний аналіз хроматографічних фракцій після повторної хроматографії протеїнів сироватки молока підтвердив доцільність вибору певної послідовності сефадексів. При цьому вихід фракції β -лактоглобуліну зростає на $12 \pm 1\%$, а α -лактальбуміну на $9 \pm 1\%$ порівняно з результатами, отриманими повторною гель-фільтрацією на одному сефадексі (G-100). Ступінь очищення β -лактоглобуліну і α -лактальбуміну, за даними денситометрії, становив $93 \pm 5\%$ і $77 \pm 4\%$ відповідно.

Ключові слова: протеїни сироватки молока, гель-фільтрація, електрофорез.

Вступ

У складі протеїнів сироватки молока методами протеоміки знайдено понад 500 фракцій. Для значної частини цих фракцій характерна біологічна активність. Переважно це мінорні протеїни, кількість яких не перевищує 1% від усіх протеїнів сироватки (Korhonen & Pihlanto, 2006; McSweeney & O'Mahony, 2016). Основні протеїни сироватки (β -лактоглобулін, α -лактальбумін, альбумін сироватки, імуноглобуліни), окрім великої активності, проявляють біологічну дію через численні продукти їх протеолізу – біоактивні пептиди. Відкрито близько 200 таких пептидів, які проявляють бактерицидну дію, а також впливають на різні фізіологічні системи організму (Fox et al., 2015; Yukalo, 2021). Очевидно, біоактивні протеїни та пептиди з сироватки молока становлять значний інтерес як функціональні інгредієнти для створення продуктів спеціального і функціонального харчування. Для успішного вивчення та використання біоактивних протеїнів і пептидів важливим питанням залишається їх виділення і очищення.

Класичні методи виділення протеїнів в багатьох дослідженнях застосовувались до протеїнів сироватки молока. Це і диференційне осадження солями, різні види хроматографії, термокоагуляція, препаративний електрофорез та інші (Konrad, 2008; Lozano et al., 2008; Bonnaillie & Tomasula, 2012; McSweeney & O'Mahony, 2016). Переважно ці методи знайшли застосування у наукових дослідженнях. Основними їхніми недоліками є складність, багатостадійність, використання токсичних реагентів. Окрім цього, такі умови виділення можуть руйнувати нативну структуру і відповідно призводити до втрати біологічних властивостей (Perraudin & Valck, 2020). У зв'язку з цим необхідно виокремити один вид хроматографії, яку можна проводити в умовах, що забезпечують стабільність структури і складу протеїнів. Це ексклюзивна хроматографія, або гель-фільтрація. Цей метод застосовували раніше для виділення окремих груп протеїнів молока. Для отримання очищених фракцій гель-фільтрація недостатньо ефективна. Деякою мірою це питання було вирішено за рахунок проведення повторної гель-фільтрації на певному виді сефадексу. Проте і в цьому випадку було досягнуто високого ступеня очистки лише для однієї фракції за рахунок низького виходу препарату (Yukalo & Datsyshyn, 2018a; Yukalo et al., 2019). Враховуючи діапазон молекулярних мас протеїнів сироватки молока, перспективним може бути використання різних сефадексів при повторній гель-фільтрації.

Мета дослідження

Метою дослідження було отримання протеїнових фракцій з сироватки молока повторною гель-фільтрацією з використанням різних видів декстранових гелів.

Для досягнення мети були сформульовані такі завдання дослідження:

- виділити препарат протеїнів сироватки зі свіжого молока;
- провести повторну гель-фільтрацію протеїнів сироватки з використанням комбінації різних декстранових гелів;
- провести аналіз фракційного складу протеїнів у хроматографічних фракціях методом аналітичного диск-електрофорезу в поліакриламідному гелі.

Матеріал і методи досліджень

Для отримання сироватки використовували свіже молоко. Титрована кислотність молока становила 18°T .

Ексклюзивну хроматографію проводили на колонках з набору для рідинної хроматографії фірми "Reanal" (Угорщина). Для гель-фільтрації на сефадексі G-25 використовували колонку – 2×35 см. Для гель-фільтрації на сефадексах G-100 і G-150 використовували колонку – $1,5 \times 70$ см. В роботі використовували сефадекси фірми "Pharmacia" (Швеція). Підготовку гелів до проведення гель-фільтрації проводили відповідно до вказівок фірми "Pharmacia". Швидкість елюції у випадку гель-фільтрації на сефадексі G-25 становила 25 мл/год, а на сефадексах G-100 і G-150 – 20 мл/год. Об'єм хроматографічних фракцій в процесі елюції становив 4 мл (Yukalo et al., 2019).

Вміст протеїнів у зірцях сироватки молока, а також у хроматографічних фракціях, визначали спектрофотометрично за поглинанням в ультрафіолетовій ділянці спектра при довжині хвилі – 280 нм. Для розрахунків концентрацій загального протеїну сироватки, а також окремих фракцій використовували такі коефіцієнти поглинання: ($D_{1\text{cm}}^{1\%}$): 12,3 – для загального протеїну сироватки; 19,6 – для β -лактоглобуліну і 20,1 – для α -лактальбуміну (Farrell et al., 2004).

Диск-електрофорез для встановлення складу протеїнів сироватки і хроматографічних фракцій проводили у вертикальних пластинках поліакриламідного гелю. При цьому використовували електрофоретичну систему Девіса для кислих і нейтральних протеїнів (Sharma et al., 2021). Гелі фіксували у 7% оцтовій кислоті, фарбували в розчині амідочорного 10 В. Для кількісного вмісту протеїнів в електрофоретичних

фракціях використовували функцію зчитування графічних зображень *imread*.

Для гарантування достовірності результатів експерименти повторювали тричі. Отримані значення розраховували за допомогою стандартної статистичної програми Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення

Умови виділення загального протеїну сироватки молока мають важливе значення для подальшого його фракціонування методом ексклюзивної хроматографії. Насамперед важливо провести ефективне знежирення, оскільки залишки молочного жиру можуть взаємодіяти з гранулами сефадексів і перешкоджати процесу гель-фільтрації. Тому на першому етапі було проведено знежирення молока повторним центрифугуванням (4000 об/хв, 10 хв) на центрифугі ОПН-8. Далі з отриманого знежиреного молока ізоелектрично осаджували протеїни казеїнового комплексу при значенні рН – 4,6. Значення рН регулювали додаванням 1N HCl. Осад казеїнів відділяли центрифугуванням (5000 об/хв, 15 хв). Отриману сироватку далі очищували від низькомолекулярних компонентів і одночасно переводили в середовище електродного буферу (рН 8,3) електрофоретичної системи для диск-електрофорезу гель-фільтрацією на сефадексі G-25. Це дає можливість не проводити діаліз препарату протеїнів сироватки перед диск-електрофорезом, а також перед гель-фільтрацією. Результати диск-електрофорезу препарату протеїнів сироватки після гель-фільтрації на сефадексі G-25 показані на [рисунок 5 \(4\)](#). На електрофореграмі препарату протеїнів сироватки видно типове розміщення фракцій для такої системи ([Sharma et al., 2021](#)).

Фіксація значення рН препарату протеїнів сироватки перед гель-фільтрацією має важливе значення для процесу фракціонування і отримання об'єктивних результатів хроматографії. За літературними даними, основний протеїн молочної сироватки – β -лактоглобулін, що становить близько 50 %, може змінювати значення молекулярної маси залежно від рН. У мономерному стані ($M = 18363$ (A) і 18277 (B)) він існує при значеннях рН більше ніж 7,5 або менше ніж 3,5. При фізіологічних значеннях рН молока β -лактоглобулін є димером, а при значеннях рН 3,5-5,5 – октамером. Утворення димерів та октамерів β -лактоглобуліну відбувається шляхом виникнення міжмолекулярних дисульфідних зв'язків між вільними сульфгідрильними групами залишків цистеїну. В одній молекулі β -лактоглобуліну є п'ять залишків цистеїну. Оскільки фракціонування при гель-фільтрації відбувається за молекулярною масою і формою молекул, то β -лактоглобулін в слабкокислому середовищі може бути виявлений у різних хроматографічних фракціях ([Yukalo et al., 2019](#)). У нашому випадку фіксація значення рН на рівні 8,3 забезпечує мономерний стан β -лактоглобуліну під час гель-фільтрації.

Враховуючи результати проведених раніше досліджень повторної гель-фільтрації протеїнів сироватки молока ([Yukalo & Datsyshyn, 2018a; Yukalo et al.,](#)

[2019](#)), для комбінації було вибрано два типи сефадексів G-100 і G-150. Теоретично для фракціонування основних протеїнів сироватки молока можна було б вибрати також сефадекс G-75. Його діапазон фракціонування за даними таблиці селективності сефадексів фірми “Pharmacia” становить від 3000 до 80000 Да. Проте на практиці було встановлено ([Yukalo & Datsyshyn, 2018b](#)), що всі основні протеїни сироватки перебувають в одному (першому) хроматографічному піку. Розподіл першого хроматографічного піку на сектори призводив лише до зміни співвідношення протеїнових фракцій в їх суміші. Оскільки основні протеїни сироватки молока належать до глобулярних протеїнів, а досліди проводять при слаболужних значеннях рН (8,3), то пояснити такі результати складно.

Першу гель-фільтрацію протеїнів сироватки проводили на сефадексі G-150, у якого широкий діапазон фракціонування (5000–300000 Да). В цей діапазон молекулярних мас входять майже всі протеїни сироватки молока, окрім деяких імуноглобулінів ([Deeth & Bansal, 2019](#)). Результати гель-фільтрації показані на [рисунок 1](#).

Для подальшого фракціонування було вибрано сектори I, II і III ([рис. 1](#)) в двох перших хроматографічних піках, отриманих гель-фільтрацією на сефадексі G-150. Перший пік містить високомолекулярні фракції протеїнів, що елюються з об'ємом, близьким до вільного об'єму хроматографічної колонки. За даними диск-електрофорезу – це переважно суміш імуноглобулінів, альбуміну сироватки крові та деяких високомолекулярних мінерних фракцій.

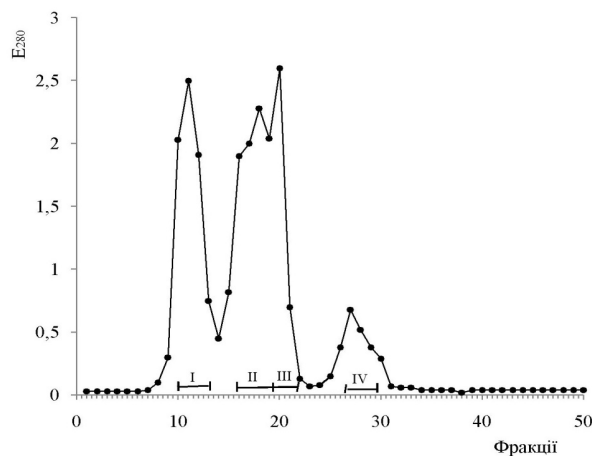


Рис. 1. Хроматограма препарату загального протеїну сироватки молока, отриманого в результаті гель-фільтрації на сефадексі G-150

Другий асиметричний пік складається переважно з суміші β -лактоглобуліну та α -лактальбуміну. Третій пік включає низькомолекулярні поліпептиди і пептиди, які не фіксуються в поліакриламідному гелі ([Yukalo & Datsyshyn, 2018b](#)).

Для проведення повторної гель-фільтрації об'єднані хроматографічні фракції секторів I, II і III ([рис. 1](#)) наносили на колонку з сефадексом G-100, зрівноважену електродним буфером (рН 8,3) для

диск-електрофорезу. Результати гелі-фільтрації показані на [рисунках 2, 3 і 4](#).

Комбінація гелів дозволила збільшити сектори для відбору і об'єднання хроматографічних фракцій після повторної гелі-фільтрації. Межі секторів показані на кожній хроматограмі ([рис. 2, 3 і 4](#)). З об'єднаних препаратів відбирали взірці для диск-електрофорезу.

Результати електрофоретичного аналізу показані на [рисунку 5](#). Сектор першого піку, як і слід було очікувати, містить імуноглобуліни сироватки молока. Оскільки їхні молекулярні маси перебувають між 300000 і 1000000 Да, вони елюються з об'ємом, близьким до вільного об'єму колонки з сефадексом G-100.

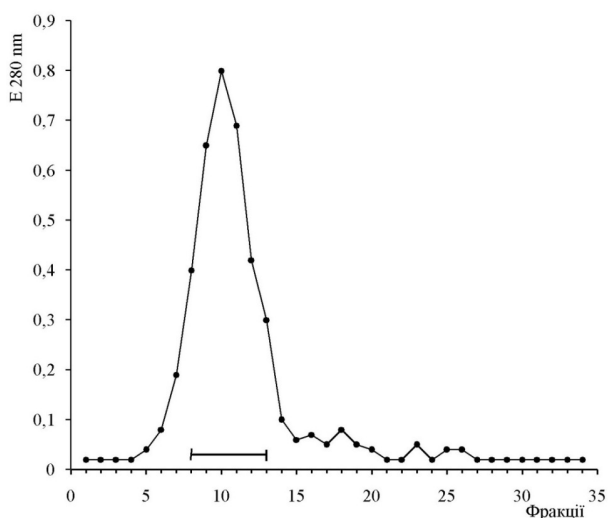


Рис. 2. Хроматограма об'єднаних фракцій сектора I ([рис. 1](#)), отримана в результаті гелі-фільтрації на сефадексі G-100

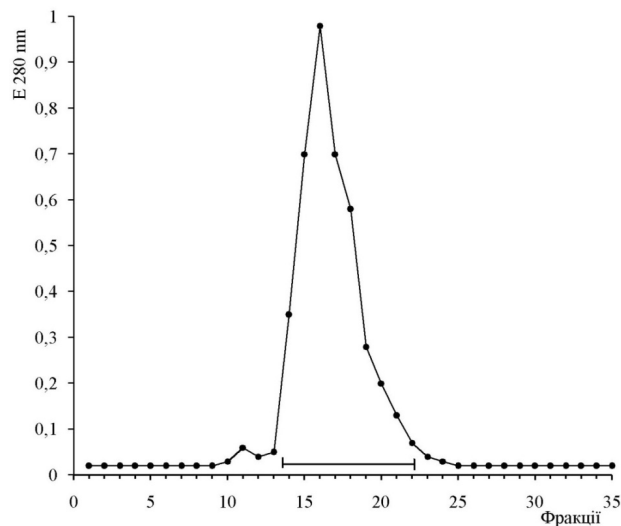


Рис. 3. Хроматограма об'єднаних фракцій сектора II ([рис. 1](#)), отримана в результаті гелі-фільтрації на сефадексі G-100

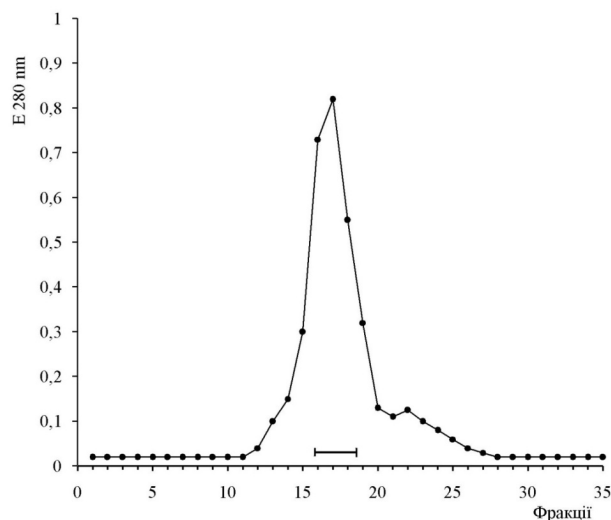


Рис. 4. Хроматограма об'єднаних фракцій сектора III ([рис. 1](#)), отримана в результаті гелі-фільтрації на сефадексі G-100

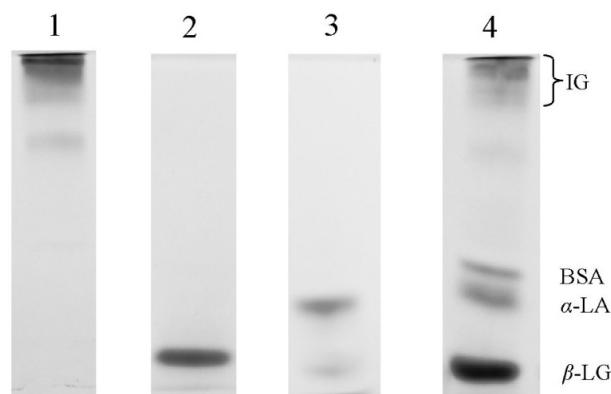


Рис. 5. Електрофореграми – препаратів, отриманих після повторної гелі-фільтрації на сефадексі G-100 об'єднаних хроматографічних фракцій сектора I (1); сектора II (2) і сектора III (3); протеїнів сироватки молока після гелі-фільтрації на сефадексі G-25 (4)

Гомогенність їх встановити денситометрією неможливо, оскільки ця група протеїнів є дуже гетерогенною. Повторна гелі-фільтрація діапазону II ([рис. 3](#)) на сефадексі G-100 дозволила розширити межі відбору хроматографічних фракцій. При цьому збільшується вихід β-лактоглобуліну (на 12 ± 1 %) без зниження ступеня чистоти за даними денситометрії (близько 93 ± 5 %). Також збільшується вихід (на 9 ± 1 %) і ступінь очищення (77 ± 4 %) фракції α-лактальбуміну в результаті повторної гелі-фільтрації на сефадексі G-100 ([рис. 4](#)). Проте варто зазначити, що отриманий препарат містить значну кількість, ~18%, β-лактоглобуліну. В зв'язку з цим перспективною може бути зміна рН при повторній гелі-фільтрації об'єднаних хроматографічних фракцій секторів II і III, які містять переважно β-лактоглобулін і α-лактальбумін відповідно. Зниження значення рН буферу може призвести до утворення октамерів β-лактоглобулінів і підвищення ефективності гелі-фільтрації.

Висновки

1. Ефективність повторної гель-фільтрації при виділенні протеїнів з сироватки молока можна збільшити при комбінації різних декстранових гелів. При цьому зростає вихід фракцій та ступінь очищення.

2. Електрофоретичний аналіз хроматографічних фракцій після повторної гель-фільтрації протеїнів сироватки молока підтвердив доцільність використання сефадексу G-150 для першої гель-фільтрації і G-100 для другої. При цьому вихід фракції β -лактоглобуліну зростає на 12 ± 1 % при ступені очищення 93 ± 5 %, а α -лактальбуміну на 9 ± 1 % при ступені очищення 77 ± 4 %. Окремо можна отримати гетерогенну групу імуноглобулінів.

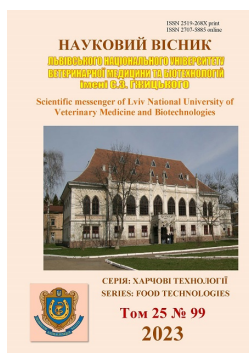
Для більш ефективного розділення β -лактоглобуліну і α -лактальбуміну в подальших дослідженнях було б доцільно другу гель-фільтрацію об'єднаних фракцій секторів II і III проводити при значеннях рН близько 5, коли β -лактоглобулін – у вигляді октамеру. При цьому буде суттєво зростати різниця між молекулярними масами цих протеїнів.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bonnaillie, L., & Tomasula, P. (2012). Fractionation of Whey Protein Isolate with Super critical Carbon Dioxide to Produce Enriched α -lactalbumin and β -lactoglobulin. *Food Ingredients. Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(20), 5257–5266. DOI: 10.1021/jf3011036.
- Deeth, H. C., & Bansal, N. (2019). *Whey Proteins: From milk to medicine*. London: Academic Press.
- Farrell, H. M., Jimenez-Flores, R., Bleck, G. T., Brown, E. M., Butler, J. E., Creamer, L. K., ... Swaisgood, H. E. (2004). Nomenclature of the proteins of cows' milk - Sixth revision. *Journal of Dairy Science*, 87(6), 1641–1674. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73319-6.
- Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H., & O'Mahony, J. A. (2015). *Dairy Chemistry and Biochemistry* (2nd ed.). New York: Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-14892-2.
- Konrad, G. (2008). A new method for isolation of native α -lactalbumin from sweet whey. *International Dairy Journal*, 18(1), 47–54. DOI: 10.1016/j.idairyj.2007.06.004.
- Korhonen, H., & Pihlanto, A. (2006). Bioactive peptides: Production and functionality. *International Dairy Journal*, 16(9), 945–960. DOI: 10.1016/j.idairyj.2005.10.012.
- Lozano, J. M., Giraldo, G. I., & Romero, C. M. (2008). An improved method for isolation of β -lactoglobulin. *International Dairy Journal*, 18(1), 55–63. DOI: 10.1016/j.idairyj.2007.05.003.
- McSweeney, P. L. H., & O'Mahony, J. A. (2016). *Advanced Dairy Chemistry. Volume 1B: Proteins: Applied Aspects*. Springer. DOI: 10.1007/978-1-4939-2800-2.
- Perraudin, J.-P., & Valck, L. D. (2020). Lactoferrin Production from Bovine Milk or Cheese Whey. *Journal of Engineering and Applied Sciences Technology*, 2(1), 1–9. DOI: 10.47363/JEAST/2019(1)103.
- Sharma, N., Sharma, R., Rajput, Y. S., Mann, B., Sight, R., & Gandhi, K. (2021). Separation methods for milk proteins on polyacrylamide gel electrophoresis: Critical analysis and options for better resolution. *International Dairy Journal*, 114, 104920. DOI: 10.1016/j.idairyj.2020.104920.
- Yukalo, V. G. (2021). *Bioloichna aktyvnist proteiniv i peptydiv moloka: monohrafiia*. Ternopil: Vyd-vo TNTU imeni Ivana Puliuia (in Ukrainian).
- Yukalo, V. G., & Datsyshyn, K. Ye. (2018b). Dekstranovi heli dlia eksklyuzyvnoi khromatohrafiї proteiniv syrovatky moloka. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 20(85), 3–8. DOI: 10.15421/nvlvet8501.
- Yukalo, V., & Datsyshyn, K. (2018a). Gel filtration of cow milk whey proteins. *Food science and technology*, 12(4), 72–78. DOI: 10.15673/fst.v12i4.1183.
- Yukalo, V., Datsyshyn, K., & Storozh, L. (2019). Obtaining of β -lactoglobulin by gel filtration of cow milk whey. *EUREKA: Life Sciences*, 2, 33–39. DOI: 10.21303/2504-5695.2019.00859.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології
Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9902
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 579.674

Effect of heat treatment on the content of microorganisms in drinking milk

M. Kukhtyn¹✉, V. Salata², N. Kushniruk¹

¹Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 12.01.2023

Received in revised form

13.02.2023

Accepted 14.02.2023

Ternopil Ivan Puluj National
Technical University,
Ruska Str., 56, Ternopil,
46001, Ukraine.
Tel.: +38-097-239-20-57
E-mail: kuchtynnic@gmail.com

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary
Medicine and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010,
Ukraine.
Tel.: +38-067-728-89-33
E-mail: salatavolod@ukr.net

Kukhtyn, M., Salata, V., & Kushniruk, N. (2023). Effect of heat treatment on the content of microorganisms in drinking milk. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 8–13. doi: 10.32718/nvlvet-f9902

The microflora of raw milk is in the center of constant attention at the enterprises where it is processed. Since the microbiota of pasteurized milk is determined by the percentage of heat-resistant bacteria that are present in the milk raw material. Defects during storage are associated with the development of residual microflora of pasteurized products. The aim of the work was to determine the quantitative changes in milk microflora using different pasteurization temperatures. Pasteurization of raw milk of the first and extra grades was carried out at $t = +72$ °C and $t = +91$ °C with a holding time of 15–20 s. In pasteurized and raw milk, the residual amount of microorganisms of different groups was determined: mesophilic, psychrotrophic, lactic acid, heat-resistant, and spore-forming. It was found that in raw milk before pasteurization, the main part of the microflora was psychrotrophic and mesophilic microorganisms up to 70%, the share of lactic acid microbiota was up to 25%, heat-resistant and spore-forming bacteria were 4% and 0.8%, respectively. The temperature regime of heat treatment ($t = 72$ °C exposure for 20 s) contributed to the reduction of mesophilic bacteria by 93.4% when using extra grade milk and by 91.5% when using first grade milk. That is, almost 6.4 times more bacteria remain in drinking milk when raw materials of lower quality are used. The intensity of death of heat-resistant microflora of milk under the regime of 72 °C with a holding time of 20 s was only 15.2 % when using raw extra milk and 4.2 % (first). Pasteurization at a temperature of 91 °C for 20 seconds had a much stronger effect on this microflora, as its efficiency was 52.9 % and 49.2 %. That is, the efficiency of the pasteurization mode was 3.5 and 11.7 times stronger, respectively, compared to the mode at a temperature of 72 °C. Therefore, in order to apply an effective pasteurization regime at the enterprise, it is necessary to know the quantitative and qualitative composition of the microflora of raw milk.

Key words: milk, pasteurization, mesophilic microorganisms, heat-resistant microflora.

Вплив теплової обробки на вміст мікроорганізмів у молоці питному

М. Д. Кухтин¹✉, В. З. Салата², Н. В. Кушнірук¹

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Мікрофлора молока-сировини перебуває в центрі постійної уваги на підприємствах, де його переробляють. Мікробіота пастеризованого молока визначається відсотком термостійких бактерій, які наявні у молочній сировині. Саме із розвитком залишкової мікрофлори пастеризованих продуктів пов'язують вади під час зберігання. Метою роботи було визначити кількісні зміни мікрофлори молока за застосування різної температури пастеризації. Пастеризацію молока-сировини першого та екстра татунків проводили за $t = +72$ °C та $t = +91$ °C з витримкою 15–20 с. У пастеризованому і сирому молоці визначали залишкову кількість мікроорганізмів різних груп: мезофільну, психротрофну, молочнокислу, термостійку та спороутворюючу. Встановлено, що у молоці-сировині до пастеризації основну частину мікрофлори становили психротрофні та мезофільні мікроорганізми до 70 %, на частку молочнокислої мікробіоти припадало до 25 %, термостійкі і спороутворюючі бактерії становили 4 %

та 0,8 % відповідно. Температурний режим теплової обробки ($t = 72\text{ }^{\circ}\text{C}$ експозиція 20 с) сприяв зменшенню мезофільних бактерій на 93,4 % за умови використання молока екстра гатунку та на 91,5 % за умови першого гатунку. Тобто практично в 6,4 раза більша кількість бактерій залишається у питному молоці при використанні сировини нижчої якості. Інтенсивність відмирання термостійкої мікрофлори молока за режиму $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ з витримкою 20 с становила всього 15,2 % за використання молока сирого екстра гатунку та 4,2 % (першого). Пастеризація за режиму температури $91\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 20 с значно сильніше впливала на дану мікрофлору, оскільки ефективність її становила 52,9 % та 49,2 %. Тобто ефективність режиму пастеризації була в 3,5 та 11,7 раза відповідно сильніша, порівнюючи з режимом за температури $72\text{ }^{\circ}\text{C}$. Отже, для застосування ефективного режиму пастеризації на підприємстві необхідно знати кількісний і якісний склад мікрофлори молока сирого.

Ключові слова: молоко, пастеризація, мезофільні мікроорганізми, термостійка мікрофлора.

Вступ

У молоці-сировині міститься складна мікробна спільнота, включаючи мікроорганізми промислового значення, які є корисні для здоров'я (Kukhtyn et al., 2018; Lialyk et al., 2019), та бактерії, які викликають занепокоєння з огляду безпечності виготовлених молочних продуктів (Berhilevych et al., 2017; Horiuk et al., 2018). Тому мікробіота молока-сировини перебуває в центрі постійної уваги на підприємствах, де його перероблюють. Кількісний вміст мікроорганізмів у молоці-сировині залежить від багатьох чинників, але загалом у зразках молока сирого охолодженого переважають молочнокислі бактерії та рід *Pseudomonas*, які вважаються основною причиною псування молока під час його реалізації (Hantsis-Zacharov & Halpern, 2007; Kukhtyn, 2008). У результаті цього для зменшення кількості мікробіоти в молоці застосовують теплову обробку. Вважається, що мікробіота пастеризованого молока визначається відсотком термостійких бактерій, які витримують температуру пастеризації, і бактеріями, пов'язаними з постпастеризаційним забрудненням, до яких входять психротрофні бактерії, такі як *Pseudomonas*, *Enterococcus*, *Bacillus* та інші (Ranieri et al., 2009; Buehler et al., 2018; Wang et al., 2019).

Повідомляється (Quigley et al., 2013), що мікробіологічні підходи, які засновані на виявленні колонієутворюючих одиниць, показують, що пастеризація зумовлює знешкодження бактерій роду *Pseudomonas*. Водночас молекулярно-генетичні методи ідентифікації мікроорганізмів показують загальне зменшення даних бактерій у пастеризованому молоці, а не ліквідацію популяції *Pseudomonas*. Це свідчить про те, що пошкоджені, але нежиттєздатні клітини все ще присутні в субстраті. Такі клітини є метаболічно активними, але їх неможливо культивувати на твердих середовищах, через те що вони перебувають у тепловому стресі й не здатні до культивування (Raats et al., 2011). Цей висновок дає підставу вважати, що деяка кількість *Pseudomonas* міститься в пастеризованому молоці та може впливати на терміни його зберігання через активність в охолоджену стані. Однак вони не виявляються стандартними методами, які засновані на культивуванні на щільних живильних середовищах. Отже, встановлення впливу мікробіоти молока-сировини на формування залишкової мікрофлори молока питного дозволить підбирати оптимальну температуру теплової обробки.

Мета дослідження

Метою роботи було визначити кількісні зміни мікробіоти молока за застосування різної температури пастеризації.

Матеріал і методи досліджень

Пастеризацію молока-сировини першого та екстра гатунків проводили за $t = +72\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $t = +91\text{ }^{\circ}\text{C}$ з витримкою 15–20 с. У пастеризованому і сирому молоці визначали залишкову кількість мікроорганізмів різних груп: мезофільну, психротрофну, молочнокислу, термостійку та спороутворюючу.

Визначення мікробіоти різних груп у молоці-сировині та молоці питному проведено відповідно до загальноприйнятих методик (Berhilevych et al., 2010). Зокрема, мезофільні при культивуванні у м'ясопептонному агарі (МПА) за температури $30 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C} - 72$ год; психротрофні за температури $6,5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C} - 10$ діб; молочнокислі – у середовищі MRS або агарі з гідролізованим молоком за $37 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C} - 72$ год; термостійкі після витримки молока за температури $63,5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 30 хв з подальшим висівом у середовище МПА; термофільні після витримання молока за температури $85 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 10 хв та посівом у середовище з глюкозою.

Отримані дані піддавалися статистичним обчисленням з використанням комп'ютерної програми Statistica 9.0 (StatSoft Inc., USA). Різницю отриманих даних вважали вірогідною за $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Кількісні показники різних груп мікрофлори у молоці-сировині екстра та першого гатунку наведено в табл. 1.

Встановлено (табл. 1), що у молоці першого гатунку, крім більшого вмісту мезофільних мікроорганізмів (це група мікрофлори, яка в стандарті позначається, як МАФАНМ), виявлено ще на один порядок більший вміст психротрофної, термостійкої та молочнокислої групи мікрофлори. Загалом це вказує, що саме за рахунок більшого вмісту даних груп мікрофлори в молоці-сировині першого гатунку формується надмірна її кількість у молоці пастеризованому, як залишкові бактерії. Адже саме дані групи мікрофлори вважаються біохімічно активними у молоці питному протягом часу його зберігання (Kukhtyn et al., 2017a; Júnior et al., 2018). Тому очевидно, що за рахунок збільшення вмісту цієї мікробіоти молоко питне швидше втрачає свої натуральні властивості, які прита-

манні сирому молоці. Також можемо стверджувати, що пастеризація молока-сировини нижчих гатунків (вищого та першого) повинна проходити за більш жорстких режимів через наявність більшої кількості стійкої мікрофлори, порівнюючи з молоком екстра гатунку.

На наступному етапі було проведено серію дослідів щодо впливу двох режимів теплової обробки молочної сировини з різною кількістю мікробіоти. Використали один режим пастеризації за температури 72 °С з експозицією в межах 15–20 с, а другий – за

91 °С та такою самою експозицією 15–20 °С. За цих режимів молоко-сировина екстра гатунку мало початкову кількість мезофільної мікробіоти $87,6 \pm 5,1 \times 10^3$ КУО/мл, а першого гатунку – $435,9 \pm 27,6 \times 10^3$ КУО/мл. Тобто в дослід взято молоко двох гатунків, щоб визначити залежність кількості мікроорганізмів у молоці пастеризованому від початкової кількості в сирому молоці.

Результати щодо кількісного зменшення мезофільної мікрофлори (МАФАНМ) у пастеризованому молоці наведено на **рис. 1**.

Таблиця 1

Кількість мікроорганізмів різних груп у молоці-сировині залежно від гатунку ($x \pm SD$, $n = 10$)

Мікрофлора	Кількість бактерій у 1 мл молока, КУО	
	екстра гатунку	першого гатунку
Мезофільна група	$8,7 \pm 0,4 \times 10^4$	$4,4 \pm 0,2 \times 10^5$
Психротрофна група	$7,5 \pm 0,3 \times 10^4$	$5,0 \pm 0,3 \times 10^5$
Термостійка група	$8,5 \pm 0,2 \times 10^3$	$5,3 \pm 0,2 \times 10^4$
Молочнокисла група	$6,3 \pm 0,2 \times 10^4$	$3,1 \pm 0,1 \times 10^5$
Термофільна група	$1,8 \pm 0,2 \times 10^3$	$5,9 \pm 0,3 \times 10^3$



Рис. 1. Зміна мезофільної мікрофлори молока-сировини різних гатунків (екстра та першого) за впливу двох режимів пастеризації

Спостерігаються (**рис. 1**) дві чітко визначені закономірності, перша, що інтенсивність відмирання бактерій під впливом теплової обробки залежала від температури пастеризації, а друга, що залишкова кількість мікрофлори у молоці пастеризованому залежить від початкового вмісту в молоці сировини.

Температурний режим теплової обробки ($t = 72$ °С експозиція 15–20 с) сприяв значному зменшенню мезофільних бактерій в двох випадках за різної початкової кількості. Втім, ефективність пастеризації за умови використання молока екстра гатунку становила 93,4 %, а молока першого гатунку вона становила 91,5 %. У числовому виразі в першому випадку кількість мікробів у пастеризованому молоці становила $5,8 \pm 0,3 \times 10^3$ КУО/мл, а в другому – $37,1 \pm 1,2 \times 10^3$ КУО/мл, тобто практично в 6,4 раза більша кількість бактерій залишається у питному молоці при використанні сировини нижчої якості. Хоча у двох випадках проби молока-питного відповідали вимогам ДСТУ 2661:2010 на даний вид продукту до 1×10^5 КУО/мл.

Значно суворіший режим теплової обробки ($t = 91$ °С експозиція 15–20 с) молока вірогідно більш згубно діяв на мезофільну мікробіоту, на що вказують числові дані ефективності пастеризації. Так, при тепловій обробці молока екстра гатунку з початковим вмістом цих бактерій $87,6 \pm 5,1 \times 10^3$ КУО/мл ефективність пастеризації становила 98,1 %, а при використанні молока нижчої мікробіологічної якості вона була 96,8 %. Тобто різниця між ефективністю пастеризації становила менше ніж 1,5 %. Проте в першому випадку кількість залишкової мезофільної мікрофлори була в середньому $1,6 \pm 0,1 \times 10^3$ КУО/мл, а у другому її вміст становив $13,9 \pm 0,8 \times 10^3$ КУО/мл, тобто в 8,7 раза менша кількість бактерій в питному молоці за умови використання сировини кращої мікробіологічної якості.

Загалом, можна сказати, що мезофільна мікробіота не належить до стійкої, оскільки навіть за “лагідного” режиму пастеризації ефективність теплової обробки була вищою ніж 90 %. При цьому за використання для переробки молока-сировини екстра гатунку залишко-

ва кількість даної мікрофлори у пастеризованому молоці буде в межах 5×10^3 КУО/мл.

Загальновідомо, що представники термостійкої і термофільної мікробіоти в найбільшій кількості наявні у продуктах, які піддавалися пастеризації (Doyle et al., 2015; Ledina et al., 2021). Так, термостійкі молочнокислі палички завдають значних збитків молочній промисловості через розвиток у молочних продуктах

та зменшення строків їх зберігання (Fromm & Boor, 2004; Gopal et al., 2015). Хоча вважається, що вони біологічно не активні за температури, вищої ніж $+ 8 - + 10$ °C (Berhilevych et al., 2010). У випадку наявності в молоці питному термостійкої групи бактерій більше ніж $10-30 \times 10^3$ КУО/мл, таке молоко має обмежений термін придатності.



Рис. 2. Зміна термостійкої мікрофлори молока-сировини різних гатунків (екстра та першого) за дії двох режимів пастеризації

З аналізу результатів (рис. 2) видно слабшу інтенсивність загибелі термостійкої мікрофлори, порівнюючи з мезофільною. Так, ефективність дії пастеризації за режиму 72 °C з експозицією 15–20 с становила всього 15,2 % за використання молока сирого з невеликою кількістю загального мікробного забруднення. За використання молока із великою мікробною контамінацією ефективність пастеризації ще була нижча і становила всього 4,2 %. У кількісному значенні залишкова термостійка мікробіота в першому досліді становила $7,2 \pm 0,4 \times 10^3$ КУО/мл та в другому досліді $50,4 \pm 2,0 \times 10^3$ КУО/мл.

Пастеризація за режиму температури 91 °C з експозицією 15–20 с значно сильніше впливала на дану мікрофлору, ніж режим за температури 72 °C. Ефективність її становила 52,9 % за використання молока з незначним мікробним забрудненням та 49,2 % при більшому мікробному забрудненню молока. Тобто ефективність даного режиму пастеризації була в 3,5 та 11,7 раза, відповідно сильніша, порівнюючи з режимом за температури 72 °C. У кількісному значенні в першому випадку залишкова термостійка мікробіота становила $4,0 \pm 0,2$ та у другому $26,7 \pm 1,8 \times 10^3$ КУО/мл. Тобто такий режим цілком достатній для можливого зберігання молока протягом тридобового періоду, відповідно до стандарту, без видимих ознак псування його.

Останньою групою молочної мікробіоти, яка вивчалася в контексті впливу на режимів пастеризації, була технічно шкідлива для молочної промисловості споруотворююча мікрофлора (Mugadza & Buys, 2017).

Дана група мікрофлори в молоці-сировині становила найменшу кількість (від 0,8 до 0,4 %), порівнюючи з іншими, групами, які визначалися. Основні представники цієї групи – це бактерії роду *Bacillus*, інколи *Clostridium*, особливістю яких є те, що вони утворюють термостійкі спори (Lindsay et al., 2021). Дані спорові форми бактерій практично не руйнуються за класичних режимів теплової обробки, тому виявлення у пастеризованому молоці значної кількості споруотворюючих бактерій вказує насамперед на погані гігієнічні умови отримання молока (Kukhtyn et al., 2021 b).

Виявлено (рис. 3), що споруотворююча термофільна мікрофлора практично не відмирає за режиму пастеризації температура 72 °C з експозицією 15–20 с. Через те, що у варіанті дослід з незначним вмістом мікроорганізмів, кількість споруотворюючих бактерій не зменшилася, а навіть збільшилася з 1,8 тис. до 2,1 тис. в мл молока. У другому варіанті дослід з великим мікробним числом мікроорганізмів у молочної сировині їхня кількість у питному молоці була в межах допустимої похибки, порівняно з молоком до обробки.

Застосування жорсткішого режиму пастеризації зумовило деяке зменшення кількості споруотворюючих бактерій, зокрема у першому варіанті з незначним загальним бактеріальним забрудненням – з 1,8 тис. до 1,6 тис. КУО/мл, а у другому варіанті з великим загальним бактеріальним забрудненням – з 5,9 тис. до 5,5 тис. КУО/мл.



Рис. 3. Зміна термofilної мікрофлори молока-сировини двох гатунків (екстра та першого) за впливу двох режимів пастеризації

Отже, споруотворююча мікрофлора під час такої технологічної операції як пастеризація практично не зменшується. Для гальмування її активності у пастеризованих продуктах необхідне швидке охолодження та зберігання в такому стані, оскільки вона чутлива до низької температури зберігання.

Висновки

У молоці-сировині до пастеризації основну частину мікрофлори становили психротрофні та мезофільні мікроорганізми – до 70 %, на частку молочнокислих мікробіоти припадало до 25 %, термостійкі і споруотворюючі бактерії становили 4 % та 0,8 % відповідно.

Температурний режим теплової обробки ($t = 72\text{ }^{\circ}\text{C}$ експозиція 20 с) сприяв зменшенню мезофільних бактерій на 93,4 % за умови використання молока екстра гатунку та на 91,5 % за умови першого гатунку. Тобто практично в 6,4 раза більша кількість бактерій залишається у питному молоці при використанні сировини нижчої якості.

Інтенсивність відмирання термостійкої мікрофлори молока за режиму $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ з витримкою 20 с становила всього 15,2 % за використання молока сирого екстра гатунку та 4,2 % – першого. Пастеризація за режиму температури $91\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 20 с значно сильніше впливала на дану мікрофлору, оскільки ефективність її становила 52,9 % та 49,2 %. Тобто ефективність режиму пастеризації була в 3,5 та 11,7 раза відповідно сильніша, порівнюючи з режимом за температури $72\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Перспективність подальших досліджень полягає у дослідженні фізико-хімічних змін у пастеризованому молоці за різних температур.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Berhilevych, O. M., Kasianchuk, V. V., Kukhtyn, M. D., Lotskin, I. M., Garkavenko, T. O., & Shubin, P. A. (2017). Characteristics of antibiotic sensitivity of *Staphylococcus aureus* isolated from dairy farms in Ukraine. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(4), 559–563. DOI: 10.15421/021786.
- Berhilevych, O. M., Kasianchuk, V. V., Vlasenko, I. H., & Kukhtin, M. D. (2010). *Mikrobiologhiia moloka i molochnykh produktiv*. Sumy: Universytetska knyha (in Ukrainian).
- Buehler, A. J., Martin, N. H., Boor, K. J., & Wiedmann, M. (2018). Psychrotolerant spore-former growth characterization for the development of a dairy spoilage predictive model. *Journal of dairy science*, 101(8), 6964–6981. DOI: 10.3168/jds.2018-14501.
- Doyle, C. J., Gleeson, D., Jordan, K., Beresford, T. P., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., & Cotter, P. D. (2015). Anaerobic sporeformers and their significance with respect to milk and dairy products. *International Journal of Food Microbiology*, 197, 77–87. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.12.022.
- Fromm, H. I., & Boor, K. J. (2004). Characterization of pasteurized fluid milk shelf-life attributes. *Journal of food science*, 69(8), M207–M214. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2004.tb09889.x.
- Gopal, N., Hill, C., Ross, P. R., Beresford, T. P., Fenelon, M. A., & Cotter, P. D. (2015). The prevalence and control of *Bacillus* and related spore-forming bacteria in the dairy industry. *Frontiers in microbiology*, 6, 1418. DOI: 10.3389/fmicb.2015.01418.
- Hantsis-Zacharov, E., & Halpern, M. (2007). Culturable psychrotrophic bacterial communities in raw milk and their proteolytic and lipolytic traits. *Applied and environmental microbiology*, 73(22), 7162–7168. DOI: 10.1128/AEM.00866-07.
- Horiuk, Y. V., Havrylianchyk, R. Y., Horiuk, V. V., Kukhtyn, M. D., Stravskyy, Y. S., & Fotina, H. A. (2018). Comparison of the minimum bactericidal concentration of antibiotics on planktonic and biofilm

- forms of *Staphylococcus aureus*: Mastitis causative agents. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 9(6), 616–622.
- Júnior, J. R., Tamanini, R., De Oliveira, A. L. M., Alfieri, A. A., & Beloti, V. (2018). Genetic diversity of thermotolerant spoilage microorganisms of milk from Brazilian dairy farms. *Journal of dairy science*, 101(8), 6927–6936. DOI: 10.3168/jds.2017-13948.
- Kukhtyn, M. D. (2008). Mikrobiolohichni normatyvy efektyvnosti tekhnolohii oderzhannia moloka syroho ekstra-gatunku. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 2, 45–46.
- Kukhtyn, M., Berhilevych, O., Kravcheniuk, K., Shynkaruk, O., Horyuk, Y., & Semaniuk, N. (2017a). The influence of disinfectants on microbial biofilms of dairy equipment. *EUREKA: Life Sciences*, 5, 11–17. DOI: 10.21303/2504-5695.2017.00423.
- Kukhtyn, M., Berhilevych, O., Kravcheniuk, K., Shynkaruk, O., Horyuk, Y., & Semaniuk, N. (2017b). Formation of biofilms on dairy equipment and the influence of disinfectants on them. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(11(89)), 26–33. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.110488.
- Kukhtyn, M., Vichko, O., Kravets, O., Karpuk, H., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Biochemical and microbiological changes during fermentation and storage of a fermented milk product prepared with Tibetan Kefir Starter. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 68(4). DOI: 10.37527/2018.68.4.007.
- Ledina, T., Djordjevic, J., & Bulajic, S. (2021). Spore-forming bacteria in the dairy chain. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1(854), 012051. DOI: 10.1088/1755-1315/854/1/012051.
- Lialyk, A., Pokotylo, A., & Kukhtyn, M. (2019). Microbiological parameters of cheese paste with the content of flaxseed oil at different storage temperatures. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(91), 124–129. DOI: 10.32718/nvlvet-f9121.
- Lindsay, D., Robertson, R., Fraser, R., Engstrom, S., & Jordan, K. (2021). Heat induced inactivation of microorganisms in milk and dairy products. *International Dairy Journal*, 121, 105096. DOI: 10.1016/j.idairyj.2021.105096.
- Mugadza, D. T., & Buys, E. M. (2017). Diversity of *Bacillus cereus* strains in extended shelf life. *International Dairy Journal*, 73, 144–150. DOI: 10.1016/j.idairyj.2017.06.001.
- Quigley, L., McCarthy, R., O'Sullivan, O., Beresford, T. P., Fitzgerald, G. F., Ross, R. P., ... & Cotter, P. D. (2013). The microbial content of raw and pasteurized cow milk as determined by molecular approaches. *Journal of dairy science*, 96(8), 4928–4937. DOI: 10.3168/jds.2013-6688.
- Raats, D., Offek, M., Minz, D., & Halpern, M. (2011). Molecular analysis of bacterial communities in raw cow milk and the impact of refrigeration on its structure and dynamics. *Food microbiology*, 28(3), 465–471. DOI: 10.1016/j.fm.2010.10.009.
- Ranieri, M. L., Huck, J. R., Sonnen, M., Barbano, D. M., & Boor, K. J. (2009). High temperature, short time pasteurization temperatures inversely affect bacterial numbers during refrigerated storage of pasteurized fluid milk. *Journal of dairy science*, 92(10), 4823–4832. DOI: 10.3168/jds.2009-2144.
- Wang, D., Fritsch, J., & Moraru, C. I. (2019). Shelf life and quality of skim milk processed by cold microfiltration with a 1.4- μm pore size membrane, with or without heat treatment. *Journal of dairy science*, 102(10), 8798–8806. DOI: 10.3168/jds.2018-16050.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9903
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 539.23:535:621.38:621.315

Features of obtaining and properties of thin films organic semiconductors

B. Tsizh^{1,2}✉, Z. Dziamski¹

¹Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Bydgoszcz, Poland

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Lviv, Ukraine

Article info

Received 16.01.2023

Received in revised form

16.02.2023

Accepted 17.02.2023

Kazimierz Wielki University in
Bydgoszcz, 30 Chodkiewicza,
Bydgoszcz, 85-064, Poland.

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-032-239-26-35
E-mail: tsizhb@ukr.net

Tsizh, B., & Dziamski, Z. (2023). Features of obtaining and properties of thin films organic semiconductors. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 14–19. doi: 10.32718/nvlvet-f9903

In recent decades, thin films of organic semiconductors (OS), or, as they are also called, organic molecular crystals, have attracted special attention in connection with a number of proposals for their use in functional units of modern electronics, and therefore in modern technological equipment. At the same time, the optical, electrophysical and photoelectric properties of OS are very important, which are determined both by the structure of organic molecules, that is, the starting material, and by the crystal structure of condensates, that is, by the technological conditions of film production. In this regard, this article presents the results of studies of some properties of OS and the technology of obtaining thin films based on them. OS are characterized by weak intermolecular bonds of the Van der Waals type, which causes the low energy of their crystal lattice. In this regard, the electronic structure of individual molecules during the formation of a crystal does not change significantly, and the properties of the crystals almost completely preserve the individual features of the molecules in combination with new properties caused by their collective interaction. This determines the main features of optical and electrophysical properties of OS, their energy structure of neutral and ionized states. In this article, it is experimentally confirmed that the planar structure of atoms of molecular crystals, in particular, linear acenes, and therefore the number of π -electrons responsible for exciton absorption in the visible region of the spectrum determines the position of the edge of their own optical absorption. It was also confirmed that the long-wavelength shift of the optical absorption edge of thin films of phthalocyanines is observed when atoms of heavy elements, for example, lead, are introduced into the molecule. When atoms of lighter elements are introduced into the phthalocyanine molecule, their planarity is not disturbed, and the long-wavelength shift of the edge is much smaller. An explanation of such changes is presented based on the interaction of foreign atoms with the π -electron system of phthalocyanine rings of neighboring molecules. The significant influence of the technological parameters of production, in particular the temperature of the substrate during thermal sputtering, on the crystal structure and optical properties of thin films of linear polyacenes and metallophthalocyanines has been demonstrated and substantiated. The possibility of controlling and presetting the necessary properties of thin-film condensates of molecular crystals is shown.

Key words: organic semiconductors, molecular crystals, thin films, production methods, linear acenes, phthalocyanines.

Особливості отримання і властивостей тонких плівок органічних напівпровідників

Б. Циж^{1,2}✉, З. Дзямські¹

¹Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Bydgoszcz, Poland

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

В останні десятиліття привернули до себе особливу увагу тонкі плівки органічних напівпровідників (ОН), або, як їх це називають, органічних молекулярних кристалів у зв'язку із цілим рядом пропозицій щодо їх використання у функціональних вузлах сучасної електроніки, а отже в сучасному технологічному обладнанні. При цьому дуже важливими є оптичні, електрофізичні та фотоелектричні властивості ОН, які визначаються як будовою органічних молекул, тобто вихідним матеріалом, так і кристалічною структурою конденсатів, тобто технологічними умовами отримання плівок. У зв'язку із цим, в даній статті викладені результати досліджень деяких властивостей ОН і технології отримання тонких плівок на їхній основі. ОН характеризуються слабкими міжмолекулярними зв'язками типу Ван-дер-Ваальсівських, що зумовлює низьку енергію їх кристалічної ґратки. У зв'язку із цим електронна структура окремих молекул при утворенні кристалу суттєво не змінюється, і у властивостях кристалів майже повністю зберігаються індивідуальні особливості молекул у поєднанні з новими властивостями, зумовленими їх колективною взаємодією. Це визначає головні особливості оптичних і електрофізичних властивостей ОН, їхню енергетичну структуру нейтральних та іонізованих станів. В даній статті експериментально підтверджено, що планарна структура атомів молекулярних кристалів, зокрема, лінійних аценів, а отже і кількість π -електронів, які відповідають за екситонне поглинання у видимій області спектру визначає положення краю їх власного оптичного поглинання. Підтверджено також, що довгохвильовий зсув краю оптичного поглинання тонких плівок фталоціанінів спостерігається при введенні в молекулу атомів важких елементів, наприклад, свинцю. При введенні в молекулу фталоціаніну атомів легших елементів їхня планарність не порушується, і довгохвильовий зсув краю значно менший. Представлено пояснення таких змін на основі взаємодії чужорідних атомів з π -електронною системою фталоціанінових кілець сусідніх молекул. Продемонстровано і обґрунтовано суттєвий вплив технологічних параметрів отримання, зокрема, температури підкладки при термічному напilenні на кристалічну структуру і оптичні властивості тонких плівок лінійних поліаценів та металофталоціанінів. Показано можливість керувати і наперед задавати необхідні властивості тонкоплівкових конденсатів молекулярних кристалів.

Ключові слова: органічні напівпровідники, молекулярні кристали, тонкі плівки, технологічні методи отримання, лінійні ацени, фталоціаніни.

Introduction

In previous reviews (Tsizh & Dziamski, 2019; 2020; 2022), we provided an analysis of existing methods of applying thin films of inorganic semiconductor materials. In recent decades, thin films of organic semiconductors (OS), or, as they are also called, organic molecular crystals, have attracted special attention in connection with a number of proposals for their use in functional units of modern electronics, and therefore in modern technological equipment. In a significant part of such devices, the properties of interfaces between organic thin films with metals and inorganic semiconductors are used. At the same time, the optical, electrophysical and photoelectric properties of OS are very important, which are determined both by the structure of organic molecules, that is, the starting material, and by the crystal structure of condensates, that is, by the technological conditions of film production. In this regard, this article presents the results of studies of some properties of OS and the technology of obtaining thin films based on them. OS are characterized by weak intermolecular bonds of the van der Baals type, which causes the low energy of their crystal lattice (Pope & Swenberg, 1999; Corpinot & Bučar, 2019). In this regard, the electronic structure of individual molecules during the formation of a crystal does not change significantly, and the properties of the crystals almost completely preserve the individual features of the molecules in combination with new properties caused by their collective interaction. This determines the main features of optical and electrophysical properties of OS, their energy structure of neutral and ionized states (Simon & Andre, 1985).

As a result of weak intermolecular interaction forces in OS, there is a pronounced localization of free charge carriers on individual molecules, in contrast to typical inorganic semiconductors with delocalized carriers in the entire volume of the crystal (Simon & Andre, 1985). Due to the strong localization, the charge carriers move to OS with the help of separate jumps with a time interval long enough for the occurrence of electronic polarization of the

crystal due to the Coulomb interaction of the carriers with the weakly bound π -electrons of the neighboring molecules of the crystal lattice.

Such electronic crystallization is a significant multi-electron process in OS, therefore, in principle, the band theory traditional for inorganic semiconductors cannot be applied to them within the one-electron approximation (Pope & Swenberg, 1999). The energy scheme of the ionized states of OS is most often built according to the phenomenological model of Lyons, taking into account the energy parameters of the crystal, the effects of electronic polarization and the states associated with charge transfer (Corpinot & Bučar, 2019). The energy position of narrow zones of ionized states of OS is determined by empirical molecular parameters (ionization energy of the molecule, its electron affinity) and parameters of the multi-electron interaction of charge carriers with neighboring molecules of the crystal lattice (electron polarization energy). According to the Lyons model, the following equality of the sum of the parameters of the ionized molecules and the crystal is fulfilled:

$$I_g + A_g = I_c + A_c = E_g + 2A_c = K_C, \quad (1)$$

where I_g , I_c are the ionization energy of the molecule and crystal, respectively; A_g , A_c – electron affinity of molecule and crystal; E_g is the band gap width, which is determined for OS as the energy distance from the conduction level of a localized hole to the conduction level of electrons with the lowest energy; K_C is a characteristic constant of the polarization model of ionized states.

Condition (1) is most precisely fulfilled for linear polyacenes, and in this case the constant $K_C = 7.93 \pm 0.6$ eV (Pope & Swenberg, 1999). A comparison of the parameters of the ionized states of linear acene crystals convincingly shows the influence of the molecular structure on these parameters with an increase in the number of benzene rings and, accordingly, π -electrons. The I_c and E_g parameters monotonically decrease, while

the A_g parameter increases, the quantum efficiency value increases significantly. The significant influence of heteroatoms on the energy structure of the crystal is evidenced by a comparison of the parameters of the isostructural derivatives of tetracene – tetrachlorotetracene and tetrathiotetracene with the parameters of tetracene. In the crystals of these derivatives, the value of the I_s , E_g parameters decreases and the value of the A_c parameter increases.

The chemical composition of OS is determined by the carbon-hydrogen basis of their molecules. For example, for pure linear polyacenes, the chemical formula of the molecule has the form $C_{4n+2}H_{2n+4}$, where n is the number of benzene rings in the molecule. When doping acenes and phthalocyanines, one or more alloying atoms are appropriately included in the composition of the main molecule, without changing the type of crystal lattice, and do not significantly affect the intermolecular bond forces and mechanical properties of OS, although their energy spectrum may undergo significant changes. Under the influence of external fields, primarily during heating, weak intermolecular bonds are quickly destroyed, therefore the sublimation temperatures of OS are relatively low (600...800 K), which allows them to be sprayed in a vacuum without decomposition of molecules. At the same time, high-temperature or high-energy methods of obtaining thin films of complex semiconductors, such as electron beam sputtering, cathode sputtering, sputtering followed by pyrolysis, the method of gas transport reactions, liquid phase epitaxy, and others cannot guarantee the preservation of the integrity of the molecule, and therefore for production of thin OS films is rarely used. Recently, the Langmuir-Blodgett method has been widely used to apply very thin OS layers, including monomolecular ones (Luo et al., 1992; Khalid & Jassem, 1993). Thin films of OS, especially metallophthalocyanines, are obtained by the method of deposition (epitaxy) from molecular beams of organic compounds (Tada et al., 1992; Maruno et al., 1993), but due to the high cost of the equipment, this method was not widely used. A known method of obtaining OS films by polymerization without a solvent (Pankow et al., 1993). Other types of methods of applying thin films are also used.

Material and methods

One of the most used methods of applying OS thin films is thermal vacuum sputtering (Bunshah, 1994; Baumann et al., 1996; Seshan, 2002; Frey & Khan, 2015; Aksimentyeva et al., 2018). As already mentioned, the low sublimation temperature ensures the transition of OS molecules to the gas phase, transfer to the substrate and film growth without dissociative-associative processes at the molecular level. A very important factor in the thermal sputtering of organic molecular crystals is a high degree of vacuum (Pankow et al., 1993; Hosokawa et al., 2008), since foreign atoms, especially residual gases, are effectively captured by OS molecules and significantly affect the entire spectrum of their electrophysical, optical, photoelectric and other properties. In addition, during thermal sputtering of OS, minimum sublimation rates

should be set in order to avoid the transfer of high-molecular fractions to the gas phase and the formation of non-homogeneous areas on the condensation surface.

Substrate temperature is a determining factor for the crystal structure of OS during thermal sputtering (Seshan, 2002; Frey & Khan, 2015; Aksimentyeva et al., 2018). As a rule, thin OS films are characterized by polymorphism with a large number of crystalline phases, starting from a quasi-amorphous structure at room temperature of the substrate, and ending with oriented polycrystalline modifications at $T_s = 350...500$ K. For example, for PbPc films, it is known that at $T_s < 310$ K, films of quasi-amorphous modification are obtained, and at $T_s > 430$ K, films of the most stable triclinic modification are obtained (Pankow et al., 1993). There are no unambiguous data on the conditions for obtaining PbPc films of monoclinic modification by thermal spraying in a vacuum, and we assume that they can be obtained at values of $T_s = 340...380$ K. In our research, thin films of linear polyacenes and metallophthalocyanines were obtained by thermal vacuum sputtering in a URM 3.279.047 unit with an ion-heterogeneous high-vacuum pump at a residual gas pressure of $3...7 \cdot 10^{-5}$ Pa from a molybdenum evaporator. The temperature of the substrates during sputtering was set from room temperature to 403 K. It was experimentally confirmed that high-quality OS films without heterogeneous inclusions, with properties close to single crystals, are deposited at low sputtering speeds. Therefore, the sputtering rate of OS was $0.5...1.0$ nm·s⁻¹. Control of sputtering speed and film thickness was carried out using the KST-1 ionization sensor, the work of which is based on the partial ionization of the material transferred to the substrate by an electron beam, and the measurement of the resulting ion current proportional to the density of the vapor phase, and, accordingly, the speed of film sputtering. For each substance, the sensor was calibrated according to the results of thickness measurements on an interference microscope MII-4.

Optical absorption spectra of polymer films were obtained using a modified two-beam optical spectrometer Specord M-400 with the following measurement parameters: spectral range: 200...900 nm, slit width: 1 nm, integration time: 1 s, scan step: 1 nm, recording speed: 10 nm/s. Optical beam of the spectrometer passed directly through the film and the substrate, was collimated and perpendicular to the surface of the film. Surface reflection when measuring spectra optical absorption was not taken into account because the relative changes. All measurements were performed at temperature 293 ± 1 K. The analysis of the results was performed using a standard correlation program, in which the relative error in the entire measurement range did not exceed 1.5 %.

Results and discussions

Neutral excited states in molecular crystals are associated with the emergence of a set of discrete levels of small radius excitons of the Frenkel exciton type (Pope & Swenberg, 1999). In the absence of intermolecular interaction forces (that is, in the gaseous state or solutions), the energy spectra of organic molecules are characterized by a set of bands formed from individual

atomic levels as a result of intramolecular and thermal interaction. During the formation of molecular crystals, the forces of weak intermolecular interaction are imposed on the energy spectrum of molecules, as a result of which the energy bands of individual molecules are split into narrow zones of the order of 0.1...0.3 eV and shift to the vacuum level towards lower energies. To date, the energy structure of the neutral states of molecular crystals and dyes has mainly been studied. In the process of OS light absorption, photons are converted into Frenkel excitons and phonons and neutral excited states are formed, associated with various transitions from filled π - and σ -states to higher singlet, ionized, and surface states (Simon & Andre, 1985). The energy of σ -states is usually higher than 6 eV and they are responsible for absorption in the far ultraviolet region of the spectrum, and π -states for absorption in the visible and near infrared and ultraviolet regions. In the optical spectra of organic molecular crystals, the spectral properties of individual molecules and their electronic vibrational structure are preserved. At the same time, in the absorption spectra of crystals, in comparison with the spectra of individual molecules, there is a broadening of the bands and a slight shift of their maxima towards lower energies. A characteristic feature of molecular crystals is the Davidiian splitting of spectral bands caused by the geometrically non-equivalent arrangement of identical molecules in the unit cell. In the Table 1 presents the positions of the eigenabsorption edge of thin films deposited by us on some typical OS from a number of linear polyacenes based on the approximation of their optical absorption spectra.

Table 1
Position of the intrinsic optical absorption edge in organic semiconductor thin films

No s/p	Organic semiconductor	The wavelength of the intrinsic optical absorption edge, nm
1.	Anthracene	412
2.	Tetracene	546
3.	Tetrachlorotetracene	617
4.	Pentacene	709
5.	Tetrathiotetracene	824

It can be seen that with an increase in the number of benzene rings (from anthracene to pentacene), a shift of the edge of the own absorption to the long-wavelength region of the spectrum is observed. This is caused by an increase in the number of π -electrons in linear acenes, which are responsible for exciton absorption in the visible region of the spectrum. A similar effect of a long-wavelength shift of the eigenabsorption edge, as well as the appearance of new bands in the absorption spectrum, is observed for tetracene derivatives – tetrachlorotetracene and tetrathiotetracene (see Table 1). These effects are due to the increase in intermolecular interaction forces when chlorine and sulfur atoms, respectively, are introduced into the tetracene molecule.

In the Table 2 presents the position of the edge of the intrinsic absorption of thin films of phthalocyanine deposited by us and a number of its derivatives based on the approximation of their optical absorption spectra.

Table 2
Position of the edge of the intrinsic optical absorption in thin films of phthalocyanines

No s/p	Organic semiconductor	The wavelength of the intrinsic optical absorption edge, nm
1.	H ₂ Pc	412
2.	Cu ₂ Pc	546
3.	ClAlClPc	617
4.	PbPc	709

For phthalocyanines, a long-wavelength shift of the absorption edge is observed when atoms of heavy elements, for example, lead, are introduced into the molecule. This is due to the fact that the heavy lead atom goes beyond the plane of the molecule, and its interaction with the π -electron system of the phthalocyanine ring of the neighboring molecule increases significantly (Davydenko et al., 2016). When atoms of lighter elements are introduced into the phthalocyanine molecule, their planarity is not disturbed, and the long-wavelength shift of the edge is much smaller (see Table 2).

In thin OS films, by varying the technological conditions of production, it is possible to change their crystalline and, therefore, their energy structure. This is confirmed by the optical absorption spectra of pentacene thin films obtained at different substrate temperatures in comparison with the absorption spectrum of a single crystal. In the long-wavelength region of the optical absorption spectra of an oriented crystalline film and a single crystal, *a*- and *b*-components of the David splitting of the 1st singlet transition are observed. In the quasi-amorphous film, instead of the Davidiian doublet, a more intense *b*-component of the 1st transition is observed, which indicates the absence of Davidiian splitting and is related to the chaotic arrangement of molecules (Corpinot & Bučar, 2019).

Already one of the first studies of the optical absorption spectra of phthalocyanine films obtained by vacuum sputtering showed their strong dependence on the crystal structure, which was determined by the temperature of the substrate during vacuum sputtering. Most often, such a dependence is observed in the area of the lowest energy, so-called *Q*-transitions. The absorption caused by these transitions is mainly in the spectral region 1.5...2.5 eV and consists of two intense broad and partially overlapping bands or bands (1.6...1.8 eV), which are denoted by *Q_x*, *Q_y*, and are associated with electronic transitions of Frenkel excitons, and with at least two weaker bands associated with intramolecular vibrations in the region of 2.0...2.5 eV. Common to most phthalocyanines is that the intensity of the *Q_x* band (1.7...1.8 eV) in *a*-form films is greater than the intensity of the *Q_y* band (1.6...1.7 eV), and in *b*-form films – on the contrary, which can be used to identify their crystal structure.

This dependence is characteristic of phthalocyanine films with the most symmetrical molecules, a typical representative of which is CuPc. With decreasing symmetry of Pc molecules, that is, with increasing ionic radius and atomic mass of their central atom, this dependence becomes more complicated. This is due to the

contribution of transitions caused by states (excitons) with charge transfer, which are not present in Pc molecules, as well as the interaction of nearby molecules of the crystal lattice. The intensity of such transitions in CuPc is low and they appear as an inflection on the long-wavelength side of the Q_y band, and their existence can be proven by absorption data.

The intensity of the π -bands, which indicate absorption in the visible and near-ultraviolet and infrared regions, increases, and the energy of the maximum decreases in the range of CuPc, H₂Pc, GaCIPc, VOPc, PbPc. As a result, the intensity of the π -bands in PbPc crystals of triclinic modification is greater than the intensity of the Q -bands, and their maximum is at 1.35 eV, which affects the dependence of the absorption band parameters on the T_S values. In PbPc films, the Q_x - and Q_y -bands strongly overlap, and only the electronic Q_x -band with a maximum at 1.8 eV and a π -band with a maximum at 1.4 eV are clearly visible. With increasing T_S , i.e., when transitioning from a monoclinic to a triclinic modification, the intensity of the Q_x -bands decreases, and the Q_y -band increases. The maximum intensity of the Q_y -bands, and therefore the content of crystals of the triclinic modification, is observed at values of $T_S = 460\text{--}480$ K.

To confirm such data, the reflection spectra of PbPc films obtained at $T_S = 300$ and 480 K, as well as the corresponding single crystals of triclinic modification in unpolarized light, were investigated. Measurements showed that the reflection spectra of single crystals and films at $T_S = 480$ K are very close to each other and differ significantly from the reflection spectra of films at $T_S = 300$ K. Note that the optical density D_K of the films at $h\nu = 2.0 \pm 0.02$ eV is the same (does not depend on the crystal structure of the films with an accuracy of up to 5 %, that is, twice the accuracy of measuring the thickness of thin PbPc films, equal to approximately 10 nm). Since there is a possible scatter of experimental data (weak dependence of film thickness on T_S values), to prove the presence of an isosbestic point at $h\nu = 2.0$ eV, we measured the absorption spectra of films obtained simultaneously at $T_S = 300$ K before and after one-hour annealing at different temperatures from the range of 380–500 K. The spread of D_K values before annealing was 1 %, and after annealing – 3 %. This made it possible to use the D_K value to control the thickness of the films after sputtering, and the ratio of the optical densities in the area of the Q_y -band maximum and the D_K values to qualitatively control the content of triclinic crystallites in the films. The relevant comparisons showed that the ratio $(D_R - D_K)/2D_K$ in the first approximation is proportional to the content of triclinic modification in PbPc films. To qualitatively control the content of this modification, you can also use the ratio of D_R values to the optical density D in the absorption maximum of the obviously monoclinic modification at $h\nu = 1.8$ eV. The possibility of estimating the content of monoclinic modification from the absorption spectra of PbPc films remains debatable, since the absorption and reflection spectra of crystals of monoclinic modification were not measured due to their small size, and a peak at $T_S = 400 \pm 10$ K observed on the dependence of D_R/D_K on T_S , which only allows us to predict at these T_S values, the maximum content of monoclinic modification.

Similar regularities were observed by us for other metallophthalocyanines, while the position of the isosbestic point depends slightly on the nature of the central atom. Polyacene films also have spectral regions in which the optical absorption coefficient does not depend on the crystalline structure of the films. For example, in Pn films, when T_S values increase from 100 to 400 K, a smooth transition from a quasi-amorphous to an oriented polycrystalline film is observed, which is accompanied by a significant decrease in the absorption coefficient in the region of the b -component of the David doublet with a maximum at $h\nu = 1.87$ eV, and in the region of the electron-vibrational transition $h\nu = 2.0\text{--}2.25$ eV, it practically does not change.

Conclusions

In this article, it is experimentally confirmed that the planar structure of atoms of molecular crystals, in particular, linear acenes, and therefore the number of π -electrons responsible for exciton absorption in the visible region of the spectrum determines the position of the edge of their own optical absorption. It was also confirmed that the long-wavelength shift of the optical absorption edge of thin films of phthalocyanines is observed when atoms of heavy elements, for example, lead, are introduced into the molecule. When atoms of lighter elements are introduced into the phthalocyanine molecule, their planarity is not disturbed, and the long-wavelength shift of the edge is much smaller. An explanation of such changes is presented based on the interaction of foreign atoms with the π -electron system of phthalocyanine rings of neighboring molecules.

The significant influence of the technological parameters of production, in particular the temperature of the substrate during thermal sputtering, on the crystal structure and optical properties of thin films of linear polyacenes and metallophthalocyanines has been demonstrated and substantiated. The possibility of controlling and presetting the necessary properties of thin-film condensates of molecular crystals is shown.

Prospects for further research. In further research, the optimization of methods for obtaining thin films of multicomponent organic semiconductors should be continued in order to improve their properties. For this, new designs of devices for the synthesis of thin films should be developed and technological regulations for their production should be improved.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

- Aksimentyeva, O., Tsizh, B., & Chokhan', M. (2018). Sensory kontrolyu gazovyh seredovysch u harchoviy promyslovosti ta dovkilli: monografiya. Lviv, Piramida (in Ukrainian).
- Baumann, M., Bevierre, M.-O., Bogdanova, N., & Xie, X. (1996). Optical properties of phthalocyanine thin films synthesised in the solid state. *Thin Solid Films*, 288,

- 1–2, 239–242. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040609096087962>.
- Davydenko, N. A., Ishchenko, A. A., & Kuvshynskiy, N. G. (2016). *Fotonika molekularnyh poluprovodnikovyyh kompozitov na osnovie organicheskikh krasiteliev : monografiya*. Kyiv, Naukova dumka. URL: <http://photonics.kiev.ua/images/mon3.pdf> (in Ukrainian).
- Frey, H., & Khan, H. R. (2015). *Handbook of Thin Film Technology*, Springer. URL: <https://www.springer.com/us/book/9783642054297>.
- Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings*. Edited by Rointan F. Bunshah. (1994). New Jersey, Noyes Publication. URL: <https://www.elsevier.com/books/handbook-of-deposition-technologies-for-films-and-coatings/bunshah/978-0-8155-1337-7>.
- Handbook of Thin Film Deposition Processes and Techniques*. Edited by Krishna Seshan. (2002). New York, Noyes Publication. William Andrew Publication. URL: <https://www.elsevier.com/books/handbook-of-thin-film-deposition/seshan/978-1-4377-7873-1>.
- Khalid, M. A., & Jassem, H. A. (1993). Electrical and optical properties of polycrystalline Ag-doped CdS thin films. *Acta phys. hung.*, 73(1), 29–34. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03054179>.
- Luo, T., Zhang, W., & Gan, F. (1992). Structural change of Langmuir–Blodgett film of tetraneopentoxy phthalocyanine zinc during heat treatment. *Opt. Mater.*, 1(4), 267–270. DOI: 10.1016/0925-3467(92)90033-J.
- Corpinot, M. K., & Bučar, D.-K. (2019). A Practical Guide to the Design of Molecular Crystals. *Cryst. Growth Des.*, 19(2), 1426–1453. DOI: 10.1021/acs.cgd.8b00972.
- Maruno, T., Yamashita, A., & Hayashi, T. (1993). Highly ordered thin films of a novel less-symmetrical metallophthalocyanine formed by organic molecular beam deposition. *Jap. J. Appl. Phys.*, 32(48), L628–L630. DOI: 10.1143/JJAP.32.L628.
- Nanoparticle Technology Handbook*. Edited by Masuo Hosokawa, Mario Naito, Kiyoshi Nogi, Toyokazu Yokoyama (2008). New York, Elsevier B.V. URL: <https://www.sciencedirect.com/book/9780444531223/nanoparticle-technology-handbook#book-info>.
- Pankow, J. W., Arbour, C., Dodelet, J. P., Collins, G., & Armstrong, N. (1993). Photoconductivity/dark conductivity studies of chlorogallium phthalocyanine thin films on interdigitated microcircuit arrays. *J. Phys. Chem.*, 97(3), 8485–8489. DOI: 10.1021/J100134A018.
- Pope, M., & Swenberg, C. E. (1999). *Electronic Processes in Organic Crystals and Polymers*. New York, Oxford University Press Inc. URL: <https://www.bookdepository.com/Electronic-Processes-Organic-Crystals-Polymers-Martin-Pope/9780195129632>.
- Simon, J., & Andre, J.-J. (1985). *Molecular Semiconductors: Photoelectrical Properties and Solar Cells*. Berlin, Springer Berlin Heidelberg. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Molecular_Semiconductors.html?id=9TGOzgEACAAJ&redir_esc=y.
- Tada, H., Saiki, K., & Koma, A. (1992). Structural analysis of leadphthalocyanine ultrathin film grown on cleaved faces of alkali halides by reflection high energy electron diffraction. *Surface Sci.*, 268(1), 387–396. DOI: 10.1016/0039-6028(92)90978-F.
- Tsizh, B., & Dziamski, Z. (2019). Technological Methods of Forming Thin Semiconductor Layers. Part 1. *Scientific Messenger LNUVMB. Series: Food Technologies*, 21(91), 20–24. DOI: 10.32718/nvlvet-f9104.
- Tsizh, B., & Dziamski, Z. (2019). Technological Methods of Forming Thin Semiconductor Layers. Part 2. *Scientific Messenger LNUVMB. Series: Food Technologies*, 21(92), 3–7. DOI: 10.32718/nvlvet-f9201.
- Tsizh, B., & Dziamski, Z. (2020). Technological Methods of Forming Thin Semiconductor Layers. Part 3. *Scientific Messenger LNUVMB. Series: Food Technologies*, 22(93), 15–17. DOI: 10.32718/nvlvet-f9303.
- Tsizh, B., & Dziamski, Z. (2021). Chemical deposition and mechanical application of semiconductors thin films. *Scientific Messenger LNUVMB. Series: Food Technologies*, 23(95), 3–6. DOI: 10.32718/nvlvet-f9501.
- Tsizh, B., & Dziamski, Z. (2022). Obtaining thin films of multicomponent inorganic semiconductors under quasi-equilibrium conditions. *Scientific Messenger LNUVMB. Series: Food Technologies*, 24(97), 3–8. DOI: 10.32718/nvlvet-f9701.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9904
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.146:67:613.2

The role of bifidobacteria in the production of functional products

A. Solomon✉

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 18.01.2023
Received in revised form
20.02.2023
Accepted 21.02.2023

Vinnitsia National Agrarian
University, Soniachna Str., 3,
Vinnitsia, 21008, Ukraine.
Tel.: +38-067-425 -70-06
E-mail: Soloalla78@ukr.net

Solomon, A. (2023). The role of bifidobacteria in the production of functional products. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 20–26. doi: 10.32718/nvlvet-f9904

The structure of nutrition of the population of Ukraine currently does not meet the modern principles of rational nutrition and practical dietetics. The problem of organizing and ensuring proper nutrition of people, its adequacy and balance is one of the most important tasks of joint activities. Bifidobacteria are one of the most important groups of intestinal microorganisms that dominate the anaerobic flora of the colon. Bifidobacteria are actively involved in the restoration of normal intestinal microflora in gastrointestinal diseases and after antibiotic treatment. To stimulate their development, it is necessary to use strains of bifidobacteria adapted to milk, to provide the necessary composition of the nutrient medium and growth stimulants for their development, and also to cultivate them together with lactic acid bacteria with high β -galactosidase activity, due to which their own β -galactoside increases. bifidobacteria. Fermented dairy products are the main suppliers of probiotic microorganisms that contribute to the maintenance and restoration of the human microbial ecology. Probiotic cultures that provide a beneficial effect on the consumer's body and normalize the composition and functions of the microflora of the gastrointestinal tract include such types of lacto- and bifidobacteria as *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* spp. (*B. adolescentis*, *B. animalis* ssp. *lactis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*). It should be noted that for the majority of microorganisms that are representatives of the normal human intestinal microflora, milk is an unfavorable environment for their development. This is due to the fact that in milk there are practically no low-molecular compounds necessary for the development of microorganisms, such as free amino acids, monosaccharides, etc., and also because most bacteria of the genus *Lactobacillus*, *Lactococcus* and *Bifidobacterium* belong to obligate anaerobes, which negatively act. oxygen dissolved in milk. Therefore, bifidobacteria, related to anaerobes, develop very slowly in milk.

Key words: pro- and prebiotics, symbiotics, bifidobacterium, lactobacillus, biological value, fermented milk product.

Роль біфідобактерій при виробництві функціональних продуктів

A. M. СОЛОМОН✉

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Структура харчування населення України нині не відповідає сучасним принципам раціонального харчування і практичної дієтології. Проблема організації та забезпечення правильного харчування людей, його адекватності і збалансованості є одним з найважливіших завдань сумісної діяльності сьогодення. Біфідобактерії – одна з найбільш важливих груп мікроорганізмів кишкової, які домінують у анаеробній флорі товстої кишки. Біфідобактерії беруть активну участь у поновленні нормальної мікрофлори кишкового тракту при кишково-шлункових захворюваннях та після лікування антибіотиками. Для стимулювання їх розвитку необхідно використовувати адаптовані до молока штами біфідобактерій, забезпечити необхідний склад поживного середовища і стимуляторів росту для їхнього розвитку, а також культивувати їх разом з молочнокислими бактеріями, які володіють високою β -галактозидазною активністю, за рахунок якої підвищується власна β -галактозидазна активність біфідобактерій. Ферментовані молочні продукти є основними постачальниками пробіотичних мікроорганізмів, які сприяють підтримці та відновленню мікробної екології людини. До пробіотичних культур, які забезпечують корисну дію на організм споживача і нормалізують склад та функції мікрофлори шлунково-кишкового тракту, належать такі види лакто- та біфідобактерій, як *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* spp. (*B. adolescentis*, *B. animalis* ssp. *lactis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*). Варто зазначити, що для більшості мікроорганізмів, які є

представниками нормальної мікрофлори кишкового тракту людини, молоко є несприятливим середовищем для їхнього розвитку. Це пов'язано з тим, що в молоці практично відсутні необхідні для розвитку мікроорганізмів низькомолекулярні сполуки, такі як вільні амінокислоти, моноцукри тощо, а також з тим, що більшість бактерій роду *Lactobacillus*, *Lactococcus* і *Bifidobacterium* належать до облигатних анаеробів, на які негативно діє розчинений в молоці кисень повітря. Тому біфідобактерії, які належать до анаеробів, в молоці розвиваються дуже повільно.

Ключові слова: пребіотики, пробіотики, симбіотики, біфідобактерії, лактобактерії, біологічна цінність, кисломолочні продукти.

Вступ

У XXI столітті в концепції “здорового” харчування особлива роль відводиться продуктам функціонального призначення як стратегічному напрямку розвитку харчової промисловості. Функціональні продукти одержують за інноваційними технологіями і розглядають не тільки як джерела пластичних речовин та енергії, а й як складний немедикаментозний комплекс, котрий відповідає фізіологічним потребам організму людини та має яскраво виражені лікувальні, профілактичні або оздоровчі властивості (Gachak et al., 2017; 2019; Nachak et al., 2022).

Важливою складовою ринку продуктів функціонального призначення є молочні продукти, які в Україні та країнах Європи складають близько 65 % від його загальної ємкості. Понад 80 % ринку молочних продуктів функціонального призначення представлено продуктами з про- та пребіотиками, 8 % – продуктами з БАП, близько 12 % складають інші продукти. Аналіз цих продуктів свідчить про те, що у більшості випадків їх пробіотичний вплив обумовлений регламентованою кількістю лактобактерій, тимчасом як кількість життєздатних клітин біфідобактерій у продуктах часто не відповідає вимогам нормативних документів, що знижує їх функціональний вплив на організм людини (Gerasimenko et al., 2016; Dalievska & Pokotylo, 2021).

Інші категорії функціональних продуктів харчування на молочній основі (геродієтичні, діабетичні без додавання замінників цукру, продукти з підвищеними імунотулюючими, антиоксидантними, сорбційними властивостями) на споживчому ринку країни не представлені, що обумовлено відсутністю науково обґрунтованих та клінічно підтверджених технологій їх виробництва. Необхідність розширення асортиментного ряду диктується сьогодні демографічною ситуацією в Україні. Тому розробка нового асортименту науково обґрунтованих технологій, збагачених комплексами пробіотичних культур лакто- та біфідобактерій, біологічно активними речовинами, пребіотиками є актуальним для України на сучасному етапі завданням і потребує вирішення (Nachak et al., 2018; 2021).

Мета дослідження

Метою даної роботи є наукове обґрунтування та створення симбіотичних функціональних продуктів з використанням пребіотиків – інгредієнтів природного походження, які здатні стимулювати розвиток культур пробіотиків.

Матеріал і методи досліджень

Обґрунтування складу про- та пребіотиків на показники якості ферментованих продуктів, з використанням стимуляторів росту біфідобактерій, що формують їхні органолептичні властивості.

Результати та їх обговорення

Протягом останніх років спостерігається постійне зростання споживання різних видів молочних продуктів. Популярність їх обумовлена різноманітністю смаку, складу, консистенції, що дозволяє задовольнити вимоги кола споживачів (Krjuchkova et al., 2010; Tutel'jan & Smirnova, 2014). Мікрофлора традиційних молочних продуктів суттєво відрізняється від природного мікробіального фону кишківника людини, тому особлива увага приділяється кисломолочним продуктам, у складі яких присутні біфідобактерії, що домінують у нормальній мікрофлорі кишківника здорового організму (Kochetkova, 2013).

Біфідобактерії регулюють якісний та кількісний склад нормальної кишкової мікрофлори, стримують ріст та перешкоджають розмноженню патогенної, гнильної та газоутворюючої мікрофлори, відновлюють пошкоджену структуру слизової оболонки кишківника. Поряд з іншими представниками нормальної кишкової мікрофлори біфідобактерії беруть участь у травленні та всмоктуванні, синтезі вітамінів групи В, вітаміну К, фолієвої та ніотинової кислот, сприяють синтезу незамінних амінокислот, кращому засвоєнню вітаміну D та солей кальцію, стимулюють активність лізоцимної функції організму (Kapreliants & Iorhachova, 2003; Spirichev et al., 2005).

Ефективним шляхом нормалізації дисбалансу кишкової мікрофлори є створення симбіотиків, комплексу про- та пребіотиків та виготовлення продуктів на їх основі, що дасть можливість стимулювати розвиток власної мікрофлори кишківника та підвищити захисні функції організму (Kapreliants et al., 2005; Tuhelian & Pozniakovskiy, 2006).

Роботу з визначення стимулюючої дії біфідофакторів на процес зброджування молока проводили, використовуючи стерилізоване знежирене молоко, в яке вносили закваску у кількості 5,0 % у вигляді консорціуму біфідобактерій із концентрацією $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ (Kapreliants, 2004; Solomon & Polevoda, 2019).

В ході роботи використовували комплекс загальноприйнятих традиційних і спеціальних хімічних, фізичних, фізико-хімічних, біохімічних, мікробіологічних методів аналізу. На першому етапі роботи проведено дослідження впливу фруктози, лактулози та

инуліну як біфідогенних факторів на розвиток біфідобактерій.

У стерилізоване знежирене молоко додавали від 0,1 до 0,5 % фруктози. Отриману суміш нагрівали до температури 40 °С, очищували, нагрівали до температури 65 °С, гомогенізували при тиску 15 ± 2 МПа і для виключення впливу сторонньої мікрофлори стерилізували при температурі 121 ± 2 °С з витримкою (15 ± 5) хв, охолоджували до температури заквашування 37 ± 1 °С (Krjuchkova, 2009; Solomon & Bondar, 2018). В охолоджену суміш вносили стартову культуру і проводили ферментацію до рН 4,6–4,7, тобто до утворення згустку. Адаптацію вибраних культур біфідобактерій до молока здійснювали шляхом культивування чистих культур біфідобактерій на середовищі у стерилізованій при температурі 119–121 °С протягом 19–21 хв молочній суміші, яка містила знежирене молоко, фруктозу та суху підсирну сироватку у кількості 97,5, 0,5 та 2,0 % відповідно при температурі 37 °С протягом 11–13 год до досягнення активної кислотності рН 4,6–4,7 з подальшим швидким охолодженням до температури 2–6 °С і зберіганням

(Solomon et al., 2019) ферментованих згустків при цій температурі не більше ніж 24 год. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в отриманих згустках від масової частки фруктози як біфідостимулюючого фактора наведені на рис. 1.

Значне зростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, на думку фахівців, можна пояснити тим, що в процесі молочнокислого бродіння фруктоза є первинною ланкою у метаболізмі біфідофлори. У вигляді фруктозо-6-фосфату фруктоза включається у процес бродіння, що сприяє швидшому накопиченню біомаси біфідобактерій.

Лактулоза є найбільш дослідженим пребіотиком у світі. Відмінність лактулози від інших цукрів полягає в тому, що вона не перетравлюється у верхньому відділку шлунково-кишкового тракту, а надходить в товсту кишку у незмінному вигляді, де слугує стимулятором росту і розвитку власної біфідофлори “господаря”. Водночас лактулоза не слугує субстратом для патогенної мікрофлори, в тому числі кишкової палички і сальмонели (Didukh, 2005; Solomon et al., 2019).

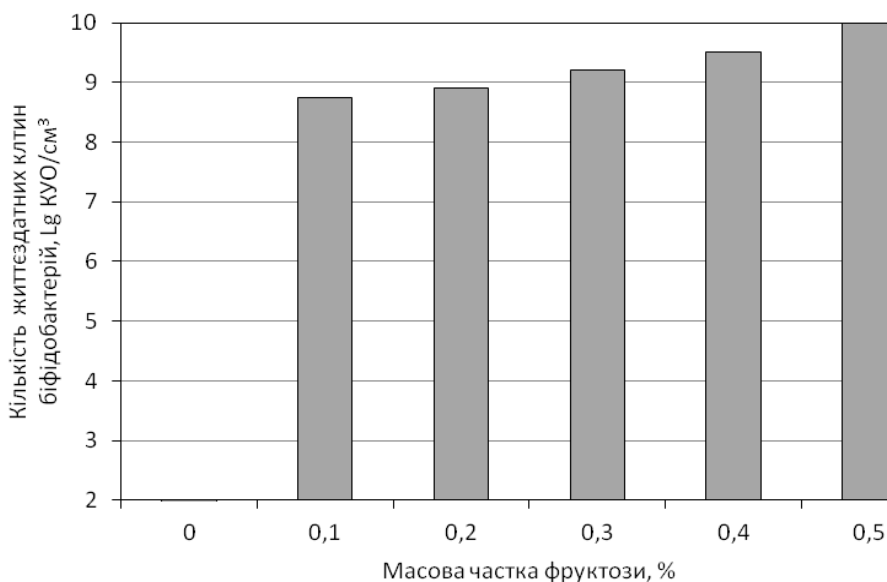


Рис. 1. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у кисломолочних згустках залежно від масової частки фруктози: 1 – 0,1 %; 2 – 0,2 %; 3 – 0,3 %; 4 – 0,4 %; 5 – 0,5 %

Клінічними дослідженнями доведено, що лактулоза може бути рекомендована як пребіотична добавка при виготовленні ферментованих кисломолочних продуктів функціональної спрямованості при захворюваннях шлунково-кишкового тракту.

Опираючись на відомості з використання лактулози при виробництві молочних продуктів, лактулозу вносили у стерилізоване знежирене молоко у кількості, яка відповідала збільшенню концентрації лактулози у молоці від 0,1 до 0,6 % (Buharin et al., 2018; Solomon et al., 2019). В підготовлену суміш вносили

5,0 % закваски у вигляді консорціуму біфідобактерій із концентрацією $1 \cdot 10^6$ КУО/см³. Контролем слугувало стерилізоване знежирене молоко, заквашене консорціумом біфідобактерій без додавання лактулози.

Технологічну підготовку отриманої суміші до заквашування і процес заквашування проводили так само, як і з використанням біфідостимулятора фруктози (Solomon et al., 2019).

Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій від масової частки лактулози у знежиреному молоці наведено на рис. 2.

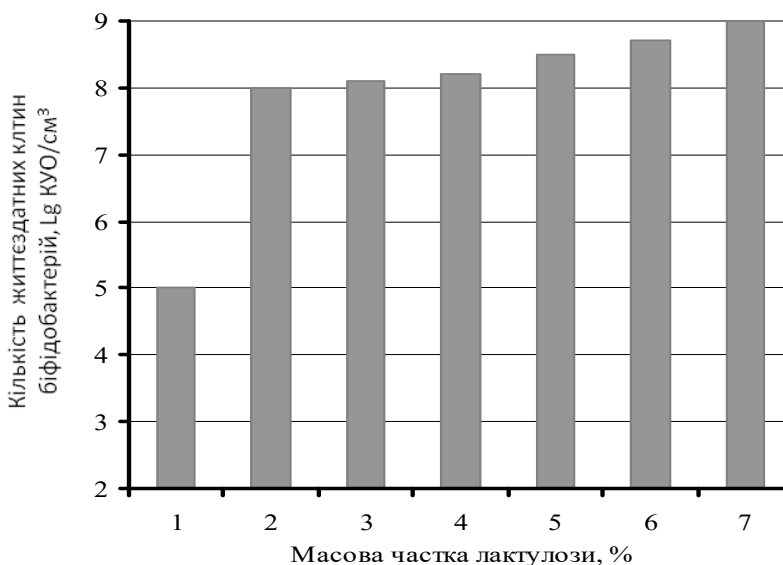


Рис. 2. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у згустках від масової частки лактулози: 1 – контроль; 2–0,1 %; 3–0,2 %; 4– 0,3 %; 5 – 0,4 %; 6 – 0,5 %; 7 – 0,6 %

Наведені дані свідчать, що для досягнення пробіотичного ефекту достатньо внести 0,1 % лактулози, і кількість життєздатних клітин біфідобактерій в процесі ферментації протягом 6 годин порівняно з вихідною кількістю $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ збільшується до $6 \cdot 10^9$ КУО/см³. Це свідчить, що кількість біфідобактерій, яка утворюється в присутності 0,1 % лактулози, здатна забезпечити пробіотичний ефект впливу на організм людини.

Відомо, що поряд з пребіотичним ефектом, який забезпечує лікувально-профілактичний вплив на стан пробіотичної мікрофлори кишківника лактулоза впливає також на функціонування печінки та нервової системи, тому вміст її у кисломолочних продуктах повинен складати не менше ніж 0,6 % (Buharin et al., 2018; Solomon et al., 2019).

В роботі як біфідостимулятор використано також інулін у вигляді сухого водорозчинного концентрату топінамбура, до вуглеводного складу якого входить не менше ніж 70 % інуліну. Наважки концентрату топінамбуру від 0,1 до 0,5 % розчиняли у невеликій кількості стерилізованого знежиреного молока, нагрівали при постійному перемішуванні до температури 90 ± 2 °C, витримували протягом 5 хв, охолоджували до температури 55 ± 2 °C і додавали до стерилізованої молочної основи. Технологічну підготовку отриманої суміші до заквашування і процес заквашування проводили так само і у тій же кількості, як і з використанням біфідостимуляторів фруктози та лактулози.

Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в отриманих згустках від масової частки інуліну як біфідостимулюючого фактора, наведені на рис. 3.

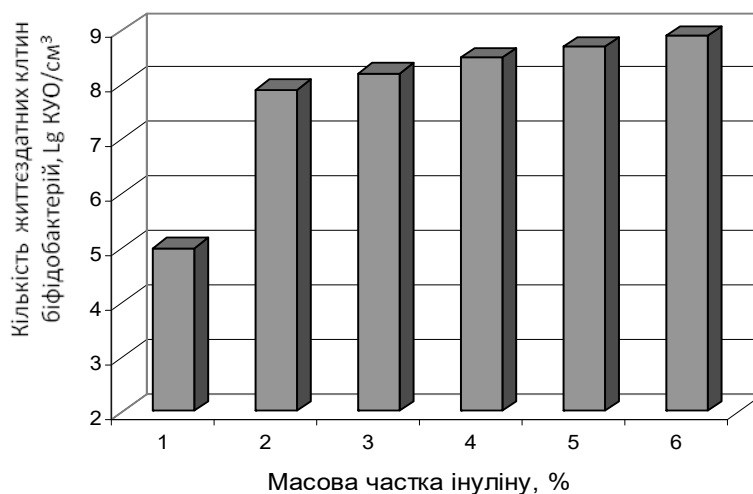


Рис. 3. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у кисломолочних згустках залежно від масової частки інуліну: 1 – контроль; 2 – 0,1 %; 3 – 0,2 %; 4 – 0,3 %; 5 – 0,4 %; 6 – 0,5 %

При використанні як біфідостимулятора інуліну відбувається значне зростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, що можна пояснити хімічним складом концентрату топінамбура, вуглеводи якого представлені інуліном, фруктозою і її похідними. Крім того, до складу концентрату топінамбура входять повноцінні білки, вітаміни, мінеральні речовини, пектини, які теж сприяють покращенню росту і розвитку біфідобактерій. Таким чином, представлені результати з дослідження дії обраних нами біфідостимуляторів свідчать, що добавки фруктози, лактулози та інуліну навіть у кількості 0,1 % здатні забезпечити пробіотичний ефект, стимулювати ріст і розвиток біфідобактерій у знежиреному стерилізованому молоці в кількості значно вищій, ніж $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ (Didukh, 2005). На думку фахівців, лактулоза і лактоза гідролізуються до моноцукрів, які виконують роль енергетичного матеріалу для розвитку біфідобактерій. Збродження моноцукрів відбувається фруктозо-глюкозним шляхом. Тому насамперед зброджується фруктоза, а глюкоза і галактоза ізомеризуються у фруктозу і також зброджуються до молочної і оцтової кислот (Vlasenko et al., 2009; Solomon, 2018).

Для визначення раціональних технологічних параметрів процесу зброджування проведено дослідження процесу ферментації стерилізованого знежиреного молока консорціумом біфідобактерій в сумісній присутності вибраних нами біфідостимуляторів – фруктози, лактулози та інуліну. У стерилізоване знежирене молоко вносили попередньо підготовлені біфідостимулятори при температурі 55 ± 2 °С. Подальші операції обробки отриманої суміші проводили у послідовності і технологічних режимах, наведених раніше. В підготовлену суміш вносили 5,0 % закваски у вигляді консорціуму біфідобактерій із концентраці-

єю $1 \cdot 10^6$ КУО/см³. Контролем було знежирене стерилізоване молоко без стимуляторів росту, заквашене консорціумом біфідобактерій у тій же кількості. Процес ферментації проводили до утворення згустків рН 4,6–4,7. В процесі заквашування визначали зміну активної кислотності, титрованої кислотності а також в'язкість отриманих згустків.

За час ферментації стерилізованого знежиреного молока консорціумом біфідобактерій, який до утворення згустків триває 6 год, активна кислотність в присутності біфідостимулятора фруктози досягла рівня рН 4,64, лактулози рН 4,6, інуліну рН 4,5, без біфідостимуляторів – рН 4,7. Нижчу активну кислотність порівняно з контролем і значно вищу титровану кислотність зразків з біфідостимуляторами можна пояснити підвищеною активністю біфідобактерій в присутності біфідостимуляторів, під дією яких в процесі бродіння поряд з молочною кислотою утворюється оцтова кислота, яка є сильнішим електролітом порівняно з молочною кислотою.

В'язкість зразків, одержаних з використанням біфідостимуляторів, залишається майже незмінною протягом перших двох годин процесу заквашування і кислотність зразків майже не змінюється. Особливо швидко відбувається наростання в'язкості наприкінці процесу заквашування. Протягом шести годин процесу ферментації адаптованими культурами середнє значення в'язкості зразків з використанням фруктози досягло 48 с, лактулози – 46 с, інуліну – 52 с, тимчасом як в'язкість контрольного зразка становила тільки 41с. Визначення кількості життєздатних клітин біфідобактерій після шести годин зброджування в присутності біфідостимуляторів показало, що всі отримані згустки мають високі пробіотичні властивості, наведено на рис. 4.

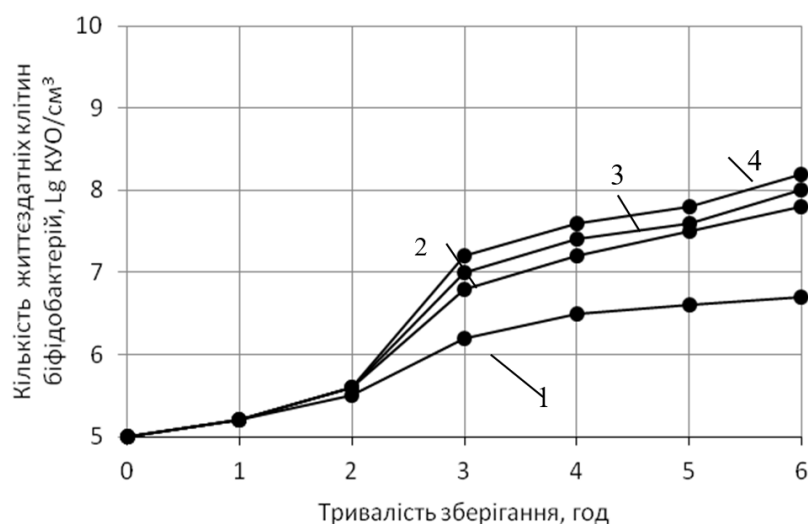


Рис. 4. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у знежиреному молоці, заквашеному консорціумом біфідобактерій, від тривалості ферментації: 1 – контроль; 2 – фруктоза; 3 – лактулоза; 4 – інулін

Таким чином, можна зазначити, що для росту і розвитку біфідобактерій найбільш сприятливим середовищем є активна кислотність в інтервалі рН 6,6–5,5. Процес ферментації знежиреного молока супроводжується поступовим збільшенням титрованої кисло-

тності та зниженням активної кислотності за рахунок накопичення молочної і оцтової кислот, що призводить до уповільнення наростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, які при досягненні стану рН 4,6–4,7 погано розвиваються.

Висновки

Отже, отримані нами результати свідчать, що при використанні біфідостимуляторів – фруктози, лактулози та інуліну не тільки збільшується кількість життєздатних клітин біфідобактерій, а й значно зростає в'язкість отриманих згустків, що сприятливо впливає на органолептичні властивості готового продукту. Таким чином, отриману композицію біфідобактерій зі стимуляторами активності їхнього росту і розвитку можна використовувати для створення синбіотиків: комбінації про- та пребіотиків, призначених для виготовлення продуктів функціональної спрямованості.

Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Buharin, O. V., Ivanova, E. V., Perunova, N. B., & Nikiforov, I. A. (2018). Funkcional'nye gruppy bifidoflory kishechnoj mikrobioty v asociativnom simbioze cheloveka. *Zhurn. mikrobiol.*, 1, 3–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnye-gruppy-bifidoflory-kishechnoy-mikrobioty-v-assotsiativnom-simbioze-cheloveka/viewer> (in Russian).
- Dalievskaya, D., & Pokotylo, O. (2021). Physico-chemical indicators of kefir with biologically active iodine in the process of fermentation. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(95), 72–77. DOI: 10.32718/nvlvet-f9512.
- Didukh, N. A. (2005). Ispol'zovaniye laktulozy v proizvodstve molochnykh produktov gerodiyeticheskogo naznacheniya. *Molochnoye delo*, 10, 14–17 (in Ukrainian).
- Gachak, Y., Gutyj, B., Benitska, A., Dyakun, T., Pristantsky, R., & Kinitska, L. (2017). Use of «Amarant» cryopowder in the technology of dairy products of treatment and propofolactic degradation. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 19(80), 57–62. DOI: 10.15421/nvlvet8012.
- Gachak, Y., Mikhailitskaya, O., Gutyj, B., Kuzio, L., & Beliak, V. (2019). Dairy products of treatment and prophylactic action with the new cryopowder. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(91), 110–117. DOI: 10.32718/nvlvet-f9119.
- Gerasimenko, N. F., Poznyakovskiy, V. M., & Chelnakova, N. G. (2016). Healthy eating and its role in ensuring quality of life. *Food and processing industry technologies. APK products of healthy food*, 4, 52–57.
- Hachak, Y., Gutyj, B., Nagovska, V., Slyvka, N., & Ilnytska, A. (2018). Development of reciproc of dairy products of treatment and prophylactic appointment with cryo powder. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 20(85), 70–75. DOI: 10.15421/nvlvet8513.
- Hachak, Y., Mykhaylytska, O., Gutyj, B., & Kovalchuk, R. (2022). Development of recipes for sweet processed cheese for medical and preventive purposes with “Vynograd” cryopowder. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 60–64. DOI: 10.32718/nvlvet-f9710.
- Hachak, Y., Nahovska, V., & Gutyj, B. (2021). The use of cryopowder from seafood in the technology of thermostatic yogurt for therapeutic and prophylactic purposes. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(95), 83–90. DOI: 10.32718/nvlvet-f9514.
- Kapreliants, L. V. (2004). Functional food: current status and development prospects. *Products & Ingredients*, 1, 22–24.
- Kapreliants, L. V., & Iorhachova, K. H. (2003). *Funktsionalni produkty*. Odesa (in Ukrainian).
- Kapreliants, L. V., Sherstobytov, V. V., & Rekychanskaia, L. V. (2005). Carbohydrates prebiotic substances from soy. *Cereals and feed*, 2, 18–20.
- Kochetkova, A. A. (2013). Current aspects of technical regulation in the field of healthy food. *Milk processing*, 10, 6–8.
- Krjuchkova, V. V. (2009). Prebiotiki v funkcional'nykh kislomolochnykh produktah. *Molochnaja promyshlennost'*, 7, 54–55 (in Russian).
- Krjuchkova, V. V., Klopova, A. V., Kolodenskij, A. Ju., & Chervjakova, O. V. (2010). Sovremennye tehnologii i konkurentosposobnost' bifidoaktivnykh kislomolochnykh produktov s povyshennoj pishhevoj cenost'ju. *DGAU* (in Russian).
- Solomon, A. M. (2018). Vybor i obosnovaniye funkcional'nykh bifidostimuliruyushchikh ingrediientov dlya desertynykh fermentirovannykh produktov. *Sbornik nauchnykh trudov «Aktual'nyye voprosy pererabotki myasnogo i molochnogo syr'ya»*, 12, 62–71 (in Russian).
- Solomon, A. M., & Bondar, N. N. (2018). Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Zbirnyk naukovykh prats' “Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohiyi”*, 3(102), 168–179. URL: <http://socrates.vsau.edu.ua/repository/getfile.php/19991.pdf> (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., & Polevoda, Yu. A. (2019). Kyslomolochni deserty zbahacheni bifidobakteriyamy. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*, 2(105), 66–74. URL: <http://repository.vsau.vin.ua/getfile.php/21050.pdf> (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., & Polevoda, Yu. A. (2019). Probiotyky i yikh rol' u vyrobnytsvtvi kyslomolochnykh produktiv spetsial'noho pryznachennya. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*, 3(106), 56–65. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/22927.pdf> (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., Novhorodska, N. V., & Bondar, M. M. (2019). Molochni desertyni produkty. *Monohrafiya. Vinnytsya* (in Ukrainian).
- Solomon, A., Bondar, M., & Dyakonova, A. (2019). Substantiation of the technology for fermented sour-milk desserts with bifidogenic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(11(97)), 6–16. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.155278.

- Spirichev, V. B., Shantyuk, L. N., & Poznyakovsky, V. M. (2005). Enrichment of food with vitamins and minerals. Science and technology. Novosibirsk.
- Tuhelian, V. A., & Pozniakovskiy, V. M. (2006). Current state and prospects for the development of nutrition science. Modern priorities of food, food industry and trade, 34–38.
- Tutel'jan, V. A., & Smirnova, E. A. (2014). Rol' pishhevyh mikroingredientov v sozdanii sovremennyh produktov pitaniya. Pishheve ingrediente v sozdanii sovremennyh produktov pitaniya, 10–24 (in Russian).
- Vlasenko, V. V., Solomon, A. M., & Paulina, Ya. B. (2009). Suchasnyy stan ta perspektyvy vyrobnytstva kyslomolochnykh produktiv funktsional'noho pryznachennya. Kharchova nauka i tekhnol, 4(9), 21–23 (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print

ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9905

<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.013:006.06

Using the requirements of modern standardization in food enterprises

A. Salavelis, S. Pavlovsky[✉], V. Tolstykh, V. Stepanova

Odessa National Technological University, Odessa, Ukraine

Article info

Received 20.01.2023

Received in revised form

20.02.2023

Accepted 21.02.2023

Odessa National Academy of Food
Technologies, Kanatina Str., 112,
Odessa, 65039, Ukraine.
Tel.: +38-050-236-81-88
E-mail: info@ontu.edu.ua

Salavelis, A., Pavlovsky, S., Tolstykh, V., & Stepanova, V. (2023). Using the requirements of modern standardization in food enterprises. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 27–31. doi: 10.32718/nvlvet-f9905

The paper investigates the implementation of the HACCP system (Hazard Analysis and Critical Control Points) in the restaurant business. Restaurant facilities produce not only culinary products, but also a variety of bakery, flour confectionery and confectionery products, which leads to an increase in the used raw materials and, accordingly, an increase in a variety of technological processes for processing these raw materials. Restaurant business establishments include restaurants, pastry shops, cafes, bars, snack bars, canteens, buffets, kiosks and other fast food and drink establishments. Until September 20, 2019, all Ukrainian food industry enterprises providing food services, as well as food suppliers and carriers, were required to implement the HACCP food safety management system. The implementation of the HACCP system in restaurant business establishments is a difficult process that concerns all services and all personnel, because it is necessary not only to create an appropriate service, develop documentation and an algorithm for performing all procedures, review technological processes, equipment, raw material suppliers, but also train personnel comply with the new operating rules. The paper analyzes the factors of potential pollution: physical, chemical and biological and their influence on the quality of the final product. Each of these three factors are monitored at all stages of production, that is, manufacturers comply with fundamentally new rules in food production. For each stage, its own critical control point is defined and recommended, at which the products are tested to ensure product quality. The paper presents a list of basic and operational documentation of the HACCP system, which must be used in restaurants. All enterprises whose activities are related to food products are trying to implement the HACCP system, not only because it will allow domestic producers to comply with the requirements of domestic legislation, but also because it will give consumers confidence that the products they real high quality and absolutely safe for health.

Key words: standardization, HACCP system, food enterprises, restaurants, bakeries, confectionery shops, food products, critical control points.

Використання вимог сучасної стандартизації на харчових підприємствах

A. Д. Салавеліс, С. М. Павловський[✉], В. Ю. Толстих, В. С. Степанова

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса, Україна

У роботі досліджується впровадження системи HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) у закладах ресторанного бізнесу. В закладах ресторанного господарства виробляють не тільки кулінарну продукцію, а й різноманітні хлібобулочні, борошняні кондитерські та кондитерські вироби, що веде до збільшення сировини, яка використовується та відповідно до збільшення різноманітних технологічних процесів з переробки цієї сировини. До закладів ресторанного бізнесу можна зарахувати ресторани, кондитерські, кафе, бари, закусочні, їдальні, буфети, кіоски та інші заклади швидкого приготування їжі та напоїв. До 20 вересня 2019 року всі українські підприємства харчової галузі, які надають послуги з харчування, а також постачальники та перевізники харчових продуктів мали впровадити систему управління безпеністю харчування HACCP. Впровадження системи HACCP у закладах ресторанного бізнесу – важкий процес, який стосується всіх служб і всього персоналу, тому що необхідно не тільки створити відповідну службу, розробити документацію та алгоритм виконання всіх процедур, провести перегляд технологічних процесів, устаткування, постачальників сировини, а й навчити персонал дотримуватися нових правил роботи. проведено аналіз факторів потенційного забруднення: фізичного, хімічного і біологічного та їхнього впливу на якість кінцевого продукту харчуван-

ня. Кожен з цих трьох факторів відстежується на всіх етапах виробництва, тобто виробники дотримуються принципово нових правил у виробництві продуктів харчування. Для кожного етапу визначена та рекомендована своя критична точка контролю, на якій продукція проходить контроль для забезпечення відповідної якості продукції. В роботі представлений перелік базової та оперативної документації системи НАССР, яку потрібно використовувати у закладах ресторанного господарства. Всі підприємства, діяльність яких пов'язана із продуктами харчування, намагаються впровадити систему НАССР не тільки тому, що це дозволить вітчизняним виробникам виконати вимоги вітчизняного законодавства а й тому, що це додасть впевненості споживачам, що продукція, яку вони купують, дійсно високої якості і абсолютно безпечна для здоров'я.

Ключові слова: стандартизація, система НАССР, харчові підприємства, заклади ресторанного господарства, пекарні, кондитерські цеха, харчова продукція, критичні точки контролю.

Вступ

З розвитком науково-технічного прогресу проблема якості продукції стає більш складною та багатопланою.

Сьогодні всі підприємства будь-якої галузі та будь-якої форми власності працюють за стандартами різного рівня – галузевим, національним, міжнародним (Bomba & Susol, 2020).

Призначення стандартів та основні функції стандартизації полягають у впровадженні та використанні встановлених правил, норм, положень і вимог для вирішення реально існуючих, планованих і потенційних завдань для забезпечення безпеки споживачів, виробників і держави. Європейська економічна комісія ООН, виділила такі напрямки стандартизації:

- безпека продукції, робіт і послуг для життя, здоров'я та майна;
- поліпшення навколишнього середовища.

В Україні з 20 вересня 2019 року набули чинності норми, передбачені Законом України “Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо харчових продуктів” щодо обов'язкового запровадження системи НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) для малих потужностей – категорії підприємств, які працюють з харчовими продуктами, у складі яких є неперероблена сировина тваринного походження (яйця курячі, м'ясо тварин та птиці, мед тощо) без термічної обробки. До таких підприємств належать заклади ресторанного бізнесу – ресторани, кондитерські, кафе, бари, закуочні, їдальні, буфети, кіоски та інші заклади швидкого приготування їжі та напоїв.

Крім того, в закладах ресторанного господарства виробляють не тільки кулінарну продукцію, а й різноманітні хлібобулочні, борошняні кондитерські та кондитерські вироби, що веде до збільшення сировини, яка використовується, та відповідно до збільшення різноманітних технологічних процесів з переробки цієї сировини (Sakhno et al., 2019; Lebedenko et al., 2021; Fil et al., 2022).

Заклад ресторанного господарства належить до закладу малої потужності, якщо він постачає харчові продукти кінцевому споживачу, має не більше ніж 10 осіб робочого персоналу та займає площу не більше ніж 400 кв. м.

Впровадження системи НАССР у закладах ресторанного бізнесу – важкий процес, який стосується всіх служб і всього персоналу, тому що необхідно не тільки створити відповідну службу, розробити документацію та алгоритм виконання всіх процедур, провести перегляд технологічних процесів, устаткування, постачальників сировини, але і навчити персонал

дотримуватися нових правил роботи. Тобто повинна бути персональна відповідальність не тільки тому що норма про впровадження НАССР в закладах ресторанного господарства стала обов'язковою, а й тому що невиконання вимог чинного законодавства щодо впровадження системи НАССР призводить до великих штрафних санкцій.

Загальні принципи та основні вимоги до організації, які беруть участь в ланцюзі створення харчової продукції, наведені в ISO 22000:2018 “Food safety management systems – requirements for any organization in the food chain”. Міністерство аграрної політики та продовольства України виданим у 2013 р. наказом запровадило обов'язковість впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах системи управління безпечністю харчових продуктів. У наказі зазначено, що в разі невиконання наведених вимог діяльність підприємства з виробництва харчових продуктів може бути припинено, а підприємство – перепрофільоване. Для заохочення виробників і продавців (постачальників) продовольчої продукції передбачено прискорити впровадження системи НАССР або інших систем гарантування безпечності та якості харчових продуктів (Nakaz Ministerstva, 2012; Lozova, 2019; Kordzaia, 2020; Bezruchenkov, 2021).

Багато міжнародних організацій, такі як Комісія Кодексу Аліментаріус, схвалили застосування НАССР як найбільш ефективний спосіб запобігання захворюванням, викликаним неякісними харчовими продуктами.

Основними причинами інцидентів, викликаних їжею, є:

- погана якість сировини;
- неправильне поводження з сировиною;
- зміни у рецептурах;
- зміни в процесі виробництва;
- перехресне забруднення;
- невідповідне прибирання й чищення;
- невідповідне обслуговування;
- додавання невідповідних компонентів.

Традиційні методи контролю, що використовуються при випуску харчової продукції, не завжди можуть забезпечити оперативне реагування на зміну якості продукції, що виробляється.

Основна причина широкого поширення системи НАССР – можливість керування безпекою харчових продуктів і запобігання випадкам отруєння їжею. Особливістю системи НАССР є те, що за її допомогою детально вивчається кожен етап у виробництві, зберіганні й доставці їжі, виявляються специфічні ризики й небезпеки, впроваджуються ефективні мето-

ди контролю й моніторингу ([International Organization for Standardization](#)).

Під час круглого столу в Укрінформі заступниця міністра аграрної політики та продовольства України з питань європейської інтеграції розповіла, що на 20.09.2018 система НАССР поступово, але впроваджується на наших виробничих потужностях. На сьогодні – це 426 підприємств, які вже впровадили систему НАССР, ще 143 підприємства перебувають в процесі розробки або її впровадження, 867 потужностей (об'єктів) мають впровадити систему НАССР у 2019 році.

Мета дослідження

Метою роботи є дослідження використання сучасних вимог стандартизації у вигляді системи НАССР на підприємствах харчової промисловості, а конкретно – у закладах ресторанного господарства.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом досліджень є сучасна нормативна база базової та оперативної документація системи НАССР, яку потрібно використовувати у закладах ресторанного господарства. Матеріалом дослідження є аналіз факторів потенційного забруднення: фізичного, хімічного і біологічного та їхній вплив на якість кінцевого продукту харчування.

Результати та їх обговорення

До 20 вересня 2019 року всі українські суб'єкти господарювання, які використовують або виробляють харчові продукти, мали впровадити процедури, засновані на принципах НАССР, суть якої полягає у контролі всіх стадій виробництва харчового продукту з метою виявлення небезпечних факторів – критичних точок, які можуть вплинути на безпеку продукту або погіршити його якість. Це особливо важливо у сучасній жорсткій конкурентній боротьбі за споживача.

Сьогодні саме гарантована якість продукції дозволяє утриматися на ринку, особливо в умовах світової кризи та боротьби кожного підприємства за виживання. Система контролю безпеки харчової продукції давно та успішно працює в країнах ЄС.

Впровадження системи НАССР почалося з Директиви Ради Європи щодо гігієни продуктів харчування № 93/43/ЄС від 14 червня 1993 яка вимагала від компанії, зайнятих в харчовій промисловості, розробляти системи, засновані на НАССР, з метою забезпечення безпеки харчової продукції.

Потім, у 2004 році, замість Директиви 93/43/ЄС була прийнята Постанова 852/2004 “Про санітарно-гігієнічні правила виробництва харчових продуктів”. У 2006 році прийняли закон “Про гігієну продуктів харчування”, що закріпив систему НАССР як обов'язкову для забезпечення безпеки продуктів. Згідно з цим законом, будь-який підприємець у ЄС, що мав безпосередній стосунок до виробництва, переробки або транспортування продуктів харчування, зобов'язувався виконувати правила, встановлені сис-

темою. Це стосувалося всіх харчових підприємств, пекарень, кондитерських цехів, підприємств ресторанного бізнесу, кіосків, магазинів роздрібно й оптової торгівлі, фірм, що здійснюють зберігання й транспортування, а також виробників продуктів харчування.

В нашій країні вперше ця система НАССР була впроваджена й сертифікована 1 вересня 2009 р. на всіх експортних потужностях з виробництва та постачання рослинної олії. Сьогодні вона обов'язкова для всіх харчових підприємств.

У розпорядженні Кабінету Міністрів України від 24 лютого 2016 р. № 228-р “Про схвалення Всеохоплюючої стратегії імплементації. Глава IV (Санітарні та фіто санітарні заходи), Розділу IV “Торгівля і питання, пов'язані з торгівлею”, Угоди про асоціацію між Україною, з одного боку, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії та їхніми державами членами – з другого, присутній перелік законодавчого базису, з яким Україна має гармонізувати харчове законодавство і власне всі зміни, які в нас відбуваються зараз у правовому полі в цій галузі.

Від впровадження нового харчового законодавства для операторів ринку харчових продуктів, зокрема підприємств ресторанного господарства, з одного боку, і для споживачів – з іншого, можна зауважити позитивні зміни за рахунок впровадження “простежуваності”, де можна виявити причини невідповідності продукції й виправити ситуацію навіть на ранніх стадіях, і як результат – отримати безпечні харчові продукти та кулінарні вироби високої якості. До переваг нового законодавства для кінцевого споживача можна зарахувати:

- безпечність продукції незалежно від виду, способу споживання чи виробника, завдяки відповідальним виробникам і кращій системі контролю безпеки;
- належне інформування споживача щодо складу продукту;
- ширший асортимент продукції через кращі умови торгівлі;
- зменшення ризику для груп споживачів, які чутливі до певних небезпечних чинників, завдяки належній оцінці ризику оператором ринку.

НАССР – це базова система керування харчової безпеки продукції по всьому ланцюзі її виробництва від початкового сировинного сегмента до моменту влучення до споживача.

Відповідно даний ланцюг (від поля до тарілки) містить у собі як весь виробничий, так і логістичний ланцюг. Всі учасники даного ланцюга повинні керуватися вимогами НАССР при здійсненні своєї діяльності. Вимоги поширюються також на виробників продукції для ресторанного бізнесу.

Сама система менеджменту в ресторанному бізнесі за структурою схожа із системами харчових виробництв на фабриках і комбінатах, але водночас має свої нюанси. Ця система більше динамічна у своєму розвитку в часі. Причиною динаміки служать періодичне відновлення асортименту продукції і як наслідок – зміна різноманітності сировини (сезонні страви), що

спричиняє зміни в процесах технологій виробництва й збільшення різноманітності процесів.

Саме в цей час НАССР у ресторанному бізнесі є основним інструментом у забезпеченні безпеки харчової продукції.

Традиційно система менеджменту харчової безпеки в ресторанному бізнесі ґрунтується на виявленні критичних контрольних точок з метою максимально запобігти всім можливим ризикам, визначенні їхніх меж і постійному контролю.

Всі ймовірні ризики звести “на нуль” неможливо, тому мета системи – знизити ризики, яких неможливо уникнути, до розумних меж. Для виявлення ризиків, визначення ступеня їхньої небезпеки й позначення меж у сфері ресторанного бізнесу необхідно провести ряд аналітичних дій.

Враховують 3 фактори потенційного забруднення: фізичний, хімічний і біологічний.

Біологічний – це перевірка продуктів на присутність у них живих організмів як на стадії сировини до переробки, так і на стадії кінцевого продукту споживання.

Хімічний – це перевірка на хімікати й продукти рослинного, тваринного або мікробного метаболізму, які тим або іншим шляхом потрапили в їжу. У ході такого контролю будуть виявлені засоби, що містять і мають пестициди та гербіциди, які ненавмисно потрапили в сировину, а також рівень консервантів і харчових добавок, які використав виробник продукції.

Фізичний – це перевірка на фізичні домішки, які можуть виявитися в продуктах харчування, щоб зробити їх небезпечними для вживання. Це можуть бути частинки пластику, скла або металу, що потрапили в сировину або продукцію під час зберігання, виробництва або пакування.

Кожен з цих трьох критеріїв відстежується на всіх етапах виробництва, тобто виробники дотримуються принципово нових правил у виробництві продуктів харчування. Для кожного етапу визначена своя критична точка контролю (ККТ), на якій продукція проходить контроль. Тому всі виробники забезпечують засоби й умови для проведення такого контролю. Одні з перших ще у листопаді 2017 року цю систему впровадили у себе підприємства харчування при великих торгових центрах “Епіцентр” та “Сільпо”, готельні кафе та ресторани, а також на практиці підтвердили працездатність та життєву необхідність цієї системи.

При цьому вони керувалися рекомендаціями Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів, а саме тим, що система НАССР на підприємствах України залежить не тільки від формату закладу, де деякі критичні процеси можуть відрізнятися, а й від організації технологічних процесів. Основні моменти рекомендацій були враховані та зроблені такі інструкції:

- загальний порядок використання обладнання на кухні і у барі;
- інструкції для персоналу з дотримання гігієнічних норм;
- система моніторингу чистоти в приміщенні й правила її підтримання;

- інструкції з приготування страв;
- порядок отримання продукції від постачальників;
- правила транспортування сировини та напівфабрикатів;
- рекомендації щодо процесу й температури зберігання продуктів;
- інструкції щодо термінів приготування та подавання страв.

Відповідно до наказу Міністерства аграрної політики і продовольства “Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур”, заснованих на принципах “Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР)” у закладах вся документація системи НАССР поділяється на:

1. Базову (план НАССР, процедури), до якої належить такий перелік:
 - складу групи НАССР та її обов’язки;
 - опис харчового продукту та його передбачуване споживання (використання);
 - блок-схеми виробництва;
 - аналіз небезпечних факторів;
 - методика визначення ККТ;
 - критичні межі та їх обґрунтування;
 - система та процедури моніторингу кожної ККТ;
 - процедури застосування коригувальних заходів;
 - процедури управління документами НАССР.

2. Оперативну (протоколи, записи), до якої належать всі види протоколів:

- протоколи нарад НАССР групи;
- протоколи моніторингу ККТ;
- протоколи впровадження коригувальних заходів;
- протоколи валідації, верифікації та журнали фіксації проведених перевірок, наприклад, журнал (або чек-лист) обліку температурного режиму обладнання, журнал (чек-лист) температурного режиму під час приготування страв, журнал (чек-лист) обліку виконання процедур прибирання, журнал оцінки здоров’я персоналу та інші.

Вся перерахована документація оформлена та присутня на підприємствах, що підтверджено перевіркою відповідних контролюючих органів. Відомо, що контролюючим органом дотримання вимог НАССР є територіальні органи ДПССУ (Державна служба з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів). Ефективність впровадження системи НАССР перевіряють спеціально навчені аудитори ДПССУ (Держпродспоживслужби України).

Недостатньо тільки розробити документацію, потрібно налагодити процеси у такий спосіб, щоб їх описати та надати докази того, що ці процеси дозволяють випускати безпечну продукцію. Розроблення документів без підкріплення лабораторними дослідженнями чи контрольними заходами, спрямованими на процес – не забезпечує впровадження системи НАССР.

Висновки

Таким чином, дослідили питання впровадження сучасних вимог стандартизації у вигляді системи НАССР в роботі сучасних закладів ресторанного бізнесу і з’ясували, що всі підприємства, діяльність яких

пов'язана з продуктами харчування, намагаються впровадити систему НАССР. І не тільки тому, що це дозволить вітчизняним виробникам виконати вимоги вітчизняного законодавства, а й тому, що це додасть впевненості споживачам, що продукція, яку вони купують, дійсно високої якості і абсолютно безпечна для здоров'я, а це дозволить збільшити обсяг товарообігу і підвищить конкурентність їхніх закладів на ринку ресторанних послуг.

Перспективи подальших досліджень. В Одеському національному технологічному університеті викладачі кафедр “Технології ресторанного і оздоровчого харчування” і “Технології зернових продуктів, хліба та кондитерських виробів” та продовжують займатися впровадженням системи НАССР і удосконаленням нормативної документації на малих підприємствах ресторанного бізнесу для забезпечення відповідної якості продукції.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bezruchenkov, Yu. V. (2021). B40 Systemy HACCP u zakladakh hotel'no-restorannoho hospodarstva : navchal'no-metodychnyj posibnyk dlia ZVO. Kyiv: FO-P Miroshnychenko A. V. (in Ukrainian).
- Bezruchenkov, Yu. V. (2021). Profesijna pidhotovka: systemy HACCP v zakladakh hotel'no-restorannoho hospodarstva. The 4th International scientific and practical conference «European scientific discussions» (February 26–28, 2021) Potere della ragione Editore, Rome, Italy (in Ukrainian).
- Bomba, M., & Susol, N. (2020). Main requirements for food safety management systems under international standards: BRC, IFS, FSSC 22000, ISO 22000, Global GAP, SQF. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Food Technologies, 22(93), 18–25. DOI: 10.32718/nvlvet-f9304.
- Fil, M., Hyrka, O., & Bodak, M. (2022). The influence of technological process parameters on the quality indicators of culinary products. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Food Technologies, 24(98), 71–75. DOI: 10.32718/nvlvet-f9813.
- International Organization for Standardization. URL: <https://www.iso.org/home.html>.
- Kordzaia, N. R. (2020). Stan rozvytku standartizatsii v sviti. *Naukovyj visnyk Uzhhorods'koho natsional'noho universytetu*, 31, 54–57. DOI: 10.32782/2413-9971/2020-31-9 (in Ukrainian).
- Lebedenko, T., Krusir, G., Shunko, H., & Korkach, H. (2021). Development of technology of sauces with functional ingredients for restaurants. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Food Technologies, 23(95), 57–64. DOI: 10.32718/nvlvet-f9510.
- Lozova, T. M. (2019). Zastosuvannia systemy upravlinnia bezpechnistiu kharchovykh produktiv (NASSR). *Visnyk L'vivs'koho torhovel'no-ekonomichnoho universytetu. Tekhnichni nauky*, 22, 34–37. URL: <http://lute.lviv.ua/fileadmin/www.lac.lviv.ua/data/DOI/2522-1221-2019-22-06.pdf> (in Ukrainian).
- Nakaz Ministerstva ahrarynoi polityky ta prodovol'stva Ukrainy “Pro zatverdzhennia Vymoh schodo rozrobky, vprovadzennia ta zastosuvannia postijno diiuchykh protsedur, zasnovanykh na pryntsypakh Systemy upravlinnia bezpechnistiu kharchovykh produktiv (NASSR)” № 590 vid 01.10.2012. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1704-12#Text%20https://zakon.rada.gov.ua/laws/show>
- Ofitsijnyj vebсайт Derzhprodspozhyvsluzhba. URL: <https://dpss.gov.ua> (in Ukrainian).
- Sakhno, O., Hryshchuk, O., Furmanova, Y., & Pavliuchenko, O. (2019). New Products Based on Spelt for Restaurant Sector. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Food Technologies, 21(91), 54–59. DOI: 10.32718/nvlvet-f9110.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print

ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9906

<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDK 621.2-51

Increasing the accuracy of the process of automated counting of thin long products

A. L. Bespalov, I. G. Svidrak✉

National University “Lviv Polytechnic”, Lviv, Ukraine

Article info

Received 25.01.2023

Received in revised form

27.02.2023

Accepted 28.02.2023

National University
“Lviv Polytechnic”,
S. Bandera Str., 12, Lviv,
79013, Ukraine.
Tel.: +38-066-229-50-87
E-mail: inha.h.svidrak@lpnu.ua

Bespalov, A. L., & Svidrak, I. G. (2023). Increasing the accuracy of the process of automated counting of thin long products. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 32–36. doi: 10.32718/nvlvet-f9906

Vibrating hopper feeders with an electromagnetic drive for automating the process of counting parts have become widely used. This process is necessary when transferring them to another workshop for the next technological operation. Also, it is necessary to count artificial products on the lot when packing them for packaging. Vibrating feeders are used to feed miniature, small, or medium-sized parts to the counting position of counting or packing machines. In this case, the parts supplied to these positions should be arranged in one layer. In addition, they should have a certain gap between them for reliable operation of the counting device. Basically, counters for such machines are made on the basis of photoelectric or inductive sensors. The disadvantage of inductive sensors is that they can only be used for metal objects. Photoelectric sensors are more versatile, so they have gained the most distribution for counting or filling machines. The principle of operation of the automatic counting position is that when the object to be counted is applied to it, it crosses the working area of the counting position and the sensor sends an impulse to the counting device. When using photoelectric sensors, parts or products cross the beam of the sensor and it supplies a counting pulse to the electronic counter at each crossing of the working beam. Basically, when using vibrating hopper feeders, the counting position is located either directly at the exit part of the transporting tray, or at the exit from it of the transported objects. The speed of transporting parts or products increases when moving up, because the amplitude of the horizontal component of oscillations increases when the diameter of the transporting tray increases. This is because the hopper of the vibratory feeder has a conical shape. This allows the parts to be refined in one layer. In addition, before the counting position, the parts must be separated from each other to create the necessary gap between them. This is necessary for the reliable operation of the photoelectric sensor. This system works reliably when the dimensions of the parts to be counted are larger than the diameter of the working beam of the sensor. But, when automating the counting of thin, long parts or products whose thickness is close to the size of the working beam of the sensor, the latter may cross it several times when passing through the zone of the counting position. This sharply reduces the accuracy of the counting process. This happens because the parts on the conveyor tray move with a small bounce due to the vertical component of the hopper's vibrations. Therefore, it became necessary to develop a new counting position system in order to increase the accuracy of the counting device for counting long thin parts or products (pins for electrical connectors, needles, matches, etc). The work considers a set of elements that affect the productivity and efficiency of counting devices based on vibrating hopper feeders with electromagnetic drives, for counting long thin parts or products of this shape.

Key words: vibration transportation, counter, vibratory feeder, accuracy of work, elastic system, photoelectric sensor, counting position.

Підвищення точності процесу автоматизованого відліку тонких довгих виробів

A. Л. Беспалов, І. Г. Свідрак✉

Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

При автоматизації процесу рахування деталей під час передачі їх до іншого цеху для наступної технологічної операції або відліку штучних виробів на партії при фасуванні їх для упаковки – широкого застосування набули вібраційні бункерні живильники з електромагнітним приводом. Застосовуються вони для подавання мініатюрних, дрібних, або середніх деталей до лічильної позиції лічильних або фасувальних автоматів. В цьому випадку деталі, що подаються на ці позиції, мають бути розташовані в один шар і, крім того, вони повинні мати між собою певний проміжок для надійної роботи лічильного пристрою. Лічильні пристрої для таких автоматів, в основному, зроблені на базі фотоелектричних або індуктивних датчиків. Недоліком індуктивних датчиків є те, що їх можна застосовувати тільки для металевих об'єктів, а фотоелектричні датчики більш універсальні, тому вони отримали найбільше розповсюдження для лічильних або фасувальних автоматів. Принцип дії лічильної позиції автоматів у тому, що при подаванні на неї об'єкту, що має бути порахованим, він перетинає робочу зону лічильної позиції і датчик подає імпульс до лічильного пристрою. При використанні фотоелектричних датчиків деталі або вироби перетинають промінь датчика і він подає лічильний імпульс на електронний лічильник при кожному перетині робочого променя. В основному при застосуванні вібраційних бункерних живильників, лічильна позиція розташовується або безпосередньо на вихідній частині транспортуючого лотка, або на виході з нього об'єктів, що транспортуються. Завдяки тому, що бункер віброживильника має конічну форму – швидкість транспортування деталей або виробів збільшується при русі догори, тому що амплітуда горизонтальної складової коливань збільшується при збільшенні діаметру транспортуючого лотка. Це дає змогу деталям розміститися в один шар. Перед лічильною позицією деталі, крім того, мають відділятися одна від одної щоби утворити необхідний проміжок між ними для надійної роботи фотоелектричного датчика. Ця система працює надійно, коли розміри деталей, що рахуються, є більшими за діаметр робочого променя датчика. Але при автоматизації рахунку тонких довгих деталей або виробів, товщина яких близька до розміру робочого променя датчика, – останні при проходженні через зону лічильної позиції можуть перетинати його декілька разів, що різко знижує точність рахунку. Це відбувається тому, що деталі по транспортуючому лотку рухаються з невеликим підкиданням завдяки вертикальній складовій коливань бункера. Тому виникла необхідність розробити нову систему лічильної позиції, щоби підвищити точність роботи лічильного пристрою для рахування тонких довгих деталей або виробів (штирів для електричних роз'ємів, голок, сірників тощо). В роботі розглянуто комплекс елементів, що впливають на продуктивність, точність та ефективність роботи лічильних пристроїв на базі вібраційних бункерних живильників з електромагнітними приводами, для рахування тонких довгих деталей або виробів такої форми.

Ключові слова: вібраційне транспортування, лічильник, віброживильник, точність роботи, пружна система, фотоелектричний датчик, лічильна позиція.

Вступ

При автоматизації процесу рахування деталей під час передачі їх до іншого цеху для наступної технологічної операції або відліку штучних виробів на партії при фасуванні їх для упаковки – широкого застосування набули вібраційні бункерні живильники з електромагнітним приводом. Застосовуються вони для подавання мініатюрних, дрібних або середніх деталей до лічильної позиції лічильних чи фасувальних автоматів. В цьому випадку деталі, що подаються на ці позиції, мають бути розташовані в один шар і, крім того, вони повинні мати між собою певний проміжок для надійної роботи лічильного пристрою. Лічильні пристрої для таких автоматів в основному зроблені на базі фотоелектричних або індуктивних датчиків. Недоліком індуктивних датчиків є те, що їх можна застосовувати тільки для металевих об'єктів, а фотоелектричні датчики більш універсальні, тому вони отримали найбільше розповсюдження для лічильних або фасувальних автоматів. Принцип дії лічильної позиції автоматів у тому, що при подаванні на неї об'єкту, що має бути порахованим, він перетинає робочу зону лічильної позиції і датчик подає імпульс до лічильного пристрою. При використанні фотоелектричних датчиків деталі або вироби перетинають промінь датчика і він подає лічильний імпульс на електронний лічильник при кожному перетині робочого променя. В основному при застосуванні вібраційних бункерних живильників лічильна позиція розташовується або безпосередньо на вихідній частині транспортуючого лотка, або на виході з нього об'єктів, що транспортуються (Koruniak et al., 2016; Vrublevskiy, 2017; Novitskiy & Dmyterko, 2017; Korendiy et al., 2019).

Конструктивна схема лічильного пристрою, який базується на вібраційному бункерному живильнику із застосуванням фотоелектричного датчика, зображена на першому рисунку. Віброживильник включає в себе конічний бункер 1 зі спіральним транспортуючим лотком на внутрішній боковій поверхні, який з'єднаний з реактивним диском 2 за допомогою гратчастого гіперболоїдного торсіону 3 (рис. 1) (Bespalov et al., 2020; 2021; 2022). До бункера 1 прикріплено якор 4, а до реактивного диска, – електромагніт 5 вібраційного збуджувача. Вся конструкція через еластичні амортизатори 6 і 7 закріплена на нерухомому столу 8. В зоні останнього витка транспортуючого лотка перед вихідним вікном у боковій стінці прорізано паз, в зоні якого на кронштейні 9 розміщено фотоелектричний датчик 10 таким чином, що його робочий промінь проходить через цей паз. При переміщенні деталей по лотку бункера 1 вони проходять через лічильну позицію, перетинають робочий промінь датчика 10 і, таким чином, кожен об'єкт, який пройде через лічильну позицію, буде порахований.

Але при автоматизації рахунку тонких довгих деталей або виробів, товщина яких близька до розміру робочого променя датчика, останні при проходженні через зону лічильної позиції можуть перетинати його декілька разів, що різко знижує точність рахунку. Це відбувається тому, що деталі по транспортуючому лотку рухаються з невеликим підкиданням завдяки вертикальній складовій коливань бункера. Тому виникла необхідність розробити нову систему лічильної позиції, щоби підвищити точність роботи лічильного пристрою для рахування тонких довгих деталей або виробів (штирів для електричних роз'ємів, голок, сірників тощо).

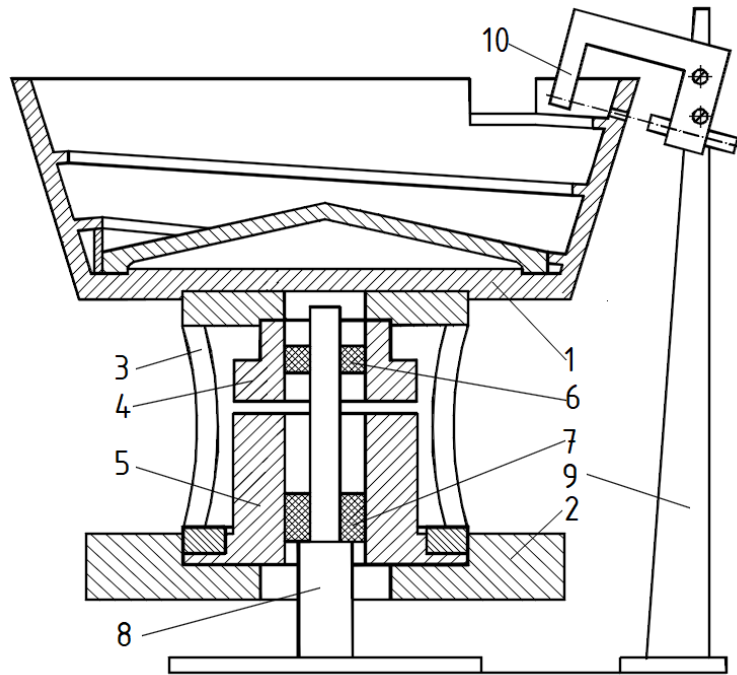


Рис. 1. Конструктивна схема лічильного пристрою

Сучасне виробництво передбачає створення нових конструкцій машин з високими техніко-економічними показниками, тому розробка нових схем машин є важливим завданням для розробників та виробників різноманітного технологічного обладнання, оскільки навіть мінімальне поліпшення його технологічних або експлуатаційних показників може привести до суттєвого економічного ефекту.

Мета дослідження

Для створення лічильного автомата на основі вібраційного бункерного живильника з направленою пружною системою і простим вертикальним електромагнітним віброприводом необхідно розробити нову систему лічильної позиції, яка дасть змогу автоматизувати процес рахування тонких подовжених виробів з високою точністю.

Матеріал і методи досліджень

Необхідно за розробленою новою системою лічильної позиції виготовити взірць такого лічильника і провести експериментальні дослідження його роботи на різних режимах вібротранспортування.

Результати та їх обговорення

Для надійної роботи лічильника необхідно до лічильної позиції подати об'єкти, що рахуються, з певним проміжком між ними. Залежно від конфігурації цих об'єктів способи їх розділення є різними. Для рахування дископодібних деталей проміжок між ними утворюється автоматично за рахунок їхньої форми (рис. 2 а). Робочий промінь 1 фотодатчика розташований у пазу 2, що прорізаний над транспортуючим лотком 3. Між деталями 4 автоматично утворюється пев-

ний проміжок. При автоматизації рахування прямокутних виробів такий проміжок не утворюється (рис. 2 б).

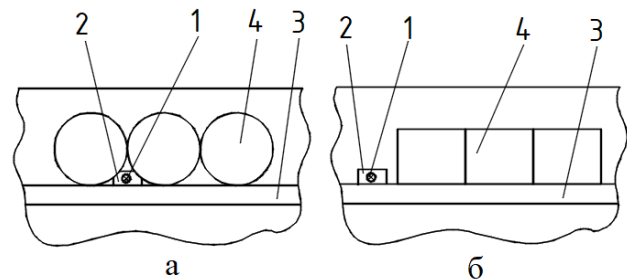


Рис. 2. Розташування деталей на транспортуючому лотку

Одним з простіших способів отримання проміжку між такими деталями є нахил вихідного лотку під невеликим кутом донизу. В цьому випадку деталі набувають прискорення за рахунок сили гравітації і між ними утворюється необхідний проміжок. Але при автоматизації рахунку тонких довгих деталей або виробів, товщина яких близька до розміру робочого променя датчика, – останні при проходженні через зону лічильної позиції можуть перетинати його декілька разів. Це відбувається тому, що робочий промінь 1, який проходить через паз 2, є нерухомим завдяки тому, що датчик закріплено на нерухомому кронштейні, а деталі 4 під час вібротранспортування по лотку 3 підкидаються за рахунок вібрації (рис. 3). Тому виникає помилка у рахунку на збільшення показів лічильника щодо дійсної кількості деталей. Для підвищення точності рахування таких деталей або виробів було змінено структуру лічильної позиції. Перед виходом деталей з бункера на кронштейні 1 закріплено сопло 2, до якого через гнучкий трубопровід 3 подається стиснене повітря (рис. 4). Деталі 4, що

рухаються по лотку 5 бункера, на виході з нього потрапляють у зону дії повітряного струменю, який утворює сопло 2, повертаються щодо краю лотка 5, перетинають робочий промінь 6 датчика і випадають до приймальної тари. Завдяки такому розташуванню елементів лічильної позиції на ній тепер не треба дуже точно виставляти фотоелектричний датчик. Головне, щоби промінь 6 датчика був у межах зони, що утворюється заднім кінцем деталі, яка повертається при виході її з бункера віброживильника (рис. 4). В цьому випадку деталі, що рахуються, обов'язково і лише один раз перетинають робочий промінь датчика, що забезпечує абсолютну точність рахування тонких довгих деталей або виробів. Крім того, очевидно, що автоматично утворюється суттєвий проміжок між деталями, що також позитивно впливає на надійність роботи такої лічильної позиції.

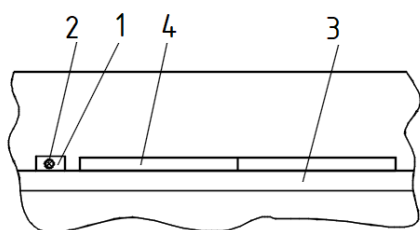


Рис. 3. Розташування тонких об'єктів на лотку

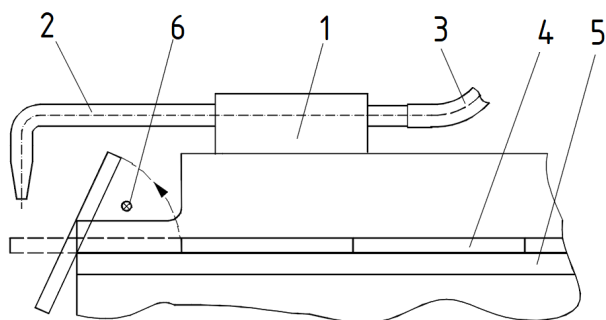


Рис. 4. Розташування елементів модернізованої лічильної позиції

Недоліком цього методу є необхідність у пневмомережі в тих приміщеннях, де будуть встановлені такі автоматичні лічильники, тому що до сопла 2 необхідно подавати стиснене повітря. Але невелика модернізація віброживильника дозволяє отримати стиснене повітря невисокого тиску безпосередньо в ньому. Це дає змогу використовувати цей пристрій у будь-якому приміщенні незалежно від наявності у ньому джерела стисненого повітря.

У цьому віброживильнику в електромагніті 1 і якорі 2 електромагнітного віброприводу зроблено отвори 5 і 6, а повітряний проміжок 3 між ними закритий еластичним рукавом 4 (рис. 5). Таким чином, проміжок 3 стає замкненою камерою. В отворах 5 і 6

встановлені впускний 7 і нагнітальний 8 клапани. Порожнина 9 між дном бункера 10 і конусом 11 перетворюється на ресивер, звідки по трубопроводу 12 подається стиснене повітря до сопла 13, яке закріплене до бункера 10 на кронштейні 14.

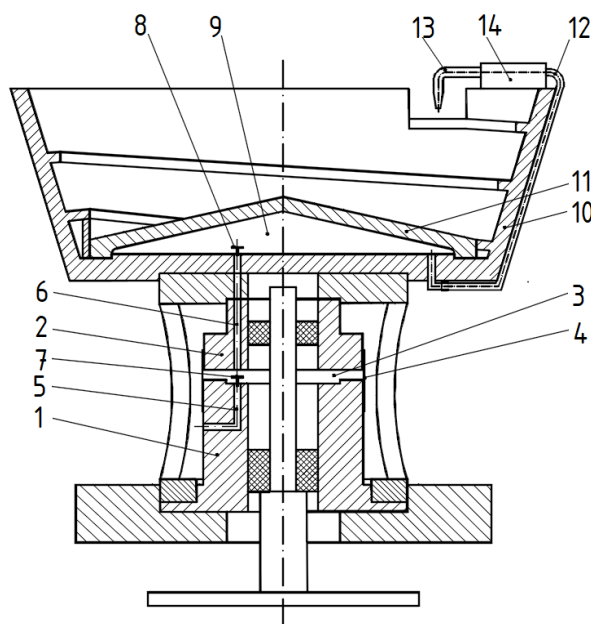


Рис. 5. Конструктивна схема віброживильника з автономним джерелом стисненого повітря для лічильного пристрою

Пристрій працює таким чином. При вмиканні віброприводу електромагніт 1 і якорі 2 здійснюють протифазні рухи і тому камера 3 то розширюється, то стискається. При розширенні камери 3 нагнітальний клапан 8 закривається, а впускний 7 – відкривається і повітря через нього поступає до камери 3. При стисканні камери 3 – впускний клапан 7 закривається, а впускний 8 – відкривається і повітря через нього поступає до ресиверу 9. З нього стиснене повітря через трубопровод 12 подається до сопла 13.

На виготовленому дослідному взірці лічильного пристрою на основі вібраційного бункерного живильника, який виготовлено за описаною вище схемою, було проведено експериментальні дослідження для визначення точності рахування партії деталей, що були виготовлені з пластмаси у вигляді стержнів діаметром 2 мм і довжиною 40 мм. Дослідження проводились на партії деталей у кількості 1000 штук. Деталі завантажувались у бункер живильника навалом і проводився процес рахування, по закінченні якого визначалась кількість порохваних деталей. Для кожної швидкості транспортування було проведено по п'ятдесят вимірів. Результати досліджень наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати експериментальних досліджень точності рахування тонких довгих об'єктів

Швидкість (м/с)	Кількість засипаних до бункера деталей (шт.)	Кількість нарахованих деталей (шт.)	Похибка рахування (шт.)
0,1	1000	1000	0
0,2	1000	1000	0
0,3	1000	1000	0
0,4	1000	1000	0
0,5	1000	1000	0

Аналізуючи результати дослідження, було встановлено, що запропонований варіант лічильної позиції для лічильного пристрою забезпечує абсолютну точність рахування тонких довгих деталей при швидкості вібротранспортування від 0,1 м/с до 0,5 м/с

Висновки

Наявність у представленій конструкції віброживильника, який використовується для лічильного пристрою, невеликої кількості додаткових елементів і зміна структури лічильної позиції – дозволяє отримати абсолютну точність рахування тонких довгих деталей або виробів при швидкості транспортування по лотку бункера до 0,5 м/с. При збільшенні швидкості переміщення не вистачає потужності вбудованого у конструкцію віброкомпресора, який подає стиснене повітря до сопла, котре діє на деталі, що рахуються, на лічильній позиції.

Перспективи подальших досліджень. Для розробки конструкції лічильного пристрою, на якому можна буде працювати на більших швидкостях транспортування з більшою продуктивністю, необхідно застосувати вібраційний бункерний живильник з вбудованим віброкомпресором більшої продуктивності. На дослідному екземплярі такого пристрою треба провести аналогічні експериментальні дослідження з метою визначення точності рахування тонких довгих деталей на більших швидкостях їх переміщення.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Bespalov, A., & Svidrak, I. (2022). Universalization of the elastic system of vibration feeders with vertical electromagnetic vibration drive. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 41–45. DOI: 10.32718/nvlvet-f9707.

Bespalov, A., Svidrak, I., & Boiko, O. (2020). Improving the performance of vibration feeders with an

electromagnetic vibration drive and a combined vibration system. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 22(93), 26–30. DOI: 10.32718/nvlvet-f9305.

Bespalov, A., Svidrak, I., & Boiko, O. (2021). Increase the functionality of vibration feeders with electromagnetic vibration. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(95), 33–37. DOI: 10.32718/nvlvet-f9506.

Korendiy, V. M., Kachur, O. Yu., Novitskyi, Yu. Ya., Mazuryk, V. A., & Sereda, V. A. (2019). Substantiation of parameters and modelling the operation of three-mass vibratory conveyer with directed oscillations of the working element. *Industrial Process Automation in Engineering and Instrumentation*, 53, 84–100. DOI: 10.23939/istcipa2019.53.084.

Koruniak, P., Shenbor, V., Korendiy, V., Bespalov, A., Brusentsov, V. (2016). Ways of improvement of operational efficiency of hopper devices. *Ukrainian journal of mechanical engineering and materials science*, 2(2), 79–87. URL: <https://science.lpnu.ua/ujmems/all-volumes-and-issues/volume-2-number-2-2016/ways-improvement-operational-efficiency-hopper>.

Novitskyi, Yu. Ya., & Dmyterko, P. R. (2017). Optymizatsiia parametriv dempfuvannia avtokolyvan bahatochastotnoi kolyva-lnoi systemy. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika»*, Optymizatsiia vyrobnychykh pro-tsesiv, 867, 51–57. URL: <https://science.lpnu.ua/uk/sppo/vsi-vypusky/volume-867-2017/optymizaciya-parametriv-dempfovannya-avtokolyvan-bagatochastotnoyi> (in Ukrainian).

Vrublevskiy, I. Y. (2017). Vplyv spivvidnoshennia mizh dynamichnym i statychnym koefitsientamy tertia na shvydkist vibrotransportuvannia pry eliptychnykh kolyvanniakh. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika»*, Optymizatsiia vyrobnychykh protsesiv, 867, 41–45. URL: https://oldena.lpnu.ua/bitstream/ntb/39539/2/2017v867_Vrublevskiy_I_Y-The_influence_of_the_41-45.pdf (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології
Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9907
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 636:331.45:636.02(094.9)

Normative-legal acts of labor protection in the agricultural industry during development and scientific research

V. M. Storozhuk¹, A. V. Melnikov², R. A. Yatsiuk³, B. P. Chaikovskiy⁴, I. G. Yaroshovych⁴, A. V. Shalko⁴✉

¹Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine

²IT Step University, Lviv, Ukraine

³National University “Lviv Polytechnik”, Lviv, Ukraine

⁴Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

Article info

Received 26.01.2023

Received in revised form

27.02.2023

Accepted 28.02.2023

Storozhuk, V. M., Melnikov, A. V., Yatsiuk, R. A., Chaikovskiy, B. P., Yaroshovych, I. G., & Shalko, A. V. (2023). Normative-legal acts of labor protection in the agricultural industry during development and scientific research. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 37–42. doi: 10.32718/nvlvet-f9907

Ukrainian National
Forestry University,
Gen. Chuprynka Str., 103,
Lviv, 79057, Ukraine.
Tel.: +38-032-238-45-02
E-mail: viktor.storozhuk@nlu.edu.ua

IT Step University,
Zamarstynivska Str., 83A,
Lviv, 79011, Ukraine.
Tel.: +38-032-240-38-51
E-mail: a.melnikov@gmail.com

Lviv Polytechnic National
University, St. Bandery Str., 12,
Lviv, 79000, Ukraine.
Tel.: +38-032-258-25-09
E-mail: ros.yatsiuk@gmail.com

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-032-239-26-98
E-mail: chaikovskiybo-
rys77@gmail.com

The effectiveness of scientific development and research (NDR) in the agricultural sector depends on many factors, among which those that determine the safety of the process itself play a special role. The work examines the requirements for ensuring safe and harmless working conditions during scientific research and development, indicating the main legislative and other normative legal acts in the relevant areas. Depending on the features of the NDR (fundamental, applied, experimental) and the stages of their implementation, the venue, conditions, duration of work, equipment and engineering networks, personnel, etc. are determined, which necessitates the use of certain methods, methods and means of ensuring labor safety based current regulatory legal acts on labor protection, sanitation and occupational hygiene, fire safety, man-made safety and civil protection. In this work, we examine the conditions for conducting the NDR and analyze the current regulatory documents and scientific works on ensuring the safety of research, with the aim of preventing the number of accidents in the agricultural sector. An important role in ensuring healthy and safe working conditions, preservation of life and health of employees in scientific institutions is played by the labor protection service. The main tasks of the labor protection service include: implementation of scientific developments and rational proposals that increase labor safety; organize all types of briefings and preventive measures aimed at eliminating harmful and dangerous production factors and other cases of threat to the life or health of employees; carry out inspections of employees' compliance with regulatory legal acts on labor protection; draw up, with the participation of the direct supervisor, lists of professions, positions and types of work, for which instructions on labor protection (safety) should be developed, provide assistance during their development; to inform employees about the basic requirements of laws, other regulatory and legal acts and acts on labor protection that are in effect within the scope of scientific research.

Key words: scientific research; labor safety, agro-industrial complex, scientific and research work (NDR), harmful and dangerous factors, sanitary standards.

Нормативно-правові акти охорони праці в АПК при проведенні розробок та наукових досліджень

В. М. Сторожук¹, О. В. Мельников², Р. А. Яцюк³, Б. П. Чайковський⁴, І. Г. Ярошович⁴, А. В. Шалько⁴✉

¹Національний лісотехнічний університет, м. Львів, Україна

²ІТ СТЕП Університет м. Львів, Україна

³Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

⁴Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Ефективність наукових розробок та досліджень (НДР) в АПК залежить від багатьох чинників, серед яких особливу роль відіграють ті, що зумовлюють безпечність самого процесу. В роботі розглянуті вимоги щодо гарантування безпечних і нешкідливих умов праці під час проведення наукових досліджень та розробок із зазначенням основних законодавчих та інших нормативно-правових актів за відповідними напрямками. Залежно від особливостей НДР (фундаментальних, прикладних, експериментальних) та етапів їх виконання визначаються місце проведення, умови, тривалість виконання робіт, устаткування та інженерні мережі, персонал та ін., що зумовлює необхідність застосування певних методів, способів та засобів гарантування безпеки праці на основі чинних нормативно-правових актів з питань охорони праці, санітарії та гігієни праці, пожежної безпеки, техногенної безпеки та цивільного захисту. В даній роботі ми досліджуємо умови проведення НДР і аналізу чинних нормативних документів та наукових праць щодо надання безпечності досліджень з метою запобігання кількості нещасних випадків в АПК. Важливу роль щодо забезпечення здорових і безпечних умов праці, збереження життя та здоров'я працівників в наукових закладах відіграє служба охорони праці. Основні завдання служби охорони праці включають в себе: впровадження наукових розробок і раціональних пропозицій що підвищують безпеку праці; організація проведення всіх видів інструктажів та профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів та інших випадків загрози життю або здоров'ю працівників; проведення перевірки дотримання працівниками нормативно-правових актів з охорони праці; складання за участю безпосереднього керівника робіт, перелік професій, посад і видів робіт, щодо яких повинні бути розроблені інструкції з охорони (безпеки) праці, надання допомоги під час їх розроблення; інформування працівників про основні вимоги законів, інші нормативно-правові акти та акти з охорони праці, що діють у межах наукових досліджень.

Ключові слова: наукові дослідження; безпека праці, агропромисловий комплекс, науково-дослідна робота (НДР), шкідливі і небезпечні фактори, санітарні норми.

Основні вимоги щодо організації та страхування безпеки на робочих місцях, облаштування робочих зон, облаштування невиробничих приміщень, вибору безпечних засобів праці, безпечного проведення робіт із застосуванням засобів праці зазначені в Законі України “Про охорону праці” ([Zakon Ukrainy “Pro okhronu pratsi”](#)) і Загальних вимогах стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників” ([Pro zatverdzhennia Zahalnykh vymoh...](#), 2012).

Основні завдання та функції служби охорони праці, права працівників та організація роботи служби охорони праці зазначені в НПАОП 0.00-4.35-04 ([NPAOP 0.00-4.35-04](#), 2004).

Первинним у формуванні системи забезпечення безпечності є навчання з питань охорони праці персоналу, залученого до підготовки, забезпечення та проведення НДР. Згідно з НПАОП 0.00-4.12.05 ([NPAOP 0.00-4.12.05](#), 2005), працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи проходять інструктажі, навчання та перевірку знань з питань охорони праці, надання домедичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки у разі виникнення аварії.

“Перелік робіт з підвищеною небезпекою”, виконання яких передбачає необхідність спеціального навчання з охорони праці, затверджений наказом Державний нагляд охорони праці України від 26.01.2005 №15 ([NPAOP 0.00-4.12.05](#), 2005), а “Перелік робіт, де є потреба у професійному доборі” — спільним наказом МОЗ та Держнаглядохоронпраці України від 23.09.1994 № 263/121 ([Pro zatverdzhennia Pereliku robit...](#), 1995).

Порядок навчання та перевірки знань з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності працівників закладів освіти, установ, організацій та підприємств, що належать до сфери управління Міністерства освіти і науки України, встановлює “Положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності в закладах, установах, організаціях, підприємствах, що належать

до сфери управління Міністерства освіти і науки України” ([Pro zatverdzhennia Polozhennia...](#), 2006).

З позицій виробничої санітарії та гігієни праці відповідно до нормативних актів регламентуються параметри повітря робочої зони, освітлення, віброакустичної активності, випромінювань.

Повітря робочої зони характеризується параметрами мікроклімату та складом повітряного середовища.

Параметри мікроклімату нормуються відповідно до вимог ДСН 3.3.6.042-99 ([DSN 3.3.6.042-99](#), 1999) з урахуванням періоду року, категорії важкості виконуваних робіт, тривалості перебування працівника на конкретному робочому місці. Крім того, загальні санітарно-гігієнічні вимоги щодо показників мікроклімату, а також допустимого вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони (поширюються на робочі місця незалежно від їх розташування – у виробничих приміщеннях, у гірських виробках, на відкритих майданчиках, у транспортних засобах тощо) наведені в ГОСТ 12.1.005-88 (дію його продовжено відповідно до наказу ДП “УкрНДНЦ” від 10.07.2017р. № 169) ([HOST 12.1.005-88](#), 1989).

Освітлення – це один із найважливіших факторів, який суттєво впливає на продуктивність праці, рівень травматизму і професійних захворювань. Для забезпечення наукових досліджень застосовуються системи природного, штучного та суміщеного освітлення (поєднання природного та штучного).

Критерієм оцінювання природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості, а штучного світла – освітленість, нормативні значення яких наведені в ДБН В.2.5-28:2018 ([DBN V.2.5-28:2018](#), 2018).

Основними гігієнічними вимогами до виробничого освітлення є ([Hohitashvili et al., 2016](#)): рівень освітленості повинен відповідати характеру зорової роботи і встановленим нормам.

До акустичних параметрів, які нормуються згідно з ДСН 3.3.6.037-99 ([DSN 3.3.6.037-99](#), 1999) залежно від особливостей виконуваної роботи, належать параметри виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

З метою зниження виробничих шумів необхідно застосовувати: технічні методи боротьби з шумом; будівельно-акустичні заходи; дистанційне керування шумними машинами; засоби індивідуального захисту; організаційні заходи (Storozhuk, 2003).

Санітарні норми ДСН 3.3.6.039-99 (DSN 3.3.6.039-99, 1999) встановлюють класифікацію виробничих вібрацій, методи гігієнічної оцінки виробничих вібрацій, параметри, які нормуються, та їх допустимі величини, вимоги до вимірювань на робочих місцях, основні заходи профілактики.

Запобігання негативному впливу вібрації здійснюється шляхом застосування методів, способів і засобів колективного захисту та засобів індивідуального захисту.

У разі використання в НДР слід враховувати: тип, конструкцію, цільове призначення лазерів і лазерних установок та ступінь небезпеки генерованого ними випромінювання; гранично допустимі рівні лазерного випромінювання; вимоги до влаштування та експлуатації лазерів; чинні вимоги до виробничих приміщень, розміщення обладнання та організації робочих місць; вимоги до персоналу; контроль за станом виробничого середовища; вимоги до застосування засобів захисту; вимоги до медичного контролю тощо. Необхідну інформацію щодо гарантії безпеки під час роботи з лазерами і лазерними установками можна отримати з санітарних норм ДНАОП 0.03-3.09-91 (DNAOP 0.03-3.09-91, 1991), як з норм кодексу усталеної практики.

Під час виконання НДР із застосуванням приладів з джерелами іонізуючого випромінювання, проведенні робіт з промисловими об'єктами та установками (ядерні реактори, прискорювачі заряджених частинок, рентгенівські установки, медичні прилади, прилади засобів зв'язку високої напруги тощо) чи в умовах природного радіоактивного випромінювання існує небезпека опромінення працівників з негативними наслідками (порушення функціонування органів та систем організму людини, лейкоз, променева хвороба тощо).

Нормування іонізуючого випромінювання та радіаційний захист від джерел потенційного опромінення регламентується нормами НРБУ-97/Д-2000 (NRBU-97/D-2000, 2000), правилами ДСП 54-2005 (DSP 6.177-2005-09-02, 2005).

Забезпечення безпеки у разі використання радіоактивних речовин здійснюється шляхом розроблення комплексу заходів та засобів захисту щодо осіб, які безпосередньо працюють з радіоактивними ізотопами, а також працівників, що перебувають у суміжних приміщеннях, населення територій, що межують з небезпечним об'єктом.

На всіх робочих місцях використовуване обладнання, сировина та матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть несприятливо впливати на стан здоров'я працівників, а також їхніх нащадків як тепер, так і в майбутньому, має бути проведена атестація робочих місць за умовами праці згідно з "Порядком проведення атестації робочих місць за умовами праці" (Pro Poriadok provedennia atestatsii..., 1992), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від

01.08.1992 № 442. За результатами атестації вирішуються питання надання пенсій за віком на пільгових умовах, інших пільг та компенсацій.

У випадку обмежених можливостей щодо досягнення в короткі терміни бажаного рівня безпеки та комфорту праці доцільно провести на робочих місцях оцінювання ризиків, зумовлених небезпечними і шкідливими виробничими факторами, що дозволяє приймати рішення про необхідність та черговість виконання заходів щодо зниження ризиків (Storozhuk et al., 2019).

Під час проведення НДР, що характеризуються шкідливими і небезпечними умовами праці, а також пов'язані із забрудненням або здійснюються в несприятливих метеорологічних умовах, працівники згідно з Директивою Ради ЄС 89/656/ЄЕС та Мінімальними вимогами безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці (Pro zatverdzhennia Minimalnykh vymoh bezpeky..., 2018), забезпечуються спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

Вимоги до машин щодо захисту життя та здоров'я людини встановлює "Технічний регламент безпеки машин" (Pro zatverdzhennia Tekhnichnoho rehlamentu..., 2013).

У разі застосування чи експлуатації машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки чи виконання робіт підвищеної небезпеки відповідно до статті 21 Закону України "Про охорону праці" (Zakon Ukrainy "Pro okhoronu pratsi", 1992) роботодавець повинен одержати відповідний дозвіл від Державної служби України з питань праці (Держпраці).

Процедура видачі дозволів, переліки видів робіт, а також машин, механізмів та устаткування підвищеної небезпеки, проведення або експлуатація (застосування) яких потребує отримання дозволу, затверджена Постановою Кабінетом Міністрів України від 26.10.2011 №1107 (Pro zatverdzhennia Poriadku vydachi dozvoliv..., 2011).

Перелік машин, механізмів устаткування підвищеної небезпеки затверджено Постановою Кабінетом Міністрів України від 03.02.2021 №77 (Pro zatverdzhennia pereliku mashyn..., 2021).

Питання організації безпечної експлуатації електрогосподарства споживачів регламентує низка нормативних документів, зокрема "Правила улаштування електроустановок" (PUE, 2017), "Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів" (Nakaz 25.07.2006 № 258, 2006), а також НПАОП 40.1-1.32-01 (NPAOP 40.1-1.32-01, 2001), НПАОП 40.1-1.21-98 (NPAOP 40.1-1.21-98, 1998), НПАОП 40.1-1.01-97 (NPAOP 40.1-1.01-97, 1997).

Невід'ємною складовою наукових досліджень сьогодення є використання комп'ютерної техніки та периферійних пристроїв.

Організація безпечної роботи з комп'ютерами включає низку питань: перелік нормативно-правових актів, на підставі яких експлуатують комп'ютери; загальні вимоги охорони праці під час роботи з комп'ютерною технікою; вимоги до робочого місця працівника; небезпечні та шкідливі фактори, можливі

під час роботи з комп'ютерною технікою та методи, способи і засоби захисту від них; соціальні та профілактичні засоби захисту користувачів комп'ютерів.

Основними нормативно-правовими актами, які встановлюють вимоги щодо організації безпечної експлуатації комп'ютерної техніки, є ДСанПіН 3.3.2.007-98 (ДСанПіН 3.3.2.007-98, 1998), НПАОП 0.00-7.15-18 (НПАОП 0.00-7.15-18, 2018).

Будівлі і приміщення, а також територія, де здійснюється наукова та науково-технічна діяльність, повинні відповідати вимогам, зазначеним в державних будівельних нормах, зокрема ДБН В.2.2-12:2019 (DBN V.2.2-12:2019, 2019), ДБН В.2.2-28:2010 (DBN V.2.2-28:2010, 2011), ДБН В.2.2-9-2019 (DBN V.2.2-9:2018, 2018).

Планування і поверховість будівель, площу та об'єм приміщень, склад і оснащення санітарно-побутових та інших допоміжних приміщень, проходи, шляхи евакуації тощо визначають згідно з чинними нормативними документами.

Для визначення санітарно-побутового обслуговування і медичного захисту працівників за встановленими нормами обладнуються санітарно-побутові приміщення, приміщення для прийому їжі, приміщення для надання медичної допомоги, кімнати для відпочинку в робочий час і психологічного розвантаження; організуються пости, укомплектовані аптечками для надання домедичної допомоги; встановлюються апарати (пристрої) для забезпечення працівників питною водою та інше.

Основні вимоги щодо облаштування систем освітлення, водопостачання та каналізації, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря зазначені в державних будівельних нормах ДБН В.2.5-28:2018 (DBN V.2.5-28:2018, 2018), ДБН В.2.5-64:2012 (DBN V.2.5-64:2012, 2012), ДБН В.2.5-67:2013 (DBN V.2.5-67:2013, 2013).

Основні вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки та цивільного захисту зазначені в Кодексі цивільного захисту України (Kodeks tsyvilnoho zakhystu Ukrainy, 2013) та у Правилах пожежної безпеки в Україні НАПБ А.01.001-2014 (встановлюють загальні вимоги з пожежної безпеки) (NAPB A.01.001-2014, 2014).

Протипожежний захист об'єкта здійснюється за напрямками: обмеження розмірів та поширення пожежі; обмеження розвитку пожежі; забезпечення безпечної евакуації людей та майна; створення умов для успішного гасіння пожежі.

Вимоги щодо проектування, будівництва, реконструкції та експлуатації блискавкозахисту всіх видів будівель, споруд і промислових комунікацій, незалежно від відомчої належності та форми власності, наведені в ДСТУ EN 62305-1:2012 (DSTU EN 62305-1:2012, 2012). Також чинними є державні стандарти даної серії: ДСТУ ІЕС 62305-2:2012; ДСТУ EN 62305-3:2012; ДСТУ EN 62305-4:2012 (Natsionalni standarty Ukrainy. Biznes-portal "Leonorm").

Загальні вимоги пожежної безпеки до будинків, будівель, споруд будь-якого призначення, що спрямовані на обмеження поширення пожежі між будинками, обмеження поширення пожежі в будинках, підт-

вердження безпечної евакуації людей, захисту від гасіння пожежі та проведення рятування людей під час пожежі, застосування систем протипожежного захисту наведено в ДБН В.1.1-7:2016 (DBN V.1.1-7:2016, 2016).

Вимоги щодо проектування, монтування, перевіряння відповідності та підтримання експлуатаційної придатності систем протипожежного захисту, а саме автоматичних систем, автономних систем пожежога-сіння локального застосування, систем пожежога-сіння сигналізації, систем оповіщення про пожежу та управління евакуюванням людей, систем протидимного захисту, систем централізованого пожежного спостереження, диспетчеризації систем протипожежного захисту — наведені в ДБН В.2.5-56-2014 (DBN V.2.5-56-2014, 2014).

Висновки

Отже, гарантування безпечних і нешкідливих умов праці, пожежної безпеки під час проведення НДР можливе у разі виконання вимог законодавства та інших нормативно-правових актів із зазначених питань шляхом впровадження низки заходів, зокрема: створення ефективної системи управління охороною праці; забезпечення роботи служби охорони праці; належне облаштування робочих місць дослідників, робочих зон, виробничих і невиробничих приміщень, будівель та споруд; вибір, облаштування і утримання в працездатному та безпечному стані інженерних мереж; вибір безпечних засобів праці, безпечного проведення робіт із застосуванням засобів праці; підбір, професійне навчання працівників, які за станом здоров'я та рівнем підготовки здатні виконувати покладені обов'язки; навчання з питань охорони праці персоналу, залученого до організації, підготовки, забезпечення та проведення наукових досліджень; отримання дозвільних документів для підтвердження спроможності безпечної експлуатації устаткування та виконання робіт підвищеної небезпеки; забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов праці; забезпечення працівників необхідним спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту; застосування, у разі виконання робіт з важкими та шкідливими умовами праці, заходів та засобів щодо компенсації працівникам можливого негативного впливу на стан здоров'я; здійснення первинних та періодичних медичних оглядів працівників; забезпечення пожежної безпеки, техногенної безпеки та безпеки в умовах надзвичайних ситуацій.

Безпечність НДР, як і будь-якого іншого трудового процесу, забезпечується шляхом реалізації комплексу заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини у процесі праці з метою забезпечення сталого розвитку суспільства.

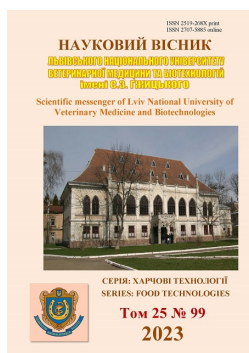
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- DBN B.2.2-12:2019 (2019). Planuvannya i zabudova terytorii. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83211 (in Ukrainian).
- DBN V.1.1-7:2016 (2016). Derzhavni budivelni normy Ukrainy. Pozhezhna bezpeka ob'ektiv budiv-nystvva. Zahalni vymohy. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456 (in Ukrainian).
- DBN V.2.2-28:2010 (2011). Budyanky i sporudy. Budyanky administratyvnoho ta pobutovoho pryzna-chennia. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=27263 (in Ukrainian).
- DBN V.2.2-9:2018 (2018). Budyanky i sporudy. Hromadski budyanky ta sporudy. Osnovni polozhennia. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=82012 (in Ukrainian).
- DBN V.2.5-28:2018 (2018). Pryrodne i shtuchne osvittlenia. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885 (in Ukrainian).
- DBN V.2.5-56-2014 (2014). Derzhavni budivelni normy Ukrainy. Systemy protyopozhezhnoho zakhystu. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=59526 (in Ukrainian).
- DBN V.2.5-64:2012 (2012). Vnutrishnii vodoprovod ta kanalizatsiia. Chastyna I. Proektuvannia. Chasty-na II. Budivnytstvo. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=29848 (in Ukrainian).
- DBN V.2.5-67:2013 (2013). Opalennia, ventyliatsiia ta kondytsionuvannia. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50154 (in Ukrainian).
- DSanPiN 3.3.2.007-98 (1998). Derzhavni sanitarni pravyla i normy roboty z vizualnymy dysplei-nymy terminalamy elektronno-obchysliualnykh mashyn. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98#Text> (in Ukrainian).
- DSN 3.3.6.039-99 (1999). Derzhavni sanitarni normy vyrobnychoi zahalnoi ta lokalnoi vibratsii. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=6372 (in Ukrainian).
- DSN 3.3.6.042-99 (1999). Sanitarni normy mikroklimatu vyrobnychkh prymishchen. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (in Ukrainian).
- DSP 6.177-2005-09-02 (2005). Osnovni sanitarni pravyla zabezpechennia radiatsiinoi bezpeky Ukrainy (OSPU-2005). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48197 (in Ukrainian).
- DSTU EN 62305-1:2012 (2012). Zakhyst vid blyskavky. Chastyna 1. Zahalni pryntsyipy (EN 62305-1:2011, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=29300 (in Ukrainian).
- Hohitashvili, H. H., Lapin, V. M., Yatsiuk, A., Storozhuk, V. M., & Melnykov, O. V. (2016). Osnovy okhorony pratsi. Kyiv: Znannia (in Ukrainian).
- HOST 12.1.005-88 (1989). Zahalni sanitarno-hihienichni vymohy do povitria robochoi zony. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=6264 (in Ukrainian).
- Kodeks tsyvilnoho zakhystu Ukrainy (2013). Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy vid 02.10.2012 №5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (in Ukrainian).
- Nakaz 25.07.2006 № 258 (2006). Pro zatverdzhennia Pravyl tekhnichnoi ekspluatatsii elektroustanovok spozhyvachiv. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06#Text> (in Ukrainian).
- NAPB A.01.001-2014 (2014). Pravyla pozhezhnoi bezpeky v Ukraini. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=60541 (in Ukrainian).
- Natsionalni standarty Ukrainy. Biznes-portal "Leonorm". URL: <http://www.leonorm.lviv.ua/Default.php?Page=stlist&ObjId=1230&CatId=1> (in Ukrainian).
- NPAOP 0.00-4.12.05 (2005). Pro zatverdzhennia Typovoho polozhennia pro poriadok provedennia navchannia i perevirky znan z pytan okhorony pratsi ta Pereliku robit z pidvyshchenoiu nebezpekoiu. Zatverdzheno: nakaz Derzhnahliad okhorony pratsi vid 26.01.2005 № 15, Zareiestrovano v Ministerstvi yustyttsii Ukrainy 15.02.2005 za №231/10511. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (in Ukrainian).
- NPAOP 0.00-4.35-04 (2004). Pro zatverdzhennia Typovoho polozhennia pro sluzhbu okhorony pratsi. Zatverdzheno: nakaz Derzhnahliadokhoronpratsi Ukrainy vid 15.11.2004 № 255. Zareiestrovano v Ministerstvi yus-tytsii Ukrainy 01.12.2004 za №1526/10125. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1526-04#Text> (in Ukrainian).
- NPAOP 0.00-7.15-18 (2018). Vymohy shchodo bezpeky ta zakhystu zdorovia pratsivnykiv pid chas roboty z ekrannymy prystroiamy. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=77160 (in Ukrainian).
- NPAOP 40.1-1.01-97 (1997). Pravyla bezpechnoi ekspluatatsii elektroustanovok. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0011-98#Text> (in Ukrainian).
- NPAOP 40.1-1.21-98 (1998). Pravyla bezpechnoi ekspluatatsii elektroustanovok spozhyvachiv. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=48644 (in Ukrainian).
- NPAOP 40.1-1.32-01 (2001). Pravyla budovy elektroustanovok. Elektroobladnannia spetsialnykh ustanovok. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=47257 (in Ukrainian).
- NRBU-97/D-2000 (2000). Derzhavni hihienichni normatyvy. Normy radiatsiinoi bezpeky Ukrainy (z dopovnen-niam: DHN 6.6.1-6.5.061-2000 Radiatsiinyi zakhyst vid dzherel potentsiinoho oprominennia (in Ukrainian).
- Pro Poriadok provedennia atestatsii robochykh mistv za umovamy pratsi (1992). Kabinet Ministriv Ukrainy. Postanova vid 01.08.1992 №442. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/442-92-%D0%BF#Text> (in Ukrainian).
- Pro zatverdzhennia Minimalnykh vymoh bezpeky i okhorony zdorovia pry vykorystanni pratsivnykamy zasobiv indyvidualnoho zakhystu na robochomu misti (2018). Ministerstvo sotsialnoi polityky Ukrainy. Nakaz vid 29.11.2018 № 1804. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1494-18#Text> (in Ukrainian).

- Pro zatverdzhennia pereliku mashyn, mekhanizmiv, ustatkuvannia pidvyshchenoi nebezpeky ta vnesennia zmin do deiakykh postanov Kabinetu Ministriv Ukrainy (2021). Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 03.02.2021 №77. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/77-2021-%D0%BF#Text> (in Ukrainian).
- Pro zatverdzhennia Pereliku robot, de ye potreba u profesiinomu dobori. Zatverdzheno: nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy, Derzhavnoho komitetu Ukrainy po nahliadu za okhoronoiu pratsi vid 23.09.1994 №263/121. Zareiestrovano v Ministerstvi yustytzii Ukrainy 25.01.1995 za №18/554. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0018-95#Text> (in Ukrainian).
- Pro zatverdzhennia Polozhennia pro poriadok provedennia navchannia i perevirky znan z pytan okhorony pratsi ta bezpeky zhyttiediialnosti v zakladakh, ustanovakh, orhanizatsiiakh, pidpriemstvakh, shcho nalezhat do sfery upravlinnia Ministerstva osvity i nauky Ukrainy (2006). Zatverdzheno: nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 18.04.2006 №304. Zareiestrovano v Ministerstvi yustytzii Ukrainy 07.07.2006 za №806/12680. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0806-06#Text> (in Ukrainian).
- Pro zatverdzhennia Poriadku vydachi dozvoliv na vykonannia robot pidvyshchenoi nebezpeky ta na ekspluatatsiiu (zastosuvannia) mashyn, mekhanizmiv, ustatkuvannia pidvyshchenoi nebezpeky (2011). Zatverdzheno po-stanovoio Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 26.10.2011. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1107-2011-%D0%BF#Text> (in Ukrainian).
- Pro zatverdzhennia Tekhnichnoho rehlamentu bezpeky mashyn. Zatverdzheno postanovoio Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 30.01.2013 №62. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/62-2013-%D0%BF#Text> (in Ukrainian).
- Pro zatverdzhennia Zahalnykh vymoh stosovno zabezpechennia robotodavtsiamy okhorony pratsi pratsivnykiv (2012). Nakaz Ministerstva nadzvychainykh sytuatsii Ukrainy vid 25.01.2012 №67. Zareiestrovano v Ministerstvi yustytzii Ukrainy 14.02.2012 za № 226/20539. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-12#Text> (in Ukrainian).
- PUE (2017). Pravyla ulashtuvannia elektroustanovok. (pershe perehliante, pereroblene, dopovne-ne ta adaptovane do umov Ukrainy vydannia). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72758 (in Ukrainian).
- Storozhuk, V. M. (2003). Vyrobnychyi shum: pryroda ta shliakhy znyzhennia: navchalnyi posibnyk. Kyiv: Osnova (in Ukrainian).
- Storozhuk, V. M., Melnykov, O. V., & Yatsiuk, R. A. (2019). Otsiniuvannia ryzykiv na robochomu misti, yak element ryzykooorientovanoho pidkhodu v okhoroni pratsi. Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva, 1(63), 35–44. DOI: 10.20535/2077-7264.1(63).2019.181997 (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy “Pro okhoronu pratsi”. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy vid 14.10.1992 № 2694-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (in Ukrainian).
- DNAOP 0.03-3.09-91 (1991). Sanitarni normy i pravyla ulashtuvannia ta ekspluatatsii lazeriv. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25728 (in Ukrainian).
- DSN 3.3.6.037-99 (1999). Sanitarni normy vyrobnychoho shumu, ultrazvuku ta infrazvuku. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=48147 (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print

ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9908

<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 658.5

A system for monitoring the safety and quality of salad production based on vegetables and fruits

A. O. Dolenko✉

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 30.01.2023

Received in revised form

01.03.2023

Accepted 02.03.2023

National University of
Food Technologies,
Volodymyrska Str., 68,
Kyiv, 01601, Ukraine.
Tel.: +38-096-911-95-43
E-mail: dolenkoA@bigmir.net

Dolenko, A. O. (2023). A system for monitoring the safety and quality of salad production based on vegetables and fruits. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 43–48. doi: 10.32718/nvlvet-f9908

Implementation of the HACCP system in the food industry for the production of salad based on vegetables and fruits. Development of a system for monitoring the safety and quality of production of salads based on vegetables and fruits in a restaurant according to the HACCP system. For the production of salad based on vegetables and fruits in a restaurant establishment according to the HACCP system, certain studies were carried out, the technology of salads based on vegetables and fruits was analyzed, as well as requirements for its safety and quality were established, a system for monitoring raw materials for the production of salads based on vegetables and fruits was developed, a system for monitoring the sanitary and hygienic condition of production was developed, and the effectiveness of the developed system was monitored. Critical control points were established at the stages of raw material acceptance, intermediate storage of raw materials, and production. In the course of the work, a system for monitoring the safety and quality of production of salads based on vegetables and fruits, namely vitamin salad for a restaurant establishment based on HACCP principles, was developed. The technology and organization of salad production, namely vitamin salad, were analyzed and requirements for its safety and quality were established. A monitoring system was developed at all stages of salad production, as well as a system for monitoring the sanitary and hygienic condition and a critical control point was established to ensure compliance with quarantine requirements by personnel at all stages of product production. Monitoring procedures were defined based on the developed measures, as well as corrective actions, and the effectiveness of the developed system was evaluated.

Key words: system, monitoring, salad, vegetables, HACCP.

Система моніторингу безпеки та якості виробництва салату на основі овочів та фруктів

A. O. Доленко✉

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Впровадження системи HACCP в харчовій промисловості для виготовлення салату на основі овочів та фруктів. Розроблення системи моніторингу безпеки та якості виробництва у закладі ресторанного господарства салатів на основі овочів та фруктів згідно з системою HACCP. Для виробництва салату на основі овочів та фруктів у закладі ресторанного господарства за системою HACCP було виконано певні дослідження, проаналізовано технологію салатів на основі овочів і фруктів, а також встановлено вимоги щодо її безпечності та якості, розроблено систему моніторингу сировини для виробництва салатів на основі овочів і фруктів, розроблено систему моніторингу санітарно-гігієнічного стану виробництва, проведено контроль дієвості розробленої системи. Було встановлено контрольні критичні точки на етапах: приймання сировини, проміжного зберігання сировини та виробництва. Під час виконання роботи було розроблено систему моніторингу безпечності та якості виробництва салатів на основі овочів і фруктів, а саме салату "Вітамінного" для закладу ресторанного господарства на основі принципів HACCP. Здійснено аналіз технології та організації виробництва салатів, а саме салату "Вітамінного" та встановлено вимоги щодо її безпечності та якості. Було розроблено систему моніторингу на всіх етапах виробництва салату, а також розроблено систему моніторингу санітарно-гігієнічного стану і встановлено критичну точку контролю, яка стосується забезпечення дотримання карантинних

вимог персоналом на всіх етапах виробництва продукту. Процедури моніторингу були визначені на основі розроблених заходів, а також коригувальні дії та здійснено оцінку дієвості розробленої системи.

Ключові слова: система, моніторинг, салат, овочі, НАССР.

Вступ

В умовах інтегрування торгівельного простору для закладів ресторанного господарства проблема впровадження систем управління безпечністю за принципами НАССР щороку набуває актуальності. Безпека в харчуванні є основною метою ресторанного бізнесу, що неможливо без розроблення та впровадження системи управління безпекою харчового виробництва. Враховуючи визначені умови, керівники закладів ресторанного господарства з повним циклом виробництва, які прагнуть до лідерства в конкурентній боротьбі на національному та закордонних ринках, уже сьогодні розроблюють та вводять системи управління безпечністю за принципами НАССР. Проблеми розроблення та впровадження даної системи на підприємствах харчування набули актуального значення, особливо в умовах інтегрування України у зарубіжні ринки виробництва та послуг (Mizobe et al., 2000; Plakhotin et al., 2009; Syrokhman et al., 2015; Bogatko et al., 2017; 2018; Lozova & Syrokhman, 2018; Bomba & Susol, 2020).

Під час реформ в Україні було прийнято закон “Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо харчових продуктів” згідно з яким із 20 вересня 2019 року набули чинності норми, що передбачають обов’язкове запровадження системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках (НАССР).

Матеріал і методи досліджень

Салати на основі овочів і фруктів мають виготовлятися із дотриманням усіх вимог, що до них висуваються. Упорядковані та чітко прописані дії є запорукою якісного та безпечного продукту, контроль за дотриманням вимог є показником відповідальної роботи комісії, яка розробила програму НАССР для закладу ресторанного господарства.

Задля ефективної розробки системи моніторингу якості та безпеки слід розрізнити поняття якість та безпека. Безпека в системі НАССР пов’язана з ризиками, що можуть спричинити негативні наслідки. Саме правильність тлумачення цього поняття є запорукою ефективного плану НАССР.

Таблиця 1

Форма опису салат “Вітамінний”

Вид та офіційна назва продукції	Салат “Вітамінний”
Категорія продукції	Салат свіжий
Позначення та назва законодавчих норм, документів, які встановлюють вимоги до безпечності продукції	ДСТУ 8107:2015 Салат свіжий
Склад продукту	Капуста білокачанна, морква, цибуля зелена, яблука, сік лимона, сироп консервованого компоту, цукор, сметана
Біологічні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Кількість МАФАМ, КУО в 1 г – не більше ніж 5×10^4 ; бактерії групи кишкових паличок (колі форми), в 0,1 г – не дозволено; патогенні мікроорганізми, а також бактерії роду Сальмонела, в 50 г – не дозволено; Сульфитредукуючі кластридії, в 0,01 г – не дозволено; плісняві гриби, КУО в 1 г – не більше ніж 5×10^2 ; <i>Staph. aureus</i> в 1 г – не дозволено; <i>B. cereus</i> , КУО в 1 г – не більше ніж 1×10^2
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Масова частка вологи – не більше ніж 65 %; масова частка жиру – не більше ніж 9 %; масова частка кухонної солі – не більше ніж 4 %; масова частка металевих домішок (розмір окремих частинок – не більше ніж 0,3 мм у найбільшому лінійному вимірі), %, не більше ніж 3×10^4
Строк придатності до споживання	5–7 днів
Умови зберігання	Зберігати в охолоджувальних камерах при температурі не вищій ніж 5 °C та вологості повітря не більшій ніж 75 %
Пакування	Пачки поліетиленові
Маркування стосовно безпечності продукту	Назва, маса, перелік інгредієнтів, мінімальний термін та умови зберігання, наявність алергенів, поживна цінність, кінцева дата споживання, зазначення виробника, країна походження основного інгредієнта, рекомендації щодо споживання
Методи розповсюдження (реалізації) продукції	В мережах роздрібною торгівлі, в закладах ресторанного господарства
Вид та офіційна назва продукції	Салат свіжий “Вітамінний”
Використання за призначенням	Як самостійний виріб та як компонент інших страв
Можливе використання не за призначенням	Дані відсутні
Передбачувані споживачі	Широкі маси населення
Уразливі групи споживачів	Відсутні

Оцінка ризиків служить підґрунтям для визначення заходів контролю, які будуть застосовуватися на виробництві.

Для ефективної оцінки слід враховувати всі фактори, що можуть потрапити до виробничого середовища, виникнути в результаті переробки продукції, інші.

До факторів ризику належать біологічні, хімічні та фізичні ризики.

Усі ймовірності виникнення чинників необхідно враховувати під час розробки системи моніторингу.

Для приготування салатів використовують сирі овочі та фрукти, а також відварні, квашені й мариновані овочі. Салат можна приготувати з одного виду овочів або декількох видів. Як зразок для впровадження системи моніторингу безпеки та якості було обрано салат “Вітамінний”.

Таблиця 2

Характеристика сировини, необхідної для виробництва салату свіжого “Вітамінного”

Сировина	Нормативний документ	Пакувальний матеріал	Нормативний документ
Капуста білокачанна	ДСТУ 7037:2009	Ящиківі піддони	ГОСТ 17812, ГОСТ 20463
Морква	ДСТУ 7035:2009	Ящиківі піддони	ГОСТ 17812, ГОСТ 20463
Цибуля зелена	ДСТУ 6011:2008	Плівка поліетиленова. Технічні умови	ГОСТ 10354-82
Яблука	ДСТУ 8133:2015	Ящиківі піддони	ГОСТ 17812, ГОСТ 20463
Сік лимона	ДСТУ 7159:2010	Тара з кольорових або некольорових полімерних матеріалів, тара зі скла, пакети з ламінованим покриттям	ГОСТ 10117.1, ГОСТ 10117.2, ГОСТ 5717
Сироп консервованого компоту	ДСТУ 8102:2015	Тара з кольорових або некольорових полімерних матеріалів, тара зі скла, пакети з ламінованим покриттям	ГОСТ 10117.1, ГОСТ 10117.2, ГОСТ 5717
Цукор	ДСТУ 4623:2006	Паперові мішки і пакети	ТУ У 00951706-002
Сметана	ДСТУ 4418:2005	Пакети, банки, коробочки, стаканчики з полімерних матеріалів або банки скляні	ГОСТ 25951

Результати та їх обговорення

Контроль дієвості розробленої системи здійснюється після двох стадій впровадження процедур НАССР. До таких належать планування та підготовка; розроблення НАССР-плану. Після даних етапів проводиться документування та перевірка дієвості розробленого плану НАССР.

Розробка плану НАССР заснована на п’яти із семи принципів.

При проведенні аналізу небезпечних факторів варто покладатися на науково підтвержені фактори ризику та уникати хибних рішень, які можуть призводити до складання неефективного плану. Під час визначення критично допустимих меж для кожної ККТ слід керуватись технічною документацією на обладнання, кількісними показниками процесу або технологічними показниками продукції, зазначеними в документах, за якими можна чітко відокремити належне протікання процесу від неналежного.

Для кожної критичної точки слід встановити систему моніторингу для впевненості в тому, що критичні межі для кожної ККТ не перевищуються і процес під контролем.

Останнім кроком розробки НАССР-плану є встановлення дій, які дозволять повернути процес вироб-

ництва у встановлені критичні межі, а продукт в статус безпечного. Після ефективного застосування п’яти з семи принципів НАССР та розробки необхідної документації слід перейти до третього етапу перевірки дієвості та ефективності розробленої системи управління, яка базується на принципах НАССР.

За допомогою [таблиці 4](#) можна оцінити небезпечні чинники.

Якщо коефіцієнт $K \geq 0,6$, то небезпечний чинник – значущий. Після проведення аналізу, який наведено у [таблиці 3](#), ми виявили, що потенційно небезпечними чинниками при виробництві салатів є стадія термообробки деяких інгредієнтів страви.

Після того як ми проаналізували небезпечні чинники та оцінили їх суттєвість у [таблиці 3](#), складаємо перелік запобіжних дій, що оформлені у [таблиці 5](#).

З [таблиці 6](#) видно, що можна виділити ККТ 1, ККТ 2, ККТ 3. Для здійснення третього принципу НАССР необхідно визначити критичними граничними величинами для кожної ККТ, що показує максимальне та/або мінімальне значення, в межах якого необхідно утримувати певний біологічний, хімічний чи фізичний параметр на ККТ для запобігання, уникнення або зменшення до прийнятого рівня ризику щодо безпеки харчових продуктів.

Таблиця 3

Визначення небезпечних чинників та регулювальні дії щодо запобігання зменшення ступеня ризику небезпечних чинників

№	Найменування етапу	Позначення	Небезпечні чинники Причина появи	Методологія оцінювання небезпечних чинників			Запропоновані регулювальні дії щодо запобігання, усунення або зменшення ступеня ризику небезпечного чинника
				Vp	V	CP	
1	Прийом сировини на виробництво	Б	Порушення цілісності пакування, підвищення температура зберігання	0,1	2	0,2	- ретельна перевірка постачальників, їх умови транспортування; - вхідний контроль комірником; - періодична перевірка сировини на якість
		Х	Неправильний температурний режим при транспортуванні	0,2	2	0,4	
		Ф	Порушення пакування	0,2	2	0,4	
2	Проміжне зберігання	Б	Різкий перепад температур	0,2	2	0,4	- перевірка вимірювальних приладів; - використання посуду для харчових продуктів
		Х	Окислення	0,1	2	0,2	
		Ф	Деформація, порушення цілісності пакування	0,1	3	0,3	
3	Підготовка сировини	Б	Занадто тривалий час нагрівання	0,2	1	0,2	- дотримання технології виробництва - використання спеціального обладнання для просіювання
		Х	Окиснення жирів	0,1	2	0,2	
		Ф	Наявність твердих домішок	0,2	2	0,4	
4	Виробництво салатів	Б	Недостатня тривалість термообробки	0,2	3	0,6	- перевірка термометрів; дотримання правил приготування; - ретельне формування н/ф
		Х	Приготування в пошкодженому посуді	0,1	3	0,3	
		Ф	Деформація виробів	0,2	1	0,2	

Умовні позначення: Б – біологічні небезпечні чинники; Ф – фізичні небезпечні чинники; Х – хімічні небезпечні чинники; Vp – вірогідність виникнення чинника; V – вагомість чинника; CP – ступінь ризику.

Таблиця 4

Форма методології оцінки небезпечних чинників

Вірогідність виникнення небезпечного чинника-В	Вагомість шкідливого впливу – CP			
	K = VxС	Невисока (С = 1)	Середня (С = 2)	Висока (С = 3)
Невисока	V = 0,1	K = 0,1/ –	K = 0,2 / –	K = 0,3/ –
Середня	V = 0,2/ –	K = 0,2/ –	K = 0,4 / –	K = 0,6/ +
Висока	V = 0,3	K = 0,3/ –	K = 0,6 /+	K = 0,9/ +

Таблиця 5

Запобіжні заходи за факторами небезпечних чинників

Назва продукту	Запобіжні дії
Ідентифікований небезпечний чинник	Процедура запобіжної дії
Сировина та матеріали інгредієнтів	
Ф.: твердий пластик, шматочки гілочок	ПП щодо специфікації (вимоги) до сировини та контроль за постачальниками; вхідний контроль цілісності упаковки сировини;
Б. Патогенні мікроорганізми, в т. ч. <i>Salmonella</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>E. coli</i> ; умовно-патогенні <i>St. aureus</i>	Всі постачальники сировини та харчових продуктів затверджені, перебувають під контролем Держпродспоживслужби, супровідні документи надаються. Сировина та готова продукція постачається в запакованому вигляді. У теплий період року вірогідність недотримання температурних режимів зростає. Управління: ППУ-10 “Специфікації (вимоги) до сировини та контроль за постачальниками”. Вхідний контроль. Навчання персоналу
Х.: Токсичні елементи, радіонукліди, пестициди, антибіотики, мікотоксини, сірчистий ангідрид, діоксини	Вірогідність появи невисока. Всі постачальники сировини та харчових продуктів затверджені, перебувають під контролем Держпродспоживслужби, супровідні документи надаються. Сировина та готова продукція постачається в запакованому вигляді. Управління: ППУ-10. Вхідний контроль. Навчання персоналу.
Етап приготування страви	
Ф.: тверді часточки фольги, пергаменту	Контроль за якістю інвентарю
Б: Патогенні мікроорганізми, в т. ч. <i>Salmonella</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>E. coli</i> ; умовно-патогенні <i>St. aureus</i>	Моніторинг дотримання температурних режимів ПП щодо контролю технологічних процесів
Х: пестициди, радіонукліди, важкі метали, залишки мийних розчинів	Вхідний контроль. Контроль постачальників ПП щодо безпечності води, льоду, пари, допоміжних матеріалів для переробки, (обробки) харчових продуктів, предметів та матеріалів, що контактують із харчовими продуктами

Таблиця 6
Визначення ризиків, ККТ

Вхідний матеріал/ Етап процесу	Позначення ідентифікованої небезпеки (Х, Б, Ф)	Найменування ідентифікованої небезпеки	Відповіді на запитання “дерева прийняття рішень”				Номер ККТ
			Запитан- ня 1	Запитан- ня 2	Запитан- ня 3	Запитан- ня 4	
1.Приймання	Х	Алергени	Так	Ні	Ні		
	Б	<i>Brucella</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , Види <i>Salmonella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> можуть бути у сировині, що надійшла на виробництво	Так	Так		ККТ 1	
	Ф	Відсутні	Так	Ні	Ні		
2.Зберігання	Х	Відсутні					
	Б	Патогенні мікроорганізми з доста- тньою ймовірністю можуть розви- ватися в продукті, якщо його температура не буде підтримувати- ся на рівні або нижче за рівень, достатній для стримування їхнього розвитку: <i>Brucella</i> , <i>Listeria</i> <i>monocytogenes</i> , види <i>Salmonella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Так	Так	Так	Так	ККТ 2
	Ф	Відсутні					
3.Виробництво	Х	Відсутні					
	Б	Потенційне виживання патогенної флори: <i>Brucella</i> , <i>Listeria</i> <i>monocytogenes</i> , види <i>Salmonella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Так	Так	Так	Ні	ККТ3
	Ф	Тверді частки	Так	Так	Ні		

Таблиця 7
План управління безпечністю салату “Вітамінного”

Найменування продукту салат “Вітамінний”							
Етап	Небезпечний чинник	№ ККТ	Критична гранична Величина для Кожної ККТ	Процедура моніторингу ККТ	Коригувальна дія	Протокол НАССР	Відпові- дальна особа
Тимчасове зберігання продукції	При порушенні умов зберігання може початися розвиток патоген- них мікро- організмів, пліс- няви, пероксидів	1	W = 60–65 %, t = +12 °C; капуста білокачанна, морк- ва, яблука t = до 6 місяців; сік лимона, сироп консер- вованого компоту: t = 1 місяць після відкриття	Безперервний контроль умов збері- гання персо- налом	Відповідальна особа регулює температу- ру, вологість і термін зберігання продукції та документує отри- мані показники	Журнал контролю умов зберігання; журнал списання продукції	Комірник
Оформлення	Недостатнє охо- дження може привести до розвитку патоген- них мікроорганізмів на наступному етапі	2	t в середині продукту 18 °C	Безперервний контроль персоналу за етапом охо- дження	Відповідальна особа регулює час охолю- дження до досяг- нення необхідної температури Всередині виробу	Журнал контролю технологічних режимів	Старший кухар
Зберігання	При порушенні умов зберігання може початися розвиток патоген- них мікро- організмів, пліс- няви	3	W = 75 %, t = +5 °C, t = 5–7 днів	Безперервний контроль умов збері- гання персо- налом	Відповідальна особа регулює темпе- ратуру, вологість і термін зберігання продукції та докуме- нтує отримані показ- ники	Журнал контролю умов зберігання; журнал списання продукції	Комірник
Всі етапи виробництва	При недотриманні персоналом пра- вил особистої гігієни, карантин- ного режиму може відбутися забруд- нення сировини/ продукції	4	Заміна масок та рукавичок кожні 3 год; наявність медичних книжок, серти- фікатів про вакцинацію, Або негативних ПЛР тес- тів	Безперервний контроль за дотримання персоналом карантинних вимог	Відповідальна особа регулює процес дотримання персоналом карантинних вимог	Журнал заміни масок та рукави- чок, журнал фіксації стану здоров'я персо- налу	Менеджер виробни- цтва

Отже, в ході розробки плану управління безпечністю салату “Вітамінного” було виявлено і встановлено 4 критичні контрольні точки, які стосуються етапів виробництва, зберігання готової продукції, дотримання персоналом правил особистої гігієни та карантинних вимог. Для кожної ККТ було встановлено граничну величину, процедуру моніторингу та коригувальну дію.

Висновки

Під час виконання роботи було розроблено систему моніторингу безпечності та якості виробництва салату на основі овочів та фруктів, а саме салату “Вітамінного” для закладу ресторанного господарства на основі принципів HACCP. Здійснено аналіз технології та організації виробництва салату, а також встановлено вимоги щодо її безпечності та якості. Було розроблено систему моніторингу на всіх етапах виробництва салату та розроблено систему моніторингу санітарно-гігієнічного стану і встановлено критичну точку контролю, яка стосується забезпечення дотримання карантинних вимог персоналом на всіх етапах виробництва продукту. Процедури моніторингу були визначені на основі розроблених заходів, а також коригувальні дії та здійснено оцінку дієвості розробленої системи.

Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bogatko, N., Bogatko, L., Salata, V., Frejuk, D., & Savchuk, G. (2018). Provision of security of milk and dairy products in Ukraine’s profitabilized enterprises. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20(83), 83–87. DOI: 10.15421/nvlvet8316.
- Bogatko, N., Bogatko, L., Salata, V., Semaniuk, V., Serdioucov, J., & Schyrevuch, G. (2017). Veterinary-sanitary control of safety and quality of meat products. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(73), 7–10. DOI: 10.15421/nvlvet7302.
- Bomba, M., & Susol, N. (2020). Main requirements for food safety management systems under international standards: BRC, IFS, FSSC 22000, ISO 22000, Global GAP, SQF. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 22(93), 18–25. DOI: 10.32718/nvlvet-f9304.
- Lozova, T. M., & Syrokhman, I. V. (2018). Management of quality and safety of food industry products: textbook. Lviv: Rastr-7 Publishing House (in Ukrainian).
- Mizobe, M., Senokuchi, Y., Iki, K., Tokui, T., Kuroki, N., Nishida, A., Sakihama, K., Iki, H., Kanda, Y., & Hamasuna, S. (2000). The Integrated Sanitation Management System Including HACCP in the Japanese Exporting Meat Plant. *Journal of the Japan Veterinary Medical Association*, 53(9), 607–613. DOI: 10.12935/jvma1951.53.607.
- On the basic principles and requirements for food safety and quality [Electronic resource]: Law of Ukraine of December 23, 1997, No. 771/97-VR. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-вр#Text> (in Ukrainian).
- Plakhotin, V. Y., Tyurikova, I. S., Sutkovych, T. Y. (2009). Problems of development and implementation of the HACCP system and ways of their solution. Scientific works [of the Odesa National Academy of Food Technologies] (in Ukrainian).
- Syrokhman, I. V., Lozova, T. M., Davidovich, O. Y., & Kalymon M.-M. V. (2015). Quality management. Lviv: Rastr-7 Publishing House (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print

ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9909

<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 621.9.048.6

Increasing the accuracy of finding the coordinates of sea mines by means of kinematic design

I. S. Aftanaziv, L. I. Shevchuk, I. G. Svidrak[✉], O. I. Strogan, L. R. Strutynska

National University “Lviv Polytechnic”, Lviv, Ukraine

Article info

Received 03.02.2023

Received in revised form

06.03.2023

Accepted 07.03.2023

National University “Lviv
Polytechnic”, S. Bandera Str., 12,
Lviv, 790013, Ukraine.
Tel.: +38-066-229-50-87
E-mail: inha.h.svidrak@lpnu.ua

Aftanaziv, I. S., Shevchuk, L. I., Svidrak, I. G., Strogan, O. I., & Strutynska, L. R. (2023). Increasing the accuracy of finding the coordinates of sea mines by means of kinematic design. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 49–55. doi: 10.32718/nvlvet-f9909

The issue of demining reservoirs, rivers and sea raids and ports, which is relevant for Europe during the period of active deployment of military confrontations on its territory, is considered. Only in the maritime territorial waters of Ukraine and in the water areas of its freshwater reservoirs and rivers, during the year of the war, the enemy laid up to a thousand different mines. Demining of the Ukrainian water spaces of the sea, reservoirs and rivers is an important social and economic problem, the solution of which does not tolerate delay and waiting for the full end of hostilities. The purpose of the work is the development of principle schemes for optimizing the spatial movements of search and mine clearance vessels and the creation of algorithms for calculating the precise coordinates of the spatial location of floating, anchor and bottom mines by means of kinematic design. The research methodology was the application of the theory of mapping coordinates and trajectories of spatial movements of moving objects by means of graphic geometry, taking into account the specifics and dynamic features of kinematic design. A schematic diagram of the spatial location of search trawlers and UAVs or auxiliary search floats when searching for mines has been developed. Mathematical dependencies have also been established for the precise calculation of the coordinates of detected mines based on the data of the applied theory and kinematic design schemes. For the search for floating mines, the optimal trajectory of search movements of unmanned aerial vehicles along the Archimedean spiral is proposed. The optimal number of aircraft that search for floating mines at the same time has been determined. As one of the most effective options for the disposal of mines, their detonation with warheads dropped from an aerial liquidator drone has been proposed. The main result of the study is the creation of a methodology for calculating the refined coordinates of the search for floating, anchor and bottom mines in combination with the optimization of the trajectories of the search movements of aerial and floating search vehicles along the Archimedean spiral. This ensures not only a 25–30 % increase in surveyed and demined areas, but also a proportional saving of fuel due to a reduction in the number of crossings of search trawlers. It has been established that at speeds of spatial movements of search aircraft or auxiliary floating means of 5–5.5 m/s, using the proposed search scheme, it is possible to survey up to 6 square kilometers of sea water area every hour. At the same time, it is possible to save up to a third of the cost of expensive fuel due to the reduction of movements of the trawler boat.

Key words: search, floating, anchor or bottom mines, mine clearance, trawler boat, aircraft, drone, additional floating means, calculation, coordinates, kinematic design.

Підвищення точності пошуку координат морських мін засобами кінематичного проектування

I. С. Афтаназів, Л. І. Шевчук, І. Г. Свідрак[✉], О. І. Строган, Л. Р. Струтинська

Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

Розглянуто актуальне для Європи на період активного розгортання на її території воєнних протистоянь питання розмінування водойм, річок та морських рейдів і портів. Тільки у морських територіальних водах України та в акваторіях її прісноводних водойм і річок за рік війни ворогом встановлено до тисячі різноманітних мін. Розмінування українських водних просторів моря, водойм та річок – важлива соціальна та економічна проблема, вирішення якої не терпить зволікання та очікування на повне завершення воєнних дій. Мета роботи – розробка принципів схем оптимізації просторових переміщень пошукових розміновувальних суден та створення алгоритмів розрахунків уточнених координат просторового розташування плавучих, якірних та донних мін засобами кінематичного проектування. Методологією проведення досліджень було застосування положень теорії відображення координат та траєкторій просторових переміщень рухомих об'єктів засобами нарисної геометрії з урахуванням специфіки та динамічних особливостей кінематичного проектування. Розроблено принципіву схему просторового розташування пошукових катерів-тралівників та БПЛА або допоміжних пошукових плавучих засобів при пошуку мін. Також встановлено математичні залежності для уточненого розрахунку координат виявлених мін на підставі даних застосованої теорії та схем кінематичного проектування. Для пошуку плавучих мін запропонована оптимальна траєкторія пошукових переміщень безпілотних літальних апаратів за спіраллю Архімеда. Визначено оптимальну кількість літальних апаратів, що одночасно здійснюють пошуки плавучих мін. Як один із найдієвіших варіантів знешкодження мін запропоновано їх підірвання боєзарядами, скинутими із літального безпілотника-ліквідатора. Основним результатом дослідження є створення методики розрахунків уточнених координат пошуку плавучих, якірних та донних мін у поєднанні із оптимізацією траєкторій пошукових переміщень літальних та плавучих пошукових засобів за спіраллю Архімеда. Цим забезпечується не тільки збільшення на 25–30 % обстежених і розмінованих площ, а й пропорційна економія палива за рахунок зменшення обсягів переходів пошукових катерів-тралівників. Встановлено, що при швидкостях просторових переміщень пошукових літальних апаратів або допоміжних плавучих засобів 5÷5,5 м/с, використовуючи запропоновану схему пошуку, можна щогодинно обстежувати до 6 квадратних кілометрів акваторії моря. При цьому можна зекономити до третини витрат вартісного палива завдяки зменшенню переміщень катера-тралівника.

Ключові слова: пошук, плавуча, якірна або донна міни, розмінування, катер-тралівник, літальний апарат, дрон, додатковий плавучий засіб, розрахунок, координати, кінематичне проектування.

Вступ

Воєнні події на території України засвідчили небезпеку замінування загарбником сухопутних територій та морських і прісноводних водойм нашої держави. Вбивство та каліцтво наших військових і мирного населення, перешкоди судноплавству та морській торгівлі – ось далеко не повний перелік завданих мінуванням ворогом втрат і збитків. І якщо пошук та уточнення координат осібних мін та мінних полів на суходолах більш-менш убезпечений надійними методиками та технічними засобами, то виявлення і знешкодження морських мін і надалі залишається проблемою підвищеної складності. Обумовлено це насамперед недосконалістю наявної пошукової апаратури, спроможної із достатньо високою точністю визначити у товщах морських чи прісних вод точні координати просторового розташування плавучих, якірних, а особливо – донних мін.

Поряд з тим новітні матеріали та вибухові речовини, сучасні можливості сприйняття, опрацювання та реагування на електромагнітні, акустичні та шумові збурення морської поверхні кораблями чи підводними човнами перетворюють морське мінування на грізну зброю активного реагування. Так, сучасні донні міни можуть у потрібні моменти часу за дистанційною командою спливати на поверхню (модель MN103 – донна неконтактна міна) чи торпедувати (модель Mark 60 Captor) кораблі противника. Закономірно, що із вдосконаленням мінного озброєння вдосконалюються і технічні засоби розмінування як окремих мін, так і мінних полів. Тут безпеці людей, що знешкоджують міни, приділено особливу увагу. І як найефективніший метод захисту особового складу визнається дистанційне керування роботизованими технічними засобами розмінування. Саме тому було розроблено і впроваджено у практичне застосування дистанційно керовані безпілотні підводні розміновувальні пристрої (проект для ВМС США Proteus). Широко використовують і так звані торпедо-роботи “камі-

кадзе”, що, виявивши глибинну чи дону міну, зближуються з нею і вибухають. Вибух торпеди-робота “камікадзе” завдяки детонації або механічному ушкодженню провокує вибух глибинної міни. Тим самим нейтралізується небезпека підриву цією міною кораблів чи інших плавучих засобів.

За загальноприйнятою класифікацією морські міни, залежно від методу їх встановлення та фіксації, поділяють на плавучі, якірні та донні. На відміну від якірних та донних мін, встановлення яких неодмінно супроводжується фіксацією місць закріплення на відповідних картах мінування тої чи іншої морської акваторії, розміщення плавучих мін не фіксується і постійно видозмінюється вітрами та течіями, а також хвиловим збуренням морської поверхні. До того ж навіть виявлена, але вчасно не знешкоджена плавуча міна залишається небезпечною, оскільки не фіксується на місці виявлення і продовжує переміщатися у воді.

І саме це перетворює плавучі міни у категорію особливо небезпечних для населення берегової смуги морів та річок. А їх знешкодженню приділяють підвищену увагу. Зокрема для пошуку плавучих мін у наближених до берега ділянках морів доволі часто застосовують гелікоптери чи повітряні безпілотні літальні апарати (БПЛА) із лазерними системами сканування приповерхневих вод (Antonov, 2022). Прикладом використання такої схеми пошуку мін є застосована ВМС США база для лазерного сканування моделі Northrop Grumman MQ-8 Fire Scout.

Отже, мимоволі напрашується висновок – головне вчасно виявити міну, а сучасних засобів для її знешкодження, у тому числі й дистанційного, достатньо. Виявити її з максимальною точністю встановити координати її просторового розташування для можливості застосування автоматизованих засобів розмінування чи знешкодження виявленої міни. Тому не втрачають своєї актуальності наукові пошуки в руслі вдосконалення наявних і створення новітніх більш прогресивних методів пошуку мін та методик забезпечення високої точності координат виявлених мін.

Мета дослідження

У загальному трактуванні та сприйнятті є підвищення обороноздатності та безпеки судноплавства морських територій і прісноводних водойм України шляхом ліквідації мінних полів із плавучими, якірними та донними мінами. Конкретизована мета даної роботи – розробка принципів схем оптимізації просторових переміщень пошукових розмінювальних апаратів та суден, а також створення алгоритмів уточнених розрахунків координат морських мін засобами кінематичного проектування.

Матеріал і методи досліджень

Для вдосконалення наявних пошукових схем та методик виявлення морських мін пропонується застосування теоретичних напрацювань кінематичного проектування. Даний метод проектування дозволяє визначати миттєві координати та траєкторії просторових переміщень рухомих об'єктів. При цьому за наявності руху всіх без винятку засобів і складових проектування, а саме об'єктів проектування, “спостерігачів” та координатної площини із проектуючими променями. При цьому всі ці об'єкти проектування або частина з них можуть бути у прискореному або рівномірному русі, а рух кожного зі складових проектування незалежний від руху інших його складових (Svidrak et al., 2014; 2022). Практичне застосування теоретичних основ кінематичного проектування відкриває нові можливості у відображенні рухомих об'єктів простору, в питаннях пошуку миттєвих координат їх розташування, а за потреби – і у визначенні характеристик та складових руху (Svidrak et al., 2021; 2022).

Результати

Аналіз застосування різноманітних засобів для пошуку та знешкодження плавучих мін свідчить, що найоптимальнішим буде органічне поєднання переваг застосування морських плавучих засобів та літаючої техніки (Mosov, 2008). Наприклад, це могло б бути поєднання одночасного застосування катерів-тралівників із безпілотними літальними апаратами (БПЛА). На катері-тралівнику, наприклад, моделі ARCIS Atlas Elektronik, повинні бути облаштовані командний пункт із засобами керування пошуковими переміщеннями літальних апаратів та програмним забезпеченням розрахунків координат виявлених мін, радіолокаційна станція (РЛС) для відслідковування БПЛА, майданчик для запуску та посадки літальних апаратів і, звичайно, спорядження для дистанційного знешкодження виявлених мін руху (Lavrivskiy & Tur, 2015; Antonov, 2022). Виявлені дронами плавучі міни доцільно постійно відстежувати, а ще краще, забезпечивши безпеку для морських плавзасобів та людей, знищувати. Для цього можуть бути використаними ті ж пошукові дрони, що замість пошукової апаратури оснащені підвісними боезарядами (Kucherenko et al., 2018; Svidrak et al., 2022).

Розмінування морської акваторії від плавучих мін із використанням безпілотних апаратів здійснюють у такій послідовності. Катер-тралівник 1 із завантаженими на нього чотирма БПЛА типу “дрон”, що оснащені вищевідзначеним пошуковим обладнанням, а також вибуховими зарядами для підриву виявлених мін, заходить в центральну частину виділеної йому для пошуків мін ділянки акваторії моря. Тут він стає на якір, якщо дозволяє глибина моря, або повільно дрейфує, час від часу відкорегувавши своє місце розташування поблизу центру пошукової ділянки. В небо поточково запускають три дрони із радіолокаційною пошуковою апаратурою та спостережувальними відеокамерами.

Вилаштувані в ряд пошукові дрони переміщуються навколо катера-тралівника за спіраллю Архімеда, крок якої рівний сумарній довжині діаметрів ефектвної дії пошукової апаратури дронів. Центр спіралі Архімеда, по якій переміщуються в повітрі пошукові дрони 2, умовно облаштований на катері-тралівнику 1, а висота польоту не перевищує радіуса r ефектвної дії пошукової апаратури (рис. 1). Траєкторія руху пошукових дронів по спіралі Архімеда обрано із двох міркувань:

- дана траєкторія не допускає наявності необстежених ділянок акваторії моря;
- ця плавна траєкторія, на відміну від інших можливих, не передбачає зворотних рухів та стрімких поворотів, що не є бажаним для літальних апаратів.

Якщо прийняти за середню допустиму швидкість лету пошукових дронів швидкість $v = 5-5,5 \text{ м/с} = 18-20 \text{ км/год}$, то при радіусі півсфери ефектвного пошуку радіолокаційної апаратури $r = 50 \text{ м}$ за годину цими трьома пошуковими дронами при просторових їх переміщеннях по спіралі Архімеда буде обстежено приблизно шість квадратних кілометрів акваторії моря. У випадку виявлення будь-яким із трьох дронів плавучої міни дрони розташовуються над нею рівностороннім трикутником і використовуючи відповідну програму, уточнюють координати розташування даної міни (рис. 1). Дана програма передбачає запровадження уявної системи ортогональних просторових Декартових координат із розташуванням початку відліку координат на місці катера-тралівника 1.

Вісь x цієї системи координат уявно спрямовують в напрямку однієї із географічних сторін світу досліджуваної ділянки пошуку мін, наприклад, на південь. Перпендикулярну їй вісь y – в напрямку іншої сторони світу, наприклад, на схід. Вісь z спрямовують вгору перпендикулярно до двох інших осей. Утворена двома взаємно перпендикулярними осями x та y горизонтальна площина проєкцій цієї системи координат збігається з поверхнею моря. Напрямки осей призначають таким чином, щоб виявлена міна 3 та пошукові дрони 2 розташувались в межах першого октанту окресленого площинами проєкцій простору (рис. 1).

Встановлено на катері-тралівнику 1 радіолокаційною станцією (РЛС) визначають координати кожного із розміщених над міною дронів 2 у запровадженій системі. До цих координат належить віддаль l від РЛС до кожного із трьох пошукових дронів, а також кути нахилу уявних проектуючих променів, що про-

ходять від РЛС до кожного із дронів. На рис. 1 ці побудови позначено таким чином:

- пошукові дрони № 1-А, № 2-В та № 3-С, а їх проєкції на площину поверхні моря відповідно 1A , 1B , 1C ;
- віддаль від РЛС до пошукових дронів $l_1 = OA$; $l_2 = OB$; $l_3 = OC$;

- проєктуючі промені, що проходять від РЛС через пошукові дрони – p_1, p_2, p_3 . Їх проєкції на площину поверхні моря відповідно $^1p_1, ^1p_2, ^1p_3$;

- кути між проєктуючими променями та їх проєкціями на площину поверхні моря відповідно:

$$\varphi^\circ = p_1 \wedge ^1p_1 = OA \wedge O^1A \text{ (рис.1);}$$

$$\gamma^\circ = p_2 \wedge ^1p_2 = OB \wedge O^1B;$$

$$\delta^\circ = p_3 \wedge ^1p_3 = OC \wedge O^1C.$$

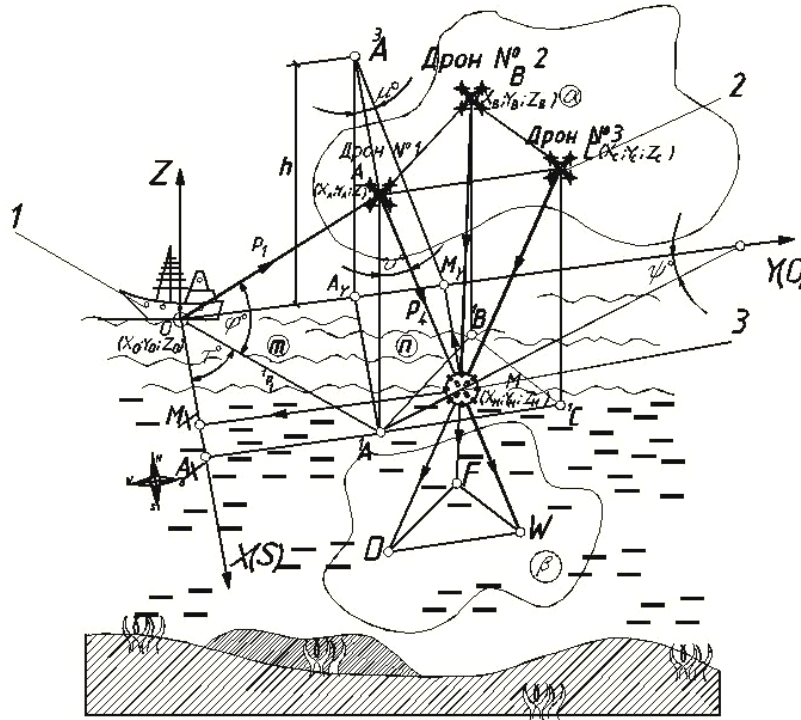


Рис. 1. Схема розрахунку координат виявленої пошуковими дронами плавучої міни

Подальші розрахунки координат розташування виявленої міни здійснюють, використовуючи відповідне програмне забезпечення. При цьому позначають утворену трьома дронами площину як базову площину $\alpha(A, B, C)$. Ця базова площина α паралельна поверхні моря і віддалена від нього на висоту $h = |\alpha \wedge ^1\Pi|$, де $^1\Pi$ – горизонтальна площина проєкцій, утворена пересіченими осями x та y .

У подальшому програмою розрахунку передбачено, що з переносних радіолокаційних станцій кожного із дронів 2 уявно проведено проєктуючі промені, що проходять безпосередньо через сам дрон та виявлену міну 3, тобто $p_4 = AM$, $p_5 = BM$, та $p_6 = CM$. Фіксують кути нахилу цих проєктуючих променів до відповідних перпендикулярів з точок A , B та C на площину моря, тобто

$$v^\circ = p_4 \wedge ^1A = AM \wedge ^1A;$$

$$\xi^\circ = p_5 \wedge ^1B = BM \wedge ^1B;$$

$$\varepsilon^\circ = p_6 \wedge ^1C = CM \wedge ^1C.$$

Нижче поверхні моря на глибині $h_1 = \frac{h}{2}$ уявно об-

лаштовують програмою розрахунків ще одну паралельну поверхні моря $^1\Pi(x, y)$ та базовій площині $\alpha(A, B, C)$ так звану “картинну” площину β . Продовжують уявні проєктуючі промені p_4, p_5 та p_6 , що проходять

від пошукових дронів 2 через виявлену міну M , до перетину із “картинною” площиною β і розраховують координати їх точок перетину, а саме

$$W(x_W, y_W, z_W) = p_4 \cap \beta // ^1\Pi;$$

$$F(x_F, y_F, z_F) = p_5 \cap \beta // ^1\Pi;$$

$$D(x_D, y_D, z_D) = p_6 \cap \beta // ^1\Pi.$$

Дві утворені проєктуючими променями p_4, p_5 та p_6 та паралельними між собою основами піраміди $MAWC$ та $MWFD$ подібні. Їх площини основ $\alpha(A, B, C)$ та $\beta(W, F, D)$ паралельні, піраміди мають спільну вершину в точці M , де розташована виявлена міна. Кути їх відповідних граней при вершині M рівні між собою, а бокові ребра одної є продовженням ребер іншої. Володіючи координатами точок A, B та C при основі верхньої піраміди $ABCM$ як даними вимірювання РЛС катера-тралівника 1 та координатами точок W, F та D при основі нижньої піраміди, як даними вимірювання радарів дронів 2, можна розрахувати шукані координати спільної вершини цих пірамід, тобто точки M як точки, у якій на даний момент розміщена виявлена плавуча міна 3.

Координати виявленої міни (точка M) у прийнятій системі координат матимуть такі розрахункові значення:

$$x_M = x_A \pm \Delta x_M = l_1 \cdot \cos \varphi \cdot \cos \tau \pm h \cdot \operatorname{tg} \nu \cdot \sin \psi = h \left(\frac{\cos \tau}{\operatorname{tg} \varphi} \pm \operatorname{tg} \nu \cdot \sin \psi \right);$$

$$y_M = y_A \pm \Delta y_M = l_1 \cdot \cos \varphi \cdot \sin \tau \pm h \cdot \operatorname{tg} \nu \cdot \cos \psi = h \left(\frac{\sin \tau}{\operatorname{tg} \varphi} \pm \operatorname{tg} \nu \cdot \cos \psi \right);$$

$$z_M = 0$$

Тут τ° – кут між $l_1 = O^1A$ та віссю x ;

ψ° – кут нахилу площини, утвореної проектуючим променем p_4 та його проекцією l_4 , до вертикальної площини проєкцій $^3П(y; z)$.

Знак “+” у вищенаведених залежностях застосовують, якщо кут ψ° гострий, і знак “-”, якщо він тупий.

Для уточнення координат виявленої міни усі розрахунки повторюють для двох інших дронів. Отже, використовуючи нескладну розрахункову програму, на підставі даних, поданих із встановленої на катері-тралівнику радіолокаційної системи та даних переносних радарів на дронах, визначають координати виявленої дронами плавучої міни.

Для ліквідації виявленої плавучої міни використовують четвертий із наявних на катері-тралівнику 1 дронів. У автоматичному тримачі цього дрона-ліквідатора встановлюють відповідний боєзаряд, вибухової речовини якого достатньо для підриву виявленої міни, і дрон-ліквідатор із боєзарядом, задавши йому розраховані координати виявленої міни, спрямовують на її ліквідацію.

За аналогічною схемою використання кінематичного проектування для уточнення координат просторового розташування розшукуваних об'єктів здійснюють і пошук якірних та донних мін. Пропоновану принципову схему пошуку якірних мін відображено на **рис. 2**. У цій схемі як пошукові пристрої використовують оснащені аналогічною пошуковою та обчислювальною апаратурою катер-тралівник та допоміж-

ний пошуковий плавучий засіб (ДПЗ), наприклад, морський моторизований катер.

Як і катер-тралівник 1, допоміжний пошуковий плавучий засіб 2 облаштований пошуковою гідроакустичною локаційною апаратурою. Виладуванням у одну лінію катеру-тралівнику та допоміжному плавучому засобу в процесі пошуку мін 3 надають переміщення по спіралі Архімеда, крок якої рівний

$$t = D + d,$$

де D та d – відповідно діаметри півсфер ефективного пошуку гідролокаційної апаратури катера-тралівника та допоміжного плавучого засобу.

Центр спіралі Архімеда, за якою переміщуються пошукові судна, умовно облаштований в центрі пошукової ділянки акваторії моря.

При пошуках якірних чи донних мін із використанням кінематичного проектування розрахунковою програмою передбачено виконання таких етапів. На першому етапі у точці A , що символізує закінчення гідроакустичної пошукової випромінюючої антени катера-тралівника 1, умовно облаштовують тривимірну ортогональну систему координат (**рис. 2**). Вісь x цієї системи координат має початок у точці A і спрямована в напрямку точки B , що символізує місце та координати облаштування другої гідроакустичної випромінюючої антени допоміжного плавучого засобу 2. Вісь “ z ” бере початок в точці A , перпендикулярна осі x і спрямована вниз у морські глибини. Вісь “ y ” теж започатковується в точці A і перпендикулярна осям “ x ” та “ z ”.

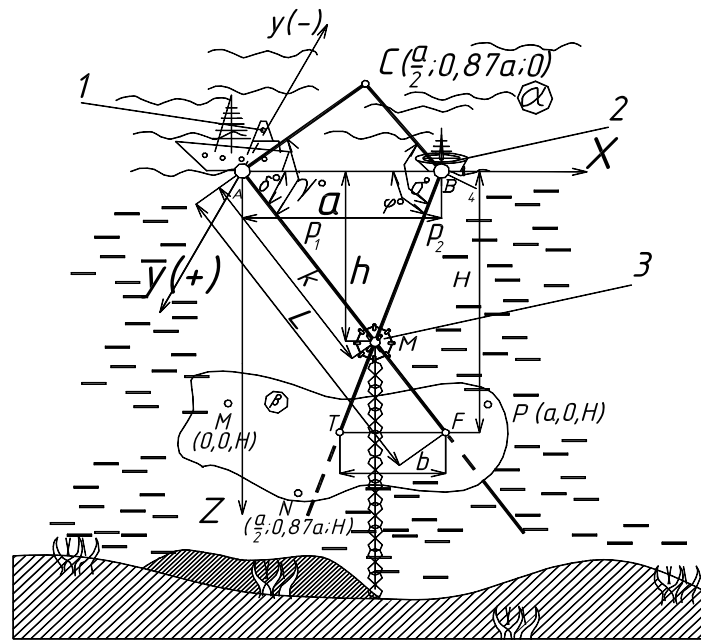


Рис. 2. Принципова схема використання кінематичного проектування для пошуку та визначення координат морських якірних мін

Спрямовані по поверхні водойми осі « x » та « y », як дві взаємно перпендикулярні прямі, утворюють так звану “базову” площину α . На віддалі a від точок A та B у площині $\alpha(x;y)$ задають допоміжну точку із координатами $C(a/2;0,87a;0)$. Задавши глибину H , що перевищує в 1,2–1,5 раза орієнтовну глибину залягання міни, на перпендикулярах до базової площини α в точках A, B та C в напрямку морських глибин встановлюють точки M, N та P . Ці три точки M, N та P задають у морських глибинах чи просторі дна “картинну” площину $\beta(N;M;P)$, яка паралельна базовій площині $\alpha(A;B;C)$ і віддалена від неї на віддаль H , тобто $H = AM = CN = BP$; $\alpha(ABC)/\beta(MNP)$ (рис. 2). Розташування “картинної” площини β є уявним і необхідним лише для розрахунків координат. Тому ця “картинна” площина може бути заданою як у товщі води, так і навіть в глибинах морського дна чи дна водойми. Це усуває небезпеку впливу на точність розрахунків координат при кінематичному проектуванні відбитих від дна водойми хибних сигналів ехолокаторів. І це є суттєвою перевагою застосування для пошуку мін засобів кінематичного проектування.

На другому етапі, увімкнувши одночасно гідроакустичні пошукові системи катера-тралівника 1 та допоміжного плавучого засобу 2, спрямовують в очікуваному напрямку розташування виявленої міни пошукові хвилі (рис. 2). На моніторах пошукових систем фіксують напрям (азимут) проектуючих променів, що проходять від кожної гідроакустичної пошукової системи через точку просторового розташування знайденої міни, та кути їх нахилу до базової площини α , тобто $\gamma = p_1 \wedge \alpha$ та $\sigma = p_2 \wedge \alpha$. Крім того для повноцінної координатної прив’язки проектуючих променів до запровадженої системи координат для кожного із проектуючих променів p_1 та p_2 визначають і кут його нахилу до лінії a , що з’єднує між собою катер-тралівник 1 та ДПЗ. Тобто $\delta = p_1 \wedge AB$, $\varphi = p_2 \wedge AB$ (рис. 2).

На третьому етапі комп’ютерна програма прораховує координати точок $F = p_2 \cap \beta$ та $T = p_1 \cap \beta$ перетину проектуючих променів p_1 і p_2 із картинною площиною β . А також визначає віддаль b між точками перетину проектуючих променів із “картинною” площиною β , тобто $b = |FT|$.

На четвертому етапі із двох подібних трикутників ΔABM та ΔFTM , утворених пересіченими променями, вираховують координати їх спільної вершини точки M . Це точка M , у якій на даний момент часу розміщена шукана міна (рис. 2). Із розв’язків вказаних трикутників визначають два вагомні для успішного пошуку міни параметри, а саме глибину розміщення міни h та віддаленість k цієї міни від катера-тралівника. Для цього використовують математичні залежності

$$k = h\sqrt{1 + (\text{Ctg}\varphi)^2}; \quad h = H\left(1 - \frac{b}{a+b}\right), \quad (1)$$

де k – віддаль від катера-тралівника до виявленої міни;

h – глибина розташування міни щодо поверхні водного плеса водойми чи моря;

H – задана віддаль від поверхні моря до “картинної” площини;

a – віддаль між катером-тралівником та ДПЗ;

b – віддаль між точками перетину проектуючих променів (азимутів) гідроакустичних пристроїв із “картинною” площиною;

φ – кут нахилу проектуючого променя (азимуту) гідроакустичного пристрою до лінії a .

Обговорення

Звичайно, як і більшість інженерних рішень, дана пропозиція щодо вдосконалення методів розмінування акваторії моря та річок має свої переваги, так і вагомні недоліки. Незаперечно – найсерйознішим із недоліків є те, що він придатний лише для мін, корпуси яких спроможні відбивати сигнали пошукової апаратури. Навіть звичайні донні міни, що тривалий час пролежали на морському чи річковому дні та вкрилися товстим шаром нанесеного течіями намулу чи піску, можуть стати “невидимими” для пошукової апаратури суден. Не меншу проблему становлять і металеві уламки конструкцій ушкоджених та затонулих кораблів, які доволі густо вкривають морське дно, особливо на традиційних шляхопроводах та рейдах. Тут зворотна ситуація – ці уламки доволі легко прийняти за металеві корпуси мін та згаяти час і технічні засоби на намагання їх “розмінувати”.

Іншим відчутним недоліком описаного методу розмінування є його критична залежність від погодних умов. Вітер із швидкістю понад 7–8 м/с, збурення хвиль висотою понад 1,5 метра, надмірна задимленість повітря, інтенсивні дощові чи снігові опади – усе це унеможливорює використання “легких” моторизованих човнів, що пропонуються для застосування як допоміжні пошукові плавучі засоби, а також дронів чи інших БПЛА.

Та є дві незаперечні переваги, які властиві методиці застосування кінематичного проектування для пошуку мін. Насамперед це повне усунення людей як від пошукових переміщень, так і від знешкодження мін. Це дуже важливо, бо процес розмінування не тільки довготривалий, а і вкрай небезпечний для команди катерів-тралівників та водолазів.

Іншою вагомою перевагою даного методу розмінування є порівняно висока продуктивність та швидкість його пошукових робіт. Широка смуга охоплення пошуковими дронами чи двома суднами досліджуваної території, їх узгоджені переміщення за спіраллю Архімеда – усе це сприяє ефективним пошуковим роботам. До того ж це усуває наявність необстежених ділянок, що доволі часто трапляється при зворотно-поступальних переміщеннях пошукових суден.

Як позитивний аспект можна констатувати зменшені як мінімум у півтора рази пошукові переміщення катера-тралівника, а відповідно і пропорційно зменшені витрати палива для роботи його привідних двигунів. Його переміщення дублюються і компенсують-

ся допоміжним пошуковим судном, яке суттєво менше споживає палива, або ж пошуковими дронами.

Висновки

1. Стрімкий розвиток науки та техніки на межі тисячоліть суттєво вдосконалив військово озброєння загалом і засоби мінування як на суші, так і на водних просторах, зокрема. Новітні можливості та технології виготовлення вибухових речовин, застосовувані для виготовлення мін сучасні матеріали, високоякісна електроніка керування моментом вибуху та інші досягнення перетворили сучасні морські міни із “пасивного очікувача” в потужних гіперактивних автономних руйнівників водних плавучих засобів.

2. Суть запропонованого методу полягає у застосуванні для пошуку плавучих мін групи безпілотних літальних апаратів типу “дрон”, результати пошуків яких зводяться до розрахунків координат виявленої плавучої міни засобами кінематичного проектування. Використання малогабаритних економних пошукових літальних апаратів усуває потребу в пошукових переміщеннях катерів-тральників. Це відчутно здешевлює пошукові роботи, підвищує їх безпеку для командного складу катерів-тральників.

3. Серед когорти можливих траєкторій переміщень додаткового пошукового судна та катера-тральника при пошуках якірних та донних морських мін рекомендовано як оптимальну траєкторію пошукових переміщень групою, наприклад, із двох вилаштованих в ряд суден по спіралі Архімеда із міжвитковим кроком, пропорційним кількості пошукових суден та радіусу ефективної дії їх пошукової апаратури.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Antonov, R. (2022). BPLA dopomozhut vyivaty nezdetonuvavshi boieprypasy [UAVs will help detect unexploded ordnance]. *Militarnyi: portal*. URL: <https://mil.in.ua/uk/news/bpla-dopomozhut-vyivlyaty-nezdetonuvavshi-boieprypasy> (in Ukrainian).

Lavrivskiy, M. Z., & Tur, N. Ye. (2015). Vykorystannia bezpilotnykh litalnykh aparativ v monitorynhu nad-zvychainykh sytuatsii u lisovii mistsevosti [The use of unmanned aerial vehicles in monitoring emergency situations in forest areas]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 258, 353–359 (in Ukrainian).

Kucherenko, Yu. F., Naumenko, M. V., & Kuznietsova, M. Iu. (2018). Analiz dosvidu zastosuvannia bezpilotnykh litalnykh aparativ ta vyznachennia napriamku yikh podalshoho rozvytku pry provedenni merezhentsentrychnykh operatsii [Analysis of the experience of using unmanned aerial vehicles and determining the direction of their further development in conducting network-centric operations]. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*, 1, 25–30. DOI: 10.30748/soivt.2018.53.03 (in Ukrainian).

Mosov, S. (2008). Unmanned reconnaissance aircraft of the countries of the world: history of creation, experience of combat use, current state, development prospects. Kyiv: RUMB.

Svidrak, I. H., Baranetska, O. R., Topchii, V. I., Shevchuk, A. O., & Halkina, N. S. (2014). Vyznachennia prostorovykh koordynat tochok panoramnoho znimannia. [Determination of spatial coordinates of points of panoramic shooting]. *Zbirnyk nauk prats MDPU im. B. Khmelnytskoho*, 2, 136–140 (in Ukrainian).

Svidrak, I. G., Aftanaziv, I. S., Shevchuk, L. I., & Strohan, O. I. (2022). Determination of coordinates of unmanned aircrafts by means of kinematic projection. *Mathematical Modeling and Computing*, 9(2), 459–469. DOI: 10.23939/mmc2022.02.459.

Svidrak, I. H., Aftanaziv, I. S., Strohan, O. I., & Shevchuk, A. O. (2021). Kinematic projection in modern technologies [Kinematychno proetsiuvannia v suchasnykh tekhnolohiiakh]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriiia “Kharchovi tekhnolohii”*, 23(96), 67–75. DOI: 10.32718/nvlvet-f9612 (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9910
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 638.166

Study on the quality of honey from different botanical sources and one regional origin

R. S. Svyatnenko✉, A. I. Marynin, S. I. Litvynchuk, V. M. Pasichnyi

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 06.02.2023
Received in revised form
06.03.2023
Accepted 07.03.2023

National University of
Food Technologies,
Volodymyrska Str., 68,
Kyiv, 01601, Ukraine.
Tel: +38 (044) 289-95-55
E-mail: Svyatnenko@i.ua

Svyatnenko, R. S., Marynin, A. I., Litvynchuk, S. I., & Pasichnyi, V. M. (2023). Study on the quality of honey from different botanical sources and one regional origin. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 56–60. doi: 10.32718/nvlvet-f9910

Research on honey is important from the standpoint of product quality and consumer protection. According to legislation in many countries, including Ukraine, honey is considered a food product and is subject to mandatory certification and labeling. Research on the physicochemical properties of honey is important for determining its quality and detecting falsification. This article is dedicated to the study of the quality of honey from various botanical and one regional source. Organoleptic and physicochemical properties of the honey were determined, as well as a comparison with a falsified sample. The results of the analysis showed that different varieties of honey have different physicochemical properties. The highest diastase number was found in buckwheat honey, while the lowest was found in linden honey. The mass fraction of sucrose was highest in buckwheat honey and lowest in sunflower honey. The water content was in the range of 18.4–21 %, with buckwheat and sunflower honey having similar values. The pH value was lowest in buckwheat honey and highest in linden honey. Research on the organoleptic properties showed that buckwheat honey has a dark brown color, pleasant aroma and taste without foreign flavors, and a viscous consistency. Sunflower honey has a golden-yellow color, bright and delicate aroma, sweet taste without foreign flavors, and a viscous consistency. Linden honey has a pale yellow color, pleasant and delicate aroma, sweet taste without foreign flavors, and a viscous consistency. Flower honey has a light brown color, pleasant aroma and taste without foreign flavors, sweet and tart, and a viscous consistency. The results of the comparison of buckwheat honey with falsified honey showed that the diastase number, mass fraction of sucrose and water, as well as the pH value in the honey were within normal range, while in the falsified sample the values of these indicators were different. These results indicate that falsified honey based on sugar syrup can be detected using physicochemical analysis. Therefore, a study of honey from various botanical and one regional origin showed that its physicochemical properties differ depending on the variety. Comparison of buckwheat honey with counterfeit honey based on sugar syrup has shown that the counterfeit can be detected by physicochemical analysis.

Key words: honey, organoleptic indicators, physicochemical indicators, counterfeit, sugar syrup.

Дослідження якості меду різних джерел ботанічного та одного регіонального походження

Р. С. Святненко✉, А. І. Маринін, С. І. Літвинчук, В. М. Пасічний

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Дослідження меду є важливим з точки зору якості продукту та захисту прав споживачів. Відповідно до законодавства багатьох країн, включаючи Україну, мед вважається харчовим продуктом і підлягає обов'язковій сертифікації та маркуванню. Дослідження фізико-хімічних властивостей меду є важливим для визначення його якості та виявлення фальсифікації. Ця стаття присвячена дослідженню якості меду різних джерел ботанічного та одного регіонального походження. У процесі дослідження були визначені органолептичні та фізико-хімічні властивості меду, а також порівняно його з фальсифікованим зразком. За результа-

тами аналізу було встановлено, що різні сорти меду мають різні фізико-хімічні властивості. Найвище діастазне число було виявлено в гречаному меді, а найнижче – в липовому. Масова частка сахарози найбільша у гречаному меді, а найменша – у соняшниковому. Масова частка води була в межах 18,4 % – 21 %, з гречаним та соняшниковим медом мають – подібні значення. Показник рН був найнижчий у гречаного меду, а найвищий – у липового. Дослідження органолептичних властивостей показало, що мед гречаний має темно-коричневий колір, присмний аромат та смак без сторонніх присмаків, в'язку консистенцію. Мед соняшниковий має золотисто-жовтий колір, яскравий та ніжний аромат, солодкий смак без сторонніх присмаків, в'язку консистенцію. Мед липовий має блідо-жовтий колір, приємний та ніжний аромат, солодкий смак без сторонніх присмаків, в'язку консистенцію. Мед квітковий має світло-коричневий колір, приємний аромат та смак без сторонніх присмаків, солодкий та терпкий, в'язку консистенцію. Результати порівняння гречаного меду з фальсифікованим показали, що діастазне число, масова частка сахарози та води, а також показник рН у меді зберігалися в межах норми, тимчасом як у фальсифікаті значення цих показників були відмінними. Ці результати свідчать про те, що фальсифікований мед на основі цукрового сиропу може бути виявлений за допомогою фізико-хімічного аналізу. Отже, дослідження меду з різних джерел ботанічного та одного регіонального походження показало, що його фізико-хімічні властивості відрізняються залежно від сорту. Порівняння гречаного меду з фальсифікованим на основі цукрового сиропу довело, що фальсифікат може бути виявлений за допомогою фізико-хімічного аналізу.

Ключові слова: мед, органолептичні показники, фізико-хімічні показники, діастазне число, фальсифікат, цукровий сироп.

Вступ

Мед є природним продуктом, який отримують з нектару квітів, зібраних бджолами. Цей продукт має багато корисних властивостей для здоров'я і високу харчову цінність, що робить його дуже популярним серед споживачів. Виробництво меду в Україні вважається досить прибутковим. Це пов'язано з тим, що попит на мед та інші продукти бджільництва в розвинених країнах перевищує пропозиції. Крім того, зростання свідомості споживачів щодо здорового способу життя та органічних продуктів сприяє збільшенню попиту на мед.

На жаль, через високий попит на мед шахраї намагаються заробити на ньому, фальсифікуючи його шляхом додавання дешевих підсолоджувачів. Ці підсолоджувачі можуть включати кукурудзяний сироп з високим вмістом фруктози, кукурудзяний цукровий сироп, інвертований цукровий сироп, тростинний цукровий сироп, пальмовий цукор, сироп з високим вмістом фруктози, інулін і т. ін. (Melnyk et al., 2022).

За даними авторів (Megherbi et al., 2009), фальсифікація меду є серйозною проблемою в харчовій та переробній індустрії і основними методами фальсифікації є додавання цукру, сиропів, води та інших речовин до натурального меду. Ці дії погіршують якість продукту та підривають довіру споживачів до виробників меду.

Крім того, фальсифікація меду призводить до недобросовісної конкуренції та збитків для законних виробників меду. Найбільш серйозним наслідком є можливість шкоди для здоров'я споживачів, оскільки мед, який містить додаткові інгредієнти, штучні добавки та консерванти, може бути шкідливим для людського організму (Devi et al., 2018).

Найчастіше для фальсифікації якості натурального меду використовують цукор (ним годують бджіл або додають у готовий мед у вигляді концентрованого сиропу). З метою фальсифікації цукор-пісок додають на початкових стадіях кристалізації меду. Через певний час мед являє собою рівномірно закристалізовану масу. Таку фальсифікацію споживачам розпізнати важко (Pascual-Mate et al., 2018).

Також для фальсифікації застосовують желатин, додаючи його до меду для підвищення в'язкості. Завдяки цьому погіршується смак і аромат, а вміст ін-

вертованого цукру та білка – підвищується (de Sousa et al., 2016).

Борошно і крохмаль використовують для збільшення кількості готового продукту. Виявити такий вид фальсифікації можна реакцією на йод (Boussaid et al., 2018).

Додавання до меду цукрової патоки погіршує органолептичні показники (запах патоки, висока в'язкість тощо), знижує вміст інвертованого цукру. Крім того, під дією деяких реагентів осідають рабінози і хлориди, які містяться у цукровій патоці. Додавання цукрової патоки можна виявити за якісною реакцією з азотистим сріблом або оцтовокислим свинцем і метиленовим спиртом (Med naturalnyi, 2007).

Автори (Melnyk et al., 2022) стверджують, що для виявлення фальсифікованого меду та домішок у меді є різні методи аналізу, які широко використовуються в харчовій промисловості. Ці методи включають в себе ЯМР, ІЧ-спектроскопію, високоефективну аніонообмінну хроматографію та диференційну скануючу калориметрію. Використання цих методів дозволяє точно виявляти наявність домішок у меді, таких як цукор, сиропи та інші добавки.

Мета дослідження

Основна мета статті полягає у дослідженні якості меду з різних джерел ботанічного та одного регіонального походження. Дослідження включає аналіз органолептичних та фізико-хімічних властивостей меду, а також порівняння його з фальсифікованим зразком.

Матеріал і методи досліджень

У рамках дослідження було проведено аналіз меду з різних джерел ботанічного походження, включаючи гречаний, соняшниковий, квітковий та липовий мед, який був придбаний у приватних пасічників з Бориспільського району Київської області. Для оцінки характеристик меду використовували стандартизовані методи дослідження. Масову частку води визначали на рефрактометрі ATAGO – PAL 22S, діастазне число меду – за стандартом ДСТУ 4497:2005 “Мед натуральний. Технічні вимоги” (Karabagias et al., 2020), рН – за допомогою рН-метра/іонміра SevenCompact pH meter S220.

Для порівняння показників між натуральним та фальсифікованим медом попередньо були підготовлені зразки фальсифікатів, отриманих шляхом годівлі бджіл цукровим та інертним сиропом.

Результати та їх обговорення

Для визначення якості меду застосовуються фізико-хімічні показники, які дозволяють отримати детальну інформацію про його склад та властивості.

Одним з головних фізико-хімічних показників якості меду є вміст вологи. Вимірювання цього параметра дозволяє виявити наявність домішок у меді, які можуть негативно впливати на його якість та тривалість зберігання. Крім того, визначення вмісту вологи є важливим кроком у гарантуванні безпеки харчових продуктів, оскільки мед з підвищеним вмістом вологи може піддатися швидшому зброджуванню та стати причиною розвитку бактеріальної мікрофлори (Chen, 2019).

Іншими важливими фізико-хімічними показниками якості меду є вміст цукрів, кислотність, мінеральний склад, активність ферментів та кольорові показники. Визначення цих параметрів дозволяє зробити висновки про поживну цінність меду, його смакові та ароматичні якості, а також про можливість використання меду для лікування та профілактики різних захворювань (Chen, 2019).

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники меду різних джерел ботанічного та одного регіонального походження

Показник	Гречаний	Соняшниковий	Квітковий	Липовий
Діастазне число, од. Готе	16,04 ± 0,35	18,05 ± 0,49	10,04 ± 0,61	8,04 ± 0,44
Масова частка сахарози, %	5,7 ± 0,15	4,7 ± 0,18	6,2 ± 0,12	3,8 ± 0,14
Масова частка води, %	18,4 ± 0,02	18,5 ± 0,04	21,2 ± 0,07	20,5 ± 0,05
Показник рН	3,3	3,5	3,8	4,0

З результатів таблиці 1 встановлено, що різні сорти меду мають різні фізико-хімічні властивості. Найвище діастазне число було виявлено в гречаному меді зі значенням 16,04 ± 0,35 одиниць Готе, тимчасом як найнижче діастазне число було виявлено в липовому меді зі значенням 8,04 ± 0,44 одиниць Готе. Масова частка сахарози найбільша у гречаному меді (15,7 ± 0,15 %), а найменша – у соняшниковому (4,7 ± 0,18 %).

Масова частка води була в межах 18,4 ± 0,02 % – 21,2 ± 0,07 %, з гречаним та соняшниковим медом мають подібні значення. Показник рН був найнижчий у гречаного меду зі значенням 3,3, а найвищий – у липового зі значенням 4,0.

Органолептичні показники – це властивості продукту, які можна оцінити за допомогою органів чуття (зір, нюх, смак, дотик) (Don & Petrussha, 2019). Для меду ці показники включають колір, аромат, смак, консистенцію та кристалізацію. Кожен вид меду має свої характеристики, що залежать від використовуваних рослин, клімату, ґрунту та інших факторів (Zlatev et al., 2018).

Діастазне число Готе є надзвичайно цінним ферментом для меду, оскільки його вміст дозволяє оцінювати якість та природність продукту. Цей фермент відповідає за розщеплення крохмалю та інших полісахаридів на дисахариди і зазвичай міститься в усіх видах меду. Діастаза взаємодіє з іншими ферментами, тому вона служить індикатором загальної кількості ферментів у меді. До того ж цей фермент є одним з найстійкіших, що дозволяє використовувати його як показник вмісту інших ферментів у меді. Наявність або відсутність діастази в меді може свідчити про якість продукту та впливати на сприйняття споживачами (Kostiuk & Dunaieva, 2015).

Показник рН є важливим фізико-хімічним показником меду, оскільки він відображає його кислотно-основну характеристику. Нормальний рівень рН для меду зазвичай перебуває в діапазоні від 3,2 до 4,5, що вказує на його слабкокисло або нейтральну природу. Зміна показника рН може бути ознакою неякісного меду або того, що він був підроблений. Наприклад, високий рівень рН може бути показником додавання цукру до меду, оскільки цукор має більш високий рівень рН, ніж мед. З іншого боку, низький рівень рН може бути показником того, що мед був перегрітий або підданий іншому виду обробки, що спричинило його кислотність (Kostiuk & Dunaieva, 2015).

Завдяки органолептичній оцінці меду можна зрозуміти, які характеристики меду є для споживачів більш привабливими, а також визначити, які види меду можуть мати більшу цінність для споживачів.

Результати досліджень органолептичних показників меду різного походження наведені в таблиці 2.

Встановлено, що мед гречаний має темно-коричневий колір, приємний аромат та смак без сторонніх присмаків, в'язку консистенцію. Мед соняшниковий має золотисто-жовтий колір, яскравий та ніжний аромат, солодкий смак без сторонніх присмаків, в'язку консистенцію. Мед липовий має блідо-жовтий колір, приємний та ніжний аромат, солодкий смак без сторонніх присмаків, в'язку консистенцію. Мед квітковий має світло-коричневий колір, приємний аромат та смак без сторонніх присмаків, солодкий та терпкий, в'язку консистенцію.

Наступним етапом дослідження було порівняння гречаного меду з фальсифікованим на основі цукрового сиропу. Отримані результати наведені в таблиці 3.

Таблиця 2

Органолептичні показники меду різного походження

Найменування показника	Вид меду			
	Гречаний	Соняшниковий	Липовий	Квітковий
Колір	Темно-коричневий	Золотисто-жовтий	Блідо-жовтий	Світло-коричневий
Аромат	Без сторонніх запахів, приємний	Без сторонніх запахів, яскравий	Без сторонніх запахів, яскравий, ніжний	Без сторонніх запахів, приємний, ніжний
Смак	Без сторонніх присмаків, приємний	Без сторонніх присмаків, приємний, солодкий	Без сторонніх присмаків, приємний, солодкий, ніжний	Без сторонніх присмаків, солодкий, терпкий
Консистенція	В'язка	В'язка	В'язка	В'язка
Кристалізація	Присутня	Присутня	Присутня	Присутня

Таблиця 3

Порівняння фізико-хімічних показників гречаного меду з фальсифікованим на основі цукрового сиропу

Показник	Гречаний	Фальсифікат на основі цукрового сиропу
Діастазне число, од. Готе	17,2 ± 0,24	15,3 ± 0,18
Масова частка сахарози, %	5,8 ± 0,12	7,54 ± 0,14
Масова частка води, %	17,4 ± 0,02	20,1 ± 0,02
Показник рН	3,5	4,0

Дослідження гречаного меду показало, що його діастазне число становить $17,4 \pm 0,24$ одиниць Готе, масова частка сахарози – $5,8 \pm 0,12$ %, масова частка води – $17,4 \pm 0,02$ % та показник рН – 3,5. У фальсифікаті на основі цукрового сиропу було виявлено діастазне число – $15,3 \pm 0,18$ одиниць Готе, масову частку сахарози – $7,54 \pm 0,14$ %, масову частку води – $20,1 \pm 0,02$ %, та показник рН – 4. Масова частка сахарози та води у фальсифікаті перевищує допустимі рівні, що може свідчити про його неякісне виготовлення або наявність незадекларованих складових.

Висновки

Отримані результати свідчать про те, що фізико-хімічні показники меду залежать від його сорту та властивостей. Наприклад, гречаний мед містить більше сахарози та має менше масову частку води порівняно з іншими видами меду, що може пояснювати його більш насичений смак.

Враховуючи результати дослідження органолептичних показників меду різного походження, можна зробити висновок, що органолептичні характеристики кожного з чотирьох видів меду відповідають вимогам ДСТУ 4497:2005 “Мед натуральний. Технічні Умови”.

З результатів досліджень гречаного меду та його фальсифікату було встановлено, що якість оригінального меду відповідає встановленим стандартам, а фальсифікат містить недопустимі рівні масової частки сахарози та води, що може свідчити про його неякісне виготовлення або наявність незадекларованих складових.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G., & Hamdi, S. (2018). Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arabian Journal of Chemistry*, 11(2), 265–274. DOI: 10.1016/j.arabj.2014.08.011.
- Chen, C. (2019). Relationship between water activity and moisture content in floral honey. *Foods*, 8(1), 30. DOI: 10.3390/foods8010030.
- de Sousa, J. M. B., de Souza, E. L., Marques, G., de Toledo Benassi, M., Gullón, B., Pintado, M. M., & Magnani, M. (2016). Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 645–651. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.08.058.
- Devi, A., Jangir, J., & Anu-Appaiah, K. A. (2018). Chemical characterization complemented with chemometrics for the botanical origin identification of unifloral and multifloral honeys from India. *Food Research International*, 107, 216–226. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.02.017.
- Don, I., & Petrusa, Yu. (2019). Fyzyko-khimichni pokaznyky yakosti riznykh sortiv medu. *Mystetstvo naukovoï dumky*, 7, 46–49 (in Ukrainian).
- Karabagias, I. K., Maia, M., Karabournioti, S., Gatzias, I., Karabagias, V. K., & Badeka, A. V. (2020). Palynological, physicochemical, biochemical and aroma fingerprints of two rare honey types. *European Food Research and Technology*, 246(9), 1725–1739. DOI: 10.1007/s00217-020-03526-8.
- Kostiuk, O. M., & Dunaieva, O. V. (2015). Avtomatyzovanyi metod vyznachennia diastaznoho chysla medu. *Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (KhKhII Karyshynski Chytannia). Metodyka navchannia pryrodnychkyh dystsyplin u serednii ta vyshchii shkoli*, 108–110 (in Ukrainian).

- Med naturalnyi (2007). Tekhnichni vymohy: DSTU 4497:2005. [Chynnyi vid 28-01-2005]. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (Natsionalni standarty Ukrainy) (in Ukrainian).
- Megherbi, M., Herbreteau, B., Faure, R., & Salvador, A. (2009). Polysaccharides as a marker for detection of corn sugar syrup addition in honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(6), 2105–2111. DOI: 10.1021/jf803384q.
- Melnyk, O. P., Shevchenko, O. Yu., Marynin, A. I., & Litvynchuk, S. I. (2022). Falsyfikatsiia medu i metody yii vyiv-lennia. *Naukovi pratsi NUKhT*, 28(5), 54–64 (in Ukrainian).
- Pascual-Mate, A., Oses, S. M., Fernandez-Muino, M. A., & Sancho, M. T. (2018). Methods of analysis of honey. *Journal of Apicultural Research*, 57(1), 38–74. DOI: 10.1080/00218839.2017.1411178.
- Zlatev, Z., Taneva, I., Baycheva, S., & Petev, M. (2018). A comparative analysis of physico-chemical indicators and sensory characteristics of yogurt with added honey and bee pollen. *Bulg. J. Agric. Sci*, 24, 132–144.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9911
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 663.05:664.934

Improvement of poultry meat marinated semi-finished product technology

I. Simonova[✉], B. Halukh, U. Drachuk, I. Basarab

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 08.02.2023
Received in revised form
08.03.2023
Accepted 09.03.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, 79010,
Lviv, Ukraine.
Tel: +38-096-484-69-91
E-mail: ira.markovuch@gmail.com

Simonova, I., Halukh, B., Drachuk, U., & Basarab, I. (2023). Improvement of poultry meat marinated semi-finished product technology. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 61–68. doi: 10.32718/nvlvet-f9911

This article focuses on the improvement of technology for marinated semi-finished products made from poultry meat. The production of marinated meat semi-finished products is gaining consumer preference, as they differ not only in sensory characteristics but also have an extended shelf life. The article presents the results of research on semi-finished products made from poultry meat marinated with blackthorn (*Aronia melanocarpa*). The use of natural plant-based ingredients in the marinades for poultry meat semi-finished products is becoming increasingly popular among consumers. This allows preserving not only their main characteristics but also expanding the range of new products. Blackthorn serves as the raw material for such marinades. It contains numerous polyphenolic components that contribute to its high bioactivity. The dark-blue color of blackthorn fruits is due to a high concentration of anthocyanins. Blackthorn contains the highest amounts of chlorogenic and neochlorogenic acids, which affect the breakdown of peptide bonds in the protein cells of meat, leading to the tenderization of muscle fibers and improving their sensory attributes after thermal processing. The recipes also include aromatic additives such as savory, juniper, and sage. The scientific study conducted research on the sensory characteristics of marinades. It was found that each experimental sample of marinades based on blackthorn fruit juice exhibited high sensory attributes. The antioxidant activity of blackthorn fruit and aromatic plants was confirmed through studies of acidity and peroxide values, which were determined in poultry meat semi-finished products marinated with blackthorn fruit juice. The studied products included chicken wings, marinated chicken fillet for kebab, and chicken drumsticks. The storage period of the meat semi-finished products was determined to be 15 days at temperatures of 0–4 °C, which was twice as long compared to the control. The paper presents research on the safety indicators of poultry meat semi-finished products during storage, specifically after 15 days of storage at temperatures of 0–4 °C. Microbiological indicators were determined. The obtained results testify to the effectiveness of the proposed technology of marinating meat semi-finished products from poultry meat and its advantages in comparison with standard methods. Improvement of the technology will contribute to the development and expansion of the assortment of marinated meat products on the market, satisfying the needs of consumers for high-quality and safe food products with increased organoleptic indicators.

Key words: poultry meat semi-finished products, marinade, blackthorn fruit, technology, recipe, research.

Удосконалення технології маринованих напівфабрикатів з м'яса птиці

I. I. Сімонова[✉], Б. І. Галух, У. Р. Драчук, І. М. Басараб

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У статті розглядається удосконалення технології маринованих напівфабрикатів з м'яса птиці. Вподобання споживачів завоюють мариновані м'ясні напівфабрикати, оскільки вони відрізняються не тільки за органолептичними показниками, а й мають подовжений термін зберігання. У статті наведено результати досліджень напівфабрикатів з м'яса птиці у маринадах на основі соку плодів горобини чорноплодної (*Aronia melanocarpa*). Використання натуральної рослинної сировини у складі маринадів для напівфабрикатів з м'яса птиці набуває все більшої популярності серед споживачів. Це дозволяє зберегти не тільки їхні основні

характеристики, а й розширити асортимент нових продуктів. Такою сировиною виступає чорноплідна горобина. Вона містить багато поліфенольних компонентів, що зумовлюють її високу біоактивність. Темно-синій колір плодів чорноплідної горобини зумовлений високою концентрацією антоціанів. Чорноплідна горобина містить найбільше хлорогенової та неохлорогенової кислоти, що впливає на розщеплення пептидних зв'язків у білкових клітинах м'яса і призводить до розм'якшення м'язових волокон, поліпшення його органолептичних показників після термічної обробки. З пряно-ароматичних добавок у рецептурах використано рослині компоненти чебрецю, ялівцю, шавлії. У науковій роботі проведено дослідження органолептичних показників маринадів. Встановлено, що кожен дослідний зразок маринадів на основі соку плодів горобини чорноплідної характеризується високими органолептичними показниками. Антиоксидантну активність горобини чорноплідної та пряно-ароматичних рослин підтверджено дослідженнями кислотного та перекисного чисел, які визначали у м'ясних напівфабрикатах з м'яса птиці у маринаді, а саме: крильця курячі, філе куряче для шашлика та гомілок курячих. Встановлено терміни зберігання м'ясних напівфабрикатів: 15 діб за температури 0–4 °С, що удвічі більше порівняно з контролем. У роботі наведено дослідження напівфабрикатів з м'яса птиці за показниками безпеки впродовж зберігання, зокрема після 15 діб зберігання при температурі 0...4 °С. визначили мікробіологічні показниками. Отримані результати свідчать про ефективність запропонованої технології маринування м'ясних напівфабрикатів з м'яса птиці та її переваги порівняно зі стандартними методами. Удосконалення технології сприятиме розвитку та розширенню асортименту маринованих м'ясних продуктів на ринку, задовольняючи потреби споживачів у якісних та безпечних харчових продуктах з підвищеними органолептичними показниками.

Ключові слова: напівфабрикати з м'яса птиці, маринад, горобина чорноплідна, технологія, рецептура, дослідження.

Вступ

На теперішній час активного попиту набуває споживання напівфабрикатів з м'яса птиці не тільки в Україні, а й за кордоном (Basarab et al., 2019). Виробники охолоджених м'ясних напівфабрикатів шукають шляхи для розширення асортименту і виходу на нові ринки збуту своєї продукції. М'ясо птиці користується великим попитом серед споживачів в Україні. Так, виробниками охолоджених напівфабрикатів з м'яса птиці стають не тільки потужні харчові підприємства, а й супермаркети, невеликі магазини і маленькі цехи з виробництва напівфабрикатів. Все більше коло споживачів завойовують мариновані м'ясні напівфабрикати, оскільки вони відрізняються не тільки за органолептичними показниками, а й мають подовжений термін зберігання (Drachuk et al., 2018).

Варто зазначити, що при виробництві маринованих напівфабрикатів використання харчових добавок у складі рецептур маринадів спрямовано на поліпшення технологічних, органолептичних показників, а також збільшення термінів придатності. Проте до переліку основних складових маринадів для напівфабрикатів входять оцтова кислота, харчові барвники, добавки і згущувачі, переважна більшість з яких є синтетичними, що впливає на зміну смаку та аромату. З огляду на це – з метою гарантування безпечності готового харчового продукту, підвищення його харчової і біологічної цінності зокрема, є необхідність зменшення використання синтетичних добавок. Основний харчовий підкислювач, який часто використовують для маринування м'яса у всьому світі замість оцтової кислоти, є лимонний сік (Kumar et al., 2017). Він містить до 10 % лимонної кислоти, L-аскорбінової кислоти, цукру, білки, клітковину, а також вітаміни групи В, β-каротини, макро- і мікроелементи, біологічно активні речовини, ефірні олії (переважно лімонен), біофлавоноїди, пектини та фітонциди (Klimek-Szczykutowicz et al., 2020).

Споживачі зазвичай додають маринад у м'ясо шляхом занурення і забезпечення проникнення маринаду через дифузію за певний проміжок часу.

Аналіз наукових публікацій вказує на тенденцію до використання натуральної рослинної сировини у різних галузях харчової промисловості. Це дозволяє

зберегти не тільки основні характеристики м'ясних напівфабрикатів, а й збагатити їхній хімічний склад. Маринади на основі натуральної рослинної сировини також можуть бути використані для поліпшення стабільності готових виробів за мікробіологічними показниками, в результаті чого збільшується його термін придатності (Yusop et al., 2011). Останнім часом сік, отриманий з деяких фруктів, використовували як маринад для поліпшення якості м'яса (Susanti et al., 2018). Використання маринаду, що містить природні кислоти, призводить до пом'якшення жорсткого м'яса. Маринування потрібно здійснювати впродовж 6–24 годин. Протягом цього часу кислота маринаду розщеплює пептидні зв'язки в білкових клітинах м'яса. У процесі маринування змінюється рН м'яса, вологотримуюча здатність, м'якість, знижується втрата маси під час термічної обробки і покращується колір м'яса (Guo et al., 2020).

Асортимент маринованих м'ясних продуктів можна розширити за рахунок використання сировини, що містить антиоксиданти, тим самим збільшуючи його термін придатності і забезпечити вихід продукції на інші ринки збуту (Wideman et al., 2016; Mushtruk et al., 2020).

Відомо, що під час зберігання якісні показники продукту погіршуються внаслідок окислення ліпідів і зростання чисельності мікроорганізмів. Окиснення ліпідів призводить до зниження якості, рівня поживних речовин, а також погіршення смаку.

Мікробіологічне забруднення може спричинити серйозні загрози здоров'ю людини через харчові отруєння, що трапляються при споживанні таких продуктів. Таким чином, застосування відповідних складників, які мають як антиоксидантну, так і протимікробну дію, може бути корисним для збереження якості м'яса, продовження терміну зберігання та запобігання економічним втратам (Aguirrežabal et al., 2000; Yin & Cheng, 2003).

Ряд авторів описують використання екстрактів різних видів рослин у технології м'ясних продуктів (Wu et al., 2006; Shan et al., 2007).

Деякі дослідники стверджують, що фенольні сполуки, які містяться в спеціях, травах і ягодах можуть відігравати важливу роль як компоненти з антимікробною дією (Hara-Kudo et al., 2004).

У вітчизняних наукових публікаціях відсутні дані щодо використання плодів горобини чорноплідної (*Aronia melanocarpa*) у технології маринадів для м'яса. Варто додати, що плоди горобини чорноплідної багаті на поліфеноли, включаючи проціанідини, кверцетин, вітаміни та особливо антоціани (Overall et al., 2017). Поліфенольні сполуки мають широкий спектр біологічної дії, включаючи антибактеріальну, протизапальну, протиалергічну, гепатопротекторну, антитромботичну, протівірусну, антиканцерогенну, кардіопротекторну та судинорозширювальну дію (Benhammou et al., 2009).

Тому розробка технології маринадів на основі натуральної рослинної сировини, зокрема горобини чорноплідної, є актуальною і потребує подальших досліджень.

Мета дослідження

Метою роботи було встановити можливість використання плодів горобини чорноплідної у складі нових видів маринадів для виробництва напівфабрикатів з м'яса птиці.

Матеріал і методи досліджень

При проведенні досліджень застосовували органолептичні методи за ГОСТ 8756.1-79, а саме проведено органолептичну оцінку маринадів за показниками: зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенція. Оцінювання зразків здійснювали за 5-бальною шкалою. Кожен показник має 5 ступенів якості, виражених у балах: 5 – відмінна якість, 4 – добра якість, 3 – задовільна якість, 2 – незадовільна якість, 1 – погана якість.

Вимірювання рН зразків здійснювали при кімнатній температурі (25 °С) за допомогою цифрового рН-метра.

Кислотне число є важливим показником якості харчових продуктів і нормується усіма державними стандартами та технічними умовами. Кислотне число (X_2) в мг КОН обчислювали за формулою 1:

$$X_2 = \frac{V \times K \times 5,61}{m} \quad (1)$$

де: V – об'єм 0,1 моль/л розчину гідроксиду калію або гідроксиду натрію, витраченого на титрування, мл;

K – поправка до розчину лугу для перерахунку на точний 0,1 моль/л розчин;

5,61 – кількість гідроксиду калію, що міститься в 1 мл 0,1 моль/л розчину;

m – маса наважки, г.

Перекисне число (N_p) розрахувати за формулою 2:

$$N_p = (V_d - V_k) \cdot f \quad (2)$$

де: ($V_d - V_k$) – різниця результатів титрування, дослідної та контрольної проб відповідно 0,005 моль/л розчином $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, мл;

f – поправочний коефіцієнт на титр 0,005 моль/л розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Для визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМА-

ФАНМ) кожен відібраний для дослідження зразок м'яса звільняють від видимої жирової і сполучної тканини і вносять на 2–3 хв у етиловий спирт та обпалюють з поверхні. Стерильними ножицями вирізують шматочки розміром $2 \times 1,5 \times 2,5$ см і ретельно подрібнюють для виготовлення середньої проби. Потім відважують 1,0–2,0 г подрібненої проби і заливають 9,0–8,0 см³ ізотонічного розчину натрію хлориду та гомогенізують за допомогою електричного гомогенізатора або розтирають у стерильній ступці зі стерильним піском. З отриманої суспензії м'яса стерильною піпеткою відбирають 0,5 см³ і вносять у пробірку із 9,5 см³ ізотонічного розчину натрію хлориду (при цьому отримують розведення 1:10). У стерильні чашки Петрі вносять по 0,5 см³ суспензії: у першу чашку – нерозведеної, а у другу – розведеної у співвідношенні 1:10 суспензії. Далі згідно із загальноприйнятою методикою у чашки Петрі заливають розплавленого і охолодженого до 45 °С 10–15 см³ МПА, перемішують шляхом обережного похитування чашкою та ставлять на рівну поверхню для застигання. Після цього на поверхню застиглої середовища МПА наливають 4–5 см³ агару. Посіви ставлять у термостат на 72 год за температури 30 °С і підраховують кількість колоній, що виростили на середовищі. Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів у 1 г м'яса визначають, перемноживши кількість колоній на 36 розведення. За кінцевий результат приймають середнє арифметичне, одержане в усіх чашках Петрі.

Результати та їх обговорення

Плоди чорноплідної горобини – цінна рослинна сировина, що дозволяє не тільки поліпшити якість готових виробів, а й задовольнити організм людини у поживних речовинах. Її склад і корисність залежить від багатьох факторів, наприклад сорту, стиглості, екологічних і кліматичних умов (Jakobek et al., 2007).

Чорноплідна горобина містить багато поліфенольних компонентів (антоціани, флавоноли, проантоціанідини та фенольні кислоти), що зумовлюють її високу біоактивність.

Темно-синій колір плодів чорноплідної горобини зумовлений високою концентрацією антоціанів, які включають ціанідин 3-глюкозид, 3-галактозид, 3-ксилозид і 3-арабінозид. Невелика частка антоціанів припадає на пеларгонідин-3-галактозиду і пеларгонідин-3-арабінозид (Denev et al., 2012). Флавоноли чорноплідної горобини – це різноманітна група сполук, які в основному складаються з похідних кверцетину. Основними похідними кверцетину в чорноплідній горобині є: кверцетин-3-глюкозид, 3-галактозид, 3-рутинозид, 3-робінобіозид і 3-віціанозид. Чорноплідна горобина містить флавоноли у вигляді ізорафнетин 3-галактозиду, 3-глюкозиду, 3-неогесперидозиду і 3-рутинозид; мірицетин і кемферол 3-галактозид і 3-глюкозид. Біологічні і хімічні властивості проантоціанідинів залежать від їх структури, зокрема молекулярної маси і виражається як ступінь полімеризації.

Чорноплідна горобина містить найбільше хлорогенової та неохлорогенової кислот, а також крипто-

хлорогенову кислоту, р-кумарову кислоту та її похідні, кавову кислоту та її похідні, протокатехінову, ванілінову, ферулову, саліцилову, сиригінгову, 4-гідроксibenзойну та елагову кислоти.

Маринад з горобини чорноплідної готували у лабораторних умовах кафедри технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. Перед використанням плоди горобини чорноплідної промили, просушили і подрібнили на м'ясорубці, для експерименту використовували сік з плодів горобини. З метою знезараження патогенної мікрофлори сік пастеризували при температурі 80 °С впродовж 10 хв. Для приготування маринаду додали

олію соняшникову, сіль, цукор, лимонну кислоту. Щоб не допустити мікробіологічного обмінення маринадів, перед використанням прянощів їх піддали нагріванню парою.

До складу рецептур маринадів входить сік плодів горобини чорноплідної у кількості 60 кг на 100 кг. Сік отримували за допомогою попереднього заморожування плодів, їх розморожування і пресування. Такий підхід дозволяє отримати більше соку з плодів, оскільки відбувається їх розм'якшення та збільшується вихід. Під час приготування маринаду на їхній основі покращуються консистенція та зовнішній вигляд, просочування м'яса маринадом (рис. 1, 2).



Рис. 1. Фото маринаду на основі соку плодів чорноплідної горобини, отриманого без заморожування сировини



Рис. 2. Фото маринаду на основі соку плодів чорноплідної горобини, отриманого із заморожуванням сировини

З пряно-ароматичних рослин до рецептур маринадів входять чебрець (зразок № 1), шавлія (зразок № 2), ялівець (зразок № 3) подрібнені. У всіх дослідних зразках присутні перець чорний, кардамон мелений. Для надання готовим виробам рум'яної кірочки кількість цукру рекомендовано використовувати 2,4 кг на 100 кг. Щоб поліпшити органолептичні показники маринадів та зберегти відповідний рН, ми рекоменду-

ємо використовувати лимонну кислоту у кількості 0,1 кг на 100 кг сировини.

Нами проведено органолептичне дослідження маринадів. Для контрольного зразка використано маринад до курки ТМ "Верес". Результати органолептичної оцінки якості виражено в балах, серед показників оцінювали зовнішній вигляд, смак і запах, консистенцію. Для наглядного сприйняття результати досліджень оформлено у вигляді профілограми (рис. 3).

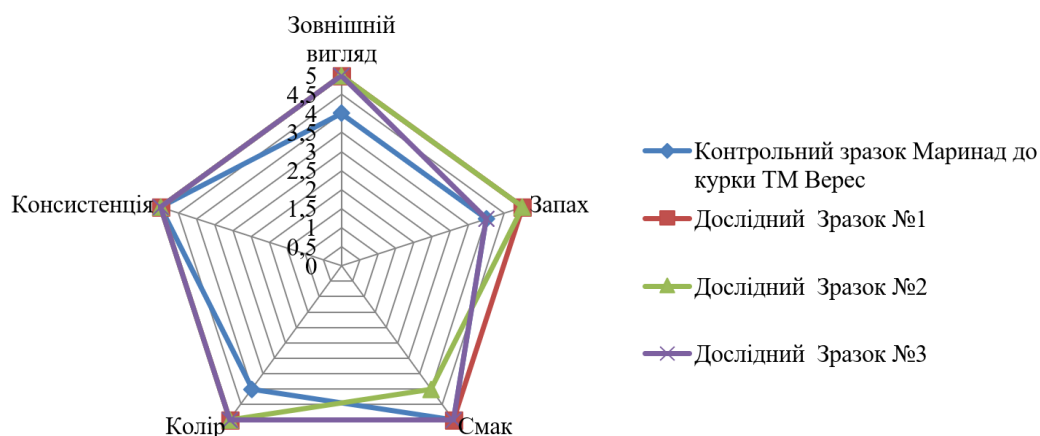


Рис. 3. Профілограма органолептичних показників дослідних зразків маринадів

Кожен дослідний зразок маринадів на основі соку плодів горобини чорноплідної характеризувався вищими органолептичними показниками порівняно з контролем. Через насичений колір вмісту прянощів не помітно, проте на запах вони відчутні, найкраще від-

чувається шавлія у дослідному зразку № 3. Запах ялівцю губиться серед ароматів інших рецептурних компонентів маринаду.

Отже, за результатами органолептичної оцінки якості запропоновані дослідні зразки маринадів на

основі соку плодів горобини чорноплідної, що характеризуються високими смаковими якостями.

Для виготовлення дослідних зразків використано м'ясо птиці фермерського господарства "Улар", а саме крило куряче, філе і гомілки, оскільки саме ці м'ясні напівфабрикати користуються найбільшим

попитом у споживачів. На [рисунок 4, 5](#) зображено дослідні зразки до та після термічної обробки. Контроль – напівфабрикат у маринаді "Крила курячі", які уже є на ринку.

Відомості щодо рецептур напівфабрикатів з м'яса птиці наведено у [таблиці 1](#).

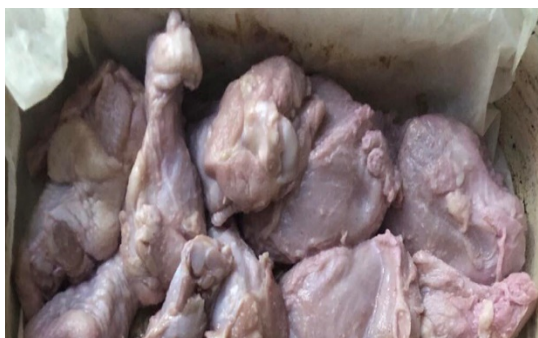


Рис. 4. Зображення зразка № 3 ("Гомілки курячі") до термічної обробки



Рис. 5. Зображення зразка № 3 ("Гомілки курячі") після термічної обробки

Таблиця 1

Рецептури дослідних зразків

Назва сировини	Напівфабрикат "Крила курячі" Зразок № 1	Напівфабрикат "Філе для шашлику" Зразок № 2	Напівфабрикат "Гомілки курячі" Зразок № 3
	кг на 100 кг		
Крила курячі	100	-	-
Філе куряче	-	100	-
Голінки курячі	-	-	100
Маринад, кг на 100 кг			
Вода	32,1	32,1	32,1
Сік плодів горобини чорноплідної	60	60	60
Сіль кухонна	5	5	5
Цукор	2,4	2,4	2,4
Лимонна кислота	0,1	0,1	0,1
Перець чорний	0,2	0,2	0,2
Чебрець	0,4	-	-
Ялівець	-	-	0,4
Шавлія	-	0,4	-
Кардамон	0,2	0,2	0,2

Напівфабрикати з м'яса птиці розфасовано у споживчу тару, в яку заливали маринадом у пропорції між напівфабрикатами і маринадом 2:1 та запакували під вакуумом. Використання даного пакування має певні переваги, а саме він щільно прилягає до продукту, подовжує термін зберігання і має привабливий зовнішній вигляд. Напівфабрикати відправлено на охолодження до температури 0–1 °С, до досягнення в товщі продукту 0–4 °С. Далі продукт закладають на зберігання для реалізації.

Вакуумне пакування вважається одним із перспективних видів пакування. Воно дає позитивний ефект за умов раціонального використання і збуту готової продукції. М'ясні напівфабрикати довше залишаються свіжими і зберігають відповідну харчову цінність. Продукція, упакована під вакуумом, захищена від псування, втрати вологи, потрапляння сторонніх ароматів, має привабливий зовнішній вигляд.

pH м'яса має особливе значення при його обробці, безпосередньо впливаючи на термін зберігання, колір і якість м'яса. Витримування м'яса в маринадах впливало на значення pH, яке залежить як від типу витримування в маринаді, так і від часу зберігання, зокрема при температурі охолодження 4 °С. З даних, наведених на [рисунок 6](#), можна побачити зниження значень pH у перші дні зберігання як у контрольного, так і в дослідних зразків. Найнижче значення pH було досягнуто у зразків, маринованих у базовому маринаді, що складається з соку плодів горобини чорноплідної, перцю і солі з додаванням чебрецю (зразок 1) протягом 5 днів зберігання у вакуумній упаковці після закінчення процесу маринування. Найвище значення pH було досягнуто у контрольному зразку після 15 днів (pH 6,1). Вакуумна упаковка також забезпечує збереження низьких значень pH. Вочевидь, причинами зростання pH є розпад органічних кислот, молоч-

ної та оцтової кислот, накопичених в м'язовій тканині.

Виробник пропонує зберігати напівфабрикат "Крила курячі", що використано за контроль, за температури 0–4 °С не більше ніж 168 год. Для визначення впливу маринадів на основі горобини чорноплідної та встановлення терміну придатності нових видів напівфабрикатів з м'яса в процесі зберігання проведено дослідження напівфабрикатів на показники кислотного числа, перекисного числа та мікробіологічні показники. Дослідження проводили після виробництва на першу добу, після 5, 10 та 15 днів зберігання.

Окиснення ліпідів зазвичай розпочинається в субклітинних мембранах у фракції високоненасичених фосфоліпідів. Здатність до окислення ненасичених жирних кислот спричиняє згіркнення і погіршення кольору м'яса. Зміни якості напівфабрикатів з м'яса

птиці відбуваються за взаємопов'язаними напрямками – окисні, мікробіологічні й фізичні процеси. Тому нами досліджено зміни показників окиснення жиру та мікробіологічні показники дослідних напівфабрикатів під час зберігання.

Під час зберігання відбувається гідролітичний розпад, глибина якого визначається вмістом вільних жирних кислот і характеризується величиною кислотного числа.

У курячому філе, запакованому під вакуумом під час проведення досліджень, кислотне число було нижчим, ніж у контролі, і становило на 5 добу зберігання у курячих крилах – $2,7 \pm 0,01$ мг КОН/г, у курячому філе – $2,3 \pm 0,02$ мг КОН/г, курячих гомілках – $2,7 \pm 0,01$ мг КОН/г на 10 добу та $2,8 \pm 0,02$ мг КОН/г, на 15 добу – $4,0 \pm 0,01$ та $4,7 \pm 0,01$ (рис. 7).

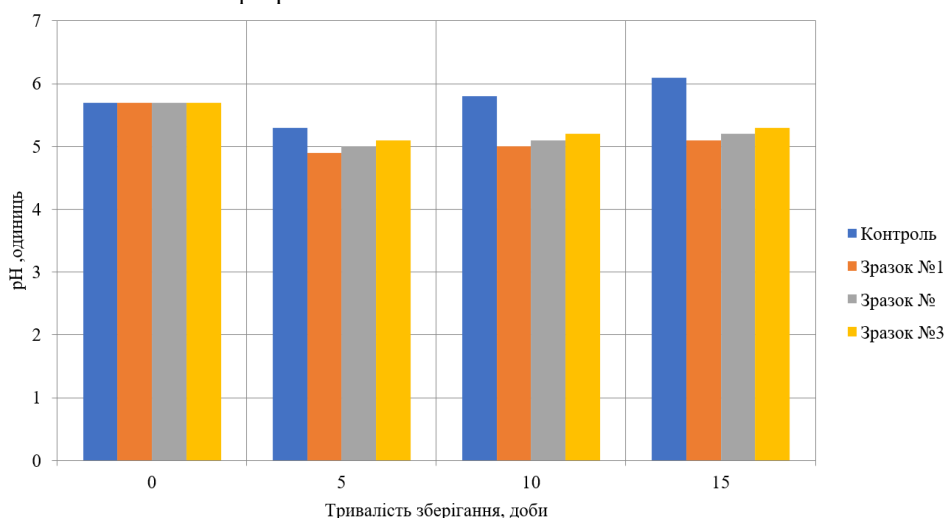


Рис. 6. Зміна значень рН напівфабрикатів з м'яса курятини у маринаді з горобини чорноплідної під час зберігання

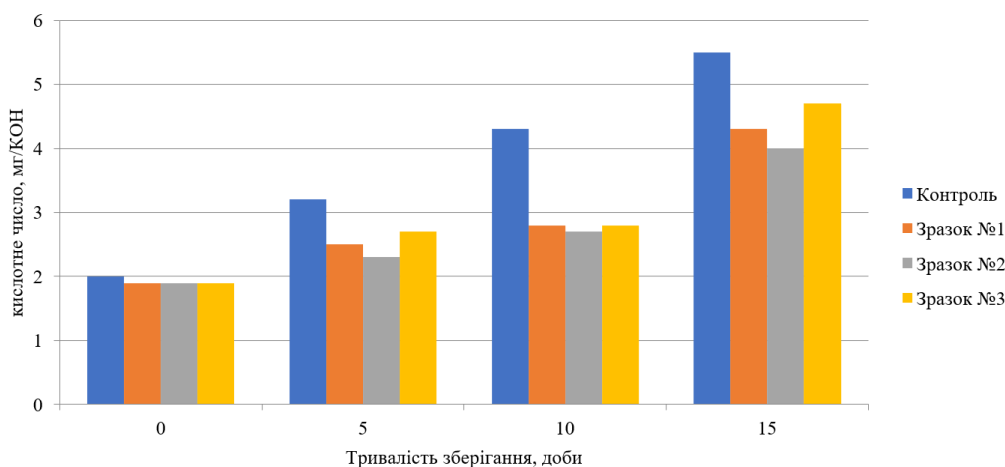


Рис. 7. Кислотне число напівфабрикатів з м'яса птиці, мг, КОН

Експериментально встановлено, що перебіг окиснювальних процесів у контрольному зразку проходить інтенсивніше. Дослідні зразки напівфабрикатів з м'яса птиці зберігають свої якісні показники, а їхнє перекисне число після 5 днів зберігання було на 60 % нижчим, після 10 днів – на 50 % нижчим і після 15 днів зберігання – в середньому на 30 % нижчим порівняно

з контролем. Під час збільшення перекисного числа жиру у напівфабрикатах з'являються ознаки прогіркнення смаку і неприємного запаху. Зміни перекисного числа жиру досягають максимальних показників, за якими можна підтвердити псування виробів після 15 днів зберігання за температури 0...4 °С у всіх дослідних зразках. При використанні вакуумного пакування

інтенсивність росту перекисного числа була неоднаковою. Зокрема, через 5 діб зберігання в холодильних умовах значення перекисного числа становило $0,05 \pm 0,01 \% J_2$ в контрольному зразку, а через 10 діб – $0,08 \pm 0,02 \% J_2$, після 15 діб – $0,12 \pm 0,02 \% J_2$. Пере-

кисне число жиру в дослідних зразках напівфабрикатів було нижчим, зокрема в курячому філе після 5 діб зберігання становило ($\% J_2$) $0,02 \pm 0,01$, після 10 діб – $0,04 \pm 0,01$, після 15 діб – $0,08 \pm 0,01$ (рис. 8).

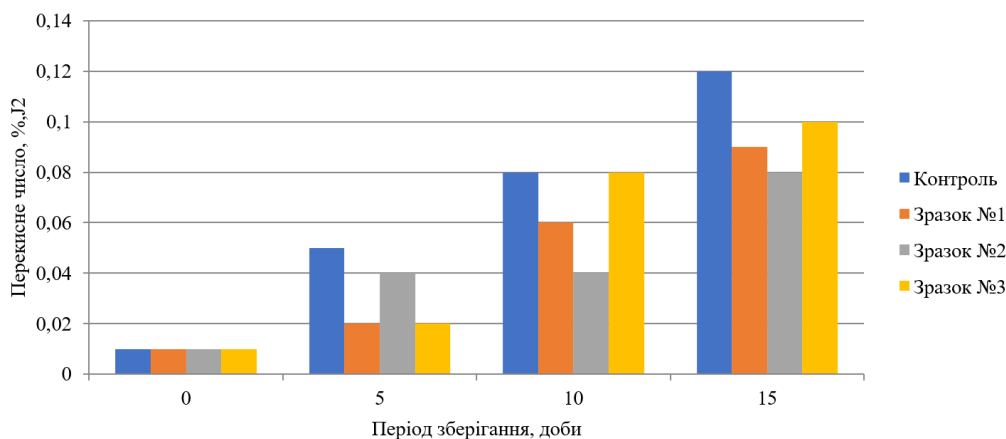


Рис. 8. Перекисне число напівфабрикатів з м'яса птиці, % J₂

Плоди чорноплідної горобини мають високий антиоксидантний потенціал, зазвичай вищий, ніж у іншої рослинної сировини. Антиоксидантна активність чорноплідної горобини була підтверджена в різних аналізах поглинання радикалів, вплив перехідних металів на зміни ступеня окислення та здатність інгібувати перекисне окислення ліпідів у різноманітних модельних системах, що збігається з результатами досліджень (Jakobek et al., 2007; Denev et al., 2012). Деякі прянощі та трави, які використовуються сьогодні, запобігають розвитку мікроорганізмів, поліпшують смак і аромат готових продуктів. Дослідження показали, що фенольні сполуки, що містяться в чебреці, ялівці та шавлії сприяють антиоксидантним властивостям.

Дослідження напівфабрикатів з м'яса птиці за показниками безпеки, зокрема мікробіологічними показниками, проводили після 15 діб зберігання при температурі 0...4 °С. Досліджували на вміст кількості мезофільно-аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів.

Встановлено, що кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМА-ФанМ) у контрольному зразку перевищувала допустиме значення 1×10^3 КУО в 1 г продукту і становило $1,9 \times 10^3$ КУО, що не відповідає вимогам за цим показником. Загальний ступінь бактеріального обсіменіння мікроорганізмами дослідних зразків напівфабрикатів з м'яса птиці був у межах норми, найменший показник було виявлено в зразку № 3 – $2,5 \times 10^2$, КУО в 1 г продукту (табл. 2).

Таблиця 2

Результати дослідження напівфабрикатів з м'яса птиці за мікробіологічними показниками

Назва зразка	Показник	ДСТУ 3143:2013. М'ясо птиці. Загальні технічні умови	Результати досліджень після 15 діб зберігання	Відповідність
Контрольний зразок			$1,9 \times 10^3$	Не відповідає
Зразок № 1 НФ "Крила курячі"	КМАФамН, КУО в 1 г продукту, не більше ніж	1×10^3	$2,8 \times 10^2$	Відповідає
Зразок № 2 НФ "Філе куряче для шашлику"			$2,9 \times 10^2$	відповідає
Зразок № 3 НФ "Гомілки курячі"			$2,5 \times 10^2$	Відповідає

Санітарно-показової мікрофлори в 0,1 г продукту не було виявлено. Встановлено, що використання маринадів на основі соку плодів горобини чорноплідної і вакуумного упакування дозволяє зберегти якість виробів впродовж 15 діб за температури 0...4 °С.

Висновки

За результатами проведених досліджень запропоновано рецептури маринадів, до складу яких входить

сік горобини чорноплідної у кількості 60 г на 100 кг. Дослідні зразки маринадів характеризуються високими органолептичними показниками, що дозволяє їх використання як окремого виду маринаду, так і в рецептурах напівфабрикатів з м'яса птиці. Антиоксидантна активність плодів горобини чорноплідної та пряно-ароматичних рослин підтверджена під час проведення досліджень щодо визначення кислотного та перекисного чисел. Термін зберігання м'ясних напів-

фабрикатів становить 15 діб за температури 0–4 °С, що удвічі більше порівняно з контролем.

Дослідження напівфабрикатів з м'яса птиці за показниками безпеки, зокрема мікробіологічними показниками, показали їхню відповідність вимогам, що висуваються до якісних продуктів. Маринади на основі соку плодів горобини чорноплідної також можна використовувати для маринування м'яса, мінімальний час витримування якого у маринаді за кімнатної температури (+25 °С) становить 2 год, у холодильних умовах (0...7 °С) – 24 год.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Aguirre-zabal, M. M., Mateo, J., Domínguez, M. C., & Zumalacárregui, J. M. (2000). The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. *Meat Science*, 54(1), 77–81. DOI: 10.1016/S0309-1740(99)00074-1.
- Basarab, I. M., Drachuk, U. R., Romashko, I. S., Halukh, B. I., Simonova, I. I., & Moldavanova, L. K. (2019). The use of pumpkin crumbs in pate technology and their functional characteristics. *Scientific of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Series: Food Technologies*, 21(92), 23–27. DOI: 10.32718/nvlvet-f9205.
- Benhammou, N., Bekkara, F. A., & Panovska, T. K. (2009). Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*. *Comptes Rendus Chimie*, 12(12), 1259–1266. DOI: 10.1016/j.crci.2009.02.004.
- Denev, P. N., Kratchanov, C. G., Ciz, M., Lojek, A., & Kratchanova, M. G. (2012). Bioavailability and Antioxidant Activity of Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) Polyphenols: in vitro and in vivo Evidences and Possible Mechanisms of Action: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(5), 471–489. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2012.00198.x.
- Drachuk, U., Simonova, I., Halukh, B., Basarab, I., & Romashko, I. (2018). The study of lentil flour as a raw material for production of semi-smoked sausages. *Eastern-european journal of enterprise technologies*, 6(11(96)), 44–50. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.148319.
- Guo, X., Zhang, Y., Qian, Y., & Peng, Z. (2020). Effects of Cooking Cycle Times of Marinating Juice and Reheating on the Formation of Cholesterol Oxidation Products and Heterocyclic Amines in Marinated Pig Hock. *Foods*, 9(8), 1104. DOI: 10.3390/foods9081104.
- Hara-Kudo, Y., Kobayashi, A., Sugita-Konishi, Y., & Kondo, K. (2004). Antibacterial activity of plants used in cooking for aroma and taste. *Journal of Food Protection*, 67(12), 2820–2824. DOI: 10.4315/0362-028x-67.12.2820.
- Jakobek, L., Šeruga, M., Medvidović-Kosanović, M., & Novak, I. (2007). Antioxidant Activity and Polyphenols of *Aronia* in Comparison to other Berry Species. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72(4), 301–306.
- Klimek-Szczykutowicz, M., Szopa, A., & Ekiert, H. (2020). Citrus limon (Lemon) phenomenon—a review of the chemistry, pharmacological properties, applications in the modern pharmaceutical, food, and cosmetics industries, and biotechnological studies. *Plants*, 9, 119. DOI: 10.3390/plants9010119.
- Kumar, Y., Singh, P., Pandey, A., Kumar Tanwar, V., & Kumar, R. R. (2017). Augmentation of meat quality attributes of spent hen breast muscle (*Pectoralis Major*) by marination with lemon juice vis-a-vis ginger extract. *J Anim Res*, 7, 523–529. DOI: 10.5958/2277-940X.2017.00077.8.
- Mushtruk, M., Vasylyv, V., Slobodaniuk, N., Mukoid, R., & Deviatko, O. (2020). Improvement of the Production Technology of Liquid Biofuel from Technical Fats and Oils. Switzerland: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-50491-5_36.
- Overall, J., Bonney, S., Wilson, M., Beermann, A., Grace, M., Esposito, D., & Komarnytsky, S. (2017). Metabolic Effects of Berries with Structurally Diverse Anthocyanins. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(2), 422. DOI: 10.3390/ijms18020422.
- Shan, B., Cai, Y.Z., Sun, M., & Corke, H. (2005). Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(20), 7749–7759. DOI: 10.1021/jf051513y.
- Shan, B., Cai, Y-Z., Brooks, J. D., & Corke, H. (2007). The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International Journal of Food Microbiology*, 117(1), 112–119. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.03.003.
- Susanti, S., Setiani, B. E., Rizqiati, H., Febriandi, D. R., Bintoro, V. P., & Setiani, B. E. (2018). Inhibitory Activity of Cashew Apple (*Anacardium Occidentale*) Extract Marinade on The Meat Total Bacteria. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 6(1), 106–112. DOI: 10.12944/CRNFSJ.6.1.11.
- Wideman, N., O'Bryan, C. A., & Crandall, P. G. (2016). Factors affecting poultry meat colour and consumer preferences - A review. *World's Poultry Science Journal*, 72(2), 353–366. DOI: 10.1017/S0043933916000015.
- Wu, C. Q., Chen, F., Wang, X., Kim, H. J., He, G. Q., Haley-Zitlin, V., & Huang, G. (2006). Antioxidant constituents in feverfew (*Tanacetum parthenium*) extract and their chromatographic quantification. *Food Chemistry*, 96(2), 220–227. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.02.024.
- Yin, M. C., & Cheng, W. S. (2003) Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. *Meat Science*, 63(1), 23–28. DOI: 10.1016/s0309-1740(02)00047-5.
- Yusop, S. M., O'Sullivan, M. G., & Kerry, J. P. (2011). Marinating and enhancement of the nutritional content of processed meat products. In J. Kerry & J. Kerry (Eds.), *Processed meats* (pp. 421– 449). Woodhead Publishing.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print

ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9912

<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.12'639.055

Biological value of zaanen goats' pasteurized milk proteins

O. Hrebelnyk[✉], L. Zahorui, H. Kalinina, A. Kachan, V. Nadtochii, N. Fedoruk

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 13.02.2023

Received in revised form

14.03.2023

Accepted 15.03.2023

*Bila Tserkva National Agrarian
University, pl. Soborna 8/1,
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.
Tel: +38-067-900-877-33
E-mail: grebelnikop@ukr.net*

Hrebelnyk, O., Zahorui, L., Kalinina, H., Kachan, A., Nadtochii, V., & Fedoruk, N. (2023). Biological value of zaanen goats' pasteurized milk proteins. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 69–74. doi: 10.32718/nvlvet-f9912

Goat's milk is positioned as biologically complete, suitable for the creation of functional products and baby food products. This is explained by the qualitative and quantitative composition of its main nutrients: proteins, lipids, carbohydrates, biologically active substances, micro- and macro-elements. The biological value of food raw materials is assessed by its ability to satisfy protein needs. Strict thermal treatment regimens are used for goat milk. This is caused by the quantitative ratio of casein and albumin fractions in goat milk and its specific organoleptic properties. Pasteurization of milk causes partial destruction of proteins, enzymes, hormones and evaporation of gaseous. This contributes to the improvement of sensory properties of dairy goat raw materials. The effect of high temperatures on goat milk proteins and its biological value has been little studied. The effect of pasteurization regimes on proteins was studied and indicators of the biological value of the samples were determined: without heat treatment; heat treatment 63 ± 2 °C, duration 30 minutes; heat treatment 87 ± 2 °C duration 5-6 minutes. The amino acid composition of the test samples was determined by acid hydrolysis on an LC2000 amino acid analyzer (Biotronik, Germany). Indicators of the biological value of proteins of pasteurized goat milk were calculated – coefficient of difference of amino acid composition, biological value, coefficient of utilitarian amino acid composition, coefficient of rationality of amino acid composition, coefficient of comparative redundancy. The general analysis of the obtained data revealed a positive effect of heat treatment on the indicators of the biological value of goat milk. The amino acid score of the limiting amino acid increased by 14.82–14.92 %; biological value – 11.4–13.02 %; the PDCAAS indicator – by 14.18–14.29 %; changes in the values of formalized indicators had the same tendency. The biological value of proteins for the application of thermal regimes is at the same level. It has been proven that pasteurization has a positive effect on the biological value of goat milk proteins. This makes the product safe and useful for all segments of the population and can be recommended for feeding children from 0 to 6 months. Prospects for further research are the development of milk drinks of a combined composition of raw materials with an improved recipe in order to enrich the product with limiting amino acids.

Key words: goat's milk, essential amino acids, amino acid score, biological value, utilitarian coefficient, rationality coefficient of amino acid composition, comparative redundancy coefficient, PDCAAS.

Біологічна цінність білків пастеризованого молока кіз зааненської породи

О. П. Гребельник[✉], Л. П. Загоруй, Г. П. Калініна, А. Д. Качан, В. М. Надточій, Н. М. Федорук

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Козине молоко позиціонується як біологічно повноцінне, придатне для створення продуктів функціонального призначення та продуктів дитячого харчування, що обумовлено якісним і кількісним складом основних його нутрієнтів: протеїнів, ліпідів, вуглеводів, біологічно активних речовин, мікро- та макроелементів. Біологічну цінність харчової сировини оцінюють саме за її здатністю задовольняти білкові потреби. Для козиного молока застосовуються більш жорсткі режими термічного оброблення, що обумовлено співвідношенням фракцій казеїну і альбумінів та специфічними органолептичними особливостями сировини. За пастеризації молока відбувається часткове руйнування білків, ферментів, гормонів і випаровування газів. Пастеризація сировини сприяє удосконаленню її сенсорних властивостей. Мало досліджений вплив дії високих температур на білки козиного молока та їхню біологі-

чну цінність. Досліджували вплив режимів пастеризації на біологічну цінність білків козиного молока: без термічного оброблення; термічне оброблення 63 ± 2 °C, тривалість 30 хвилин; термічне оброблення 87 ± 2 °C тривалістю 5–6 хвилин. Амінокислотний склад дослідних зразків визначали за допомогою кислотного гідролізу на амінокислотному аналізаторі LC2000 (Biotronik, Німеччина). Розраховані показники біологічної цінності білків пастеризованого козиного молока – коефіцієнт різниці амінокислотного складу, біологічну цінність, коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу, коефіцієнт раціональності амінокислотного складу, коефіцієнт порівняльної надлишковості. Загальний аналіз отриманих даних виявив позитивний вплив термічного оброблення на показники біологічної цінності козиного молока: скор лімітуючої амінокислоти зріс на 14,82–14,92 %; біологічна цінність – 11,4–13,02 %; показник PDCAAS – на 14,18–14,29 %; зміни значень формалізованих показників мали таку ж тенденцію. Біологічна цінність білків за застосування термічних режимів перебуває на одному рівні. Доведено, що пастеризація має позитивний вплив на біологічну цінність білків козиного молока, що робить продукт безпечним і корисним для усіх верств населення та може бути рекомендованим для харчування дітей від 0 до 6 міс. Перспективи подальших досліджень є розроблення молочних напоїв комбінованого складу сировини з удосконаленою рецептурою з метою збагачення продукту лімітуючими амінокислотами.

Ключові слова: молоко козине, незамінні амінокислоти, амінокислотний скор, біологічна цінність, коефіцієнт утилітарності, коефіцієнт раціональності амінокислотного складу, коефіцієнт порівняльної надлишковості, PDCAAS.

Вступ

Принципами сталого розвитку є гармонізація екологічних, економічних та соціальних потреб людства, в тому числі забезпечення повноцінного харчування всіх верств населення, надання продуктам лікувально-профілактичного і функціонального характеру, що пояснює постійний пошук і застосування нових видів сировини для всіх технологій харчової промисловості (Moughan, 2005). Дбайливе ставлення до свого здоров'я та тенденції правильного харчування передбачають споживання гіпоалергенних видів тваринного і рослинного молока; серед тваринного таким є козине молоко (Greppi et al., 2007; Fructuoso et al., 2021; Vallath et al., 2022).

Козине молоко позиціонується як біологічно цінне, придатне для створення продуктів функціонального призначення та продуктів дитячого харчування (Greppi et al., 2007), що обумовлено якісним і кількісним складом основних його нутрієнтів: протеїнів, ліпідів, вуглеводів, біологічно активних речовин, мікро- та макроелементів.

Білки забезпечують ріст і розвиток організму; виконують важливі фізіологічні функції: пластичну, енергетичну, гормональну, каталітичну, транспортну, захисну, механічну, опорну, рецепторну (Moughan, 2005; Sá et al., 2020).

Цінність харчової сировини оцінюють саме за її здатністю задовольняти білкові потреби людей (Minorova, 2015; Marinangeli & House, 2017; Makhynko et al., 2017).

Біологічна цінність харчового білка – поняття комплексне, яке об'єднує якісний склад білка, наявність і збалансованість всіх есенціальних амінокислот, ступінь перетравлюваності та доступність організму людини (Kalinina, 2007).

Є різні методики проведення такої оцінки: якісні, кількісні та комплексні (Nosworthy & House, 2017; Moughan, 2005; Marinangeli & House, 2017; Hayes, 2020).

Поширеними є методи визначення: кількісного вмісту незамінних амінокислот; їх амінокислотного скору та співвідношення незамінних і замінних амінокислот (Moughan, 2005; Minorova, 2015; Pasichnyi et al., 2018; Hayes, 2020).

Більш точною оцінкою є застосування формалізованих показників оцінки якості: коефіцієнта різниці амінокислотного скору (КРАС); біологічної цінності

(БЦ); коефіцієнта утилітарності амінокислотного складу, U ; коефіцієнта раціональності амінокислотного складу, R ; коефіцієнта зіставної надлишковості, σ . Ці методики у своїй сукупності дають досить об'єктивну оцінку якості білкової фракції досліджуваного об'єкта. Вони мають широке застосування при аналізі харчової сировини та продукції (Minorova, 2015; Pasichnyi et al., 2018; Kakimov et al., 2018).

Альтернативним способом оцінки є застосування методики PDCAAS, яка передбачає врахування ступеня засвоюваності білка. Її використовують для оцінки якості білків як рослинного, так і тваринного походження (Moughan, 2005; Nosworthy & House, 2017; Marinangeli & House, 2017; Makhynko et al., 2017; Sá et al., 2020; Pehlivanoğlu et al., 2021; De Bhowmick & Hayes, 2022).

У дослідженнях застосовують поняття ідеального білка з оптимальним співвідношенням есенціальних речовин у його складі. Кількісні значення цього еталону упродовж часу змінювалися. На сьогодні Комітетом ФАО/ВООЗ рекомендовано для різних вікових категорій споживачів відповідно оптимальну формулу білка (табл. 1).

Таблиця 1

Еталонний амінокислотний склад білків добового раціону дітей та дорослих (Consultation, 2011)

Амінокислота	Норма за еталонним складом, (г/100 г білка)	
	діти 0–6 місяців	дорослі
валін	5,5	4,0
ізолейцин	5,5	3,0
лейцин	9,6	6,1
лізін	6,9	4,8
метіонін + цистин	3,3	2,3
треонін	4,4	2,5
триптофан	1,7	0,66
фенілаланін + тирозин	9,4	4,1
гістидин	2,1	1,6

Очевидним є те, що травна система організму дітей раннього віку розвивається і потребує легкозасвоюваних форм харчових елементів, порівняно з потребами дорослої людини – в значно більших кількостях.

Під час виготовлення харчових продуктів сировина зазнає значного механічного та термічного впливу.

Останній – обов’язковий за створення продукції для дитячого харчування.

Пастеризація – технологічна операція, основне завдання якої – отримання мікробіологічної чистоти сировини. Необхідний ефект досягається термічним обробленням, спрямованим на руйнування білкових оболонок тіла мікроорганізмів. Відтак дія високих температур спричинює зміни білкової структури сировини. Білки свіжого нормального молока характеризуються високою термостійкістю. Режими пастеризації молока коров’ячого і козиного дещо відрізняються, що обумовлено різним фракційним складом їхніх білків (Popova et al., 2005; Kalinina, 2007).

Для козиного молока застосовуються більш жорсткі режими термічного оброблення, що обумовлено насамперед співвідношенням фракцій казеїну і альбумінів, а також специфічними органолептичними особливостями сировини. За пастеризації молока відбувається часткове руйнування білків, ферментів, гормонів і випаровування газів. Як наслідок – пастеризація сприяє удосконаленню сенсорних властивостей, водночас відбувається перегрупування ароматичних залишків і утворення сульфгідрильних груп, які надають продукту “горіхового” запаху пастеризації (Kalinina, 2007; Hrebelyuk & Hayes, 2014).

Донині мало досліджений вплив дії високих температур на білки козиного молока та їхня біологічна цінність.

Мета дослідження

Дослідження впливу режимів пастеризації на біологічну цінність білків козиного молока.

Матеріал і методи досліджень

Матеріал дослідження – зразки молока кіз зааненської породи екоферми “Бабині кози” Тетіївської ТГ (с. Галайки Білоцерківського району). Зразки піддавали тепловому обробленню:

Зразок 1 – без термічного оброблення;

Зразок 2 – термічне оброблення 63 ± 2 °C, тривалість 30 хвилин;

Зразок 3 – термічне оброблення 87 ± 2 °C тривалістю 5–6 хвилин.

Амінокислотний склад дослідних зразків визначали за допомогою кислотного гідролізу на амінокислотному аналізаторі LC2000 (Biotronik, Німеччина).

Визначення біологічної цінності здійснювали за знаходженням коефіцієнту різниці амінокислотного скору (КРАС). Для оцінки збалансованості розраховували формалізовані показники: коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу, U ; коефіцієнт раціональності амінокислотного складу, R ; коефіцієнт порівняльної надлишковості, σ .

Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу кількісно характеризує збалансованість незамінних амінокислот щодо фізіологічно необхідної норми (еталону) (Minorova, 2015):

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n (a_j \cdot A_j)}{\sum_{j=1}^n A_j},$$

де A_j – вміст j -ої незамінної амінокислоти у продукті, г/100 білка;

U – коефіцієнт утилітарності, од.; за повної збалансованості амінокислотного складу $U = 1$;

a_j – коефіцієнт утилітарності j -ої незамінної амінокислоти у продукті, од.; характеризує потенціальну ефективність використання незамінної амінокислоти та визначається за формулою:

$$a_j = \frac{c_{\min}}{c_j},$$

де c_{\min} – мінімальний (лімітуючий) скор незамінної амінокислоти, од.;

c_j – скор j -ої незамінної амінокислоти, од.

Коефіцієнт раціональності амінокислотного складу, R , визначають за такими залежностями (Minorova, 2015):

$R = U$, якщо $c_{\min} \leq 1$ од.;

$$R = \frac{U}{c_{\min}}, \text{ якщо } c_{\min} > 1 \text{ од.}$$

Коефіцієнт порівнювальної надлишковості, σ , характеризує сумарну масу неутілізованих незамінних амінокислот в такій кількості продукту, яка еквівалентна за потенційно утилізованим вмістом 100 г білка еталона. Показник знаходять за формулою (Minorova, 2015):

$$\sigma = \frac{\sum_{j=1}^n (A_j - c_{\min} A_{e_j})}{c_{\min}},$$

де A_{e_j} – вміст j -ої незамінної амінокислоти в еталоні, г/100 білка.

Чим менше значення σ (в ідеалі $\sigma = 0$), тим раціональніше можуть бути використані амінокислоти.

Оцінка біологічної цінності сировини за методикою PDCAAS передбачає врахування поправки на засвоюваність білка (Makhynko et al., 2017):

$$PDCAAS = \frac{C_{\min} \cdot 3}{100}$$

де 3 – засвоюваність білка, %.

Вищенаведені розрахунки містять у своєму складі значення амінокислот в еталонному білку. Було удосконалено методики та використано значення за 2011 рік, що рекомендовані для дітей віком від 0 до 6 місяців.

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за загально визначеними методами варіаційної статистики з використанням програми Statistic 10. Різницю між порівнюваними величинами вважали вірогідною за $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

За результатами проведених досліджень отримали такі дані амінокислотного складу білків досліджуваних зразків козиного молока (табл. 2).

Термічне оброблення призвело до збільшення вмісту амінокислот порівняно з сирим необробленим молоком. Це відбувається за рахунок сумарного зменшення (втрат) білка за тривалого впливу температури. Зменшення вмісту амінокислот метіонін + цистин пояснюється їх нижчою термостійкістю до дії експозиції температурного впливу.

Розрахунки біологічної цінності та формалізованих показників збалансованості амінокислотного складу наведено у таблицях 3–5.

За показником амінокислотного скору в даному зразку лімітуючою амінокислотою є лейцин – 67,58 %. На цьому рівні відбувається ефективне використання білка, а надлишок – на енергетичні потреби організму. Згідно з розрахунками – неефективним є використання 53,72 % есенціальних речовин. Біологічна цінність сировини складає 46,28 %. Розраховані значення формалізованих показників мають таку ж

тенденцію. Значення показника PDCAAS становить 64,2 %.

Аналіз отриманих даних (табл. 4) виявив зростання біологічної цінності сировини після термічного оброблення. Лімітуючою амінокислотою так само є лейцин. Відтак значення її амінокислотного скору зросло до 82,4 %. Водночас змінилося кількісне співвідношення між амінокислотами. Це забезпечило зменшення КРАС і, як наслідок – зростання біологічної цінності до 57,65 %. Одночасно спостерігається збільшення показників U та R до 0,70 і зменшення коефіцієнта порівнювальної надлишковості до 0,19. Зросло значення PDCAAS до 78,27 %.

Результати досліджень зразка 3 виявили підвищення біологічної цінності білків молока порівняно з сирим молоком (зразок 1). Стосовно попереднього режиму термічного оброблення (зразок 2) різниця незначна: скор лімітуючої амінокислоти зріс на 0,1 %; біологічна цінність – на 1,62 %; показник PDCAAS – на 0,11 %, а значення формалізованих показників змінилось на 0,01 од.

Загалом біологічна цінність білків за застосування термічних режимів перебуває на одному рівні.

Таблиця 2

Вміст незамінних амінокислот білків досліджуваних зразків

Найменування амінокислоти	Вміст г/100 г білка		
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Валін	6,70	7,13	6,77
Ізолейцин	5,40	5,95	5,66
Лейцин	6,49	7,91	7,92
Лізин	6,22	7,25	7,11
Метіонін + цистин	8,23	4,61	6,09
Треонін	4,35	5,17	5,23
Триптофан	1,51	1,51	1,51
Фенілаланін + тирозин	13,33	13,03	13,19
Гістидин	4,83	4,47	4,47

Таблиця 3

Показники біологічної цінності білків зразка 1 (без термічного оброблення)

Показники	Амінокислотний скор, %	РАС, %	Коефіцієнт утилітарності j -ої незамінної амінокислоти
Валін	121,75	54,17	0,56
Ізолейцин	98,22	30,64	0,69
Лейцин	67,58	0	1
Лізин	90,22	22,64	0,75
Метіонін + цистин	249,31	181,73	0,27
Треонін	98,84	31,26	0,68
Триптофан	88,80	22,22	0,76
Фенілаланін + тирозин	141,82	74,24	0,48
Гістидин	230,03	162,46	0,29
КРАС, %		53,72	
Біологічна цінність, %		46,28	
Загальний коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу, U			0,57
Коефіцієнт раціональності амінокислотного складу, R			0,57
Коефіцієнт порівнювальної надлишковості, σ			0,34
Засвоєваність, %		95,0	
Показник PDCAAS, %		64,2	

Таблиця 4

Показники біологічної цінності білків зразка 2 (термічне оброблення 63 ± 2 °С, тривалість 30 хвилин)

Показники	Амінокислотний скор, %	РАС, %	Коефіцієнт утилітарності <i>j</i> -ої незамінної амінокислоти
Валін	129,63	47,24	0,63
Ізолейцин	108,18	25,79	0,76
Лейцин	82,40	0	1
Лізин	105,07	22,68	0,78
Метіонін + цистін	139,70	57,30	0,59
Треонін	117,50	35,10	0,70
Триптофан	88,80	6,40	0,93
Фенілаланін + тирозин	138,62	56,22	0,59
Гістидин	212,86	130,46	0,39
КРАС, %		42,35	
Біологічна цінність, %		57,65	
Загальний коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу, <i>U</i>			0,70
Коефіцієнт раціональності амінокислотного складу, <i>R</i>			0,70
Коефіцієнт порівнювальної надлишковості, σ			0,19
Засвоюваність, %		95,0	
Показник PDCAAS, %		78,27	

Таблиця 5

Показники біологічної цінності білків зразка 3 (термічне оброблення 87 ± 2 °С тривалістю 5–6 хвилин)

Показники	Амінокислотний скор, %	РАС, %	Коефіцієнт утилітарності <i>j</i> -ої незамінної амінокислоти
Валін	123,09	40,59	0,67
Ізолейцин	102,91	20,41	0,80
Лейцин	82,5	0	1
Лізин	103,04	20,54	0,80
Метіонін + цистін	184,55	102,05	0,44
Треонін	118,86	36,36	0,69
Триптофан	88,80	6,30	0,93
Фенілаланін + тирозин	140,32	57,82	0,59
Гістидин	212,86	130,36	0,39
КРАС, %		40,73	
Біологічна цінність, %		59,27	
Загальний коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу, <i>U</i>			0,69
Коефіцієнт раціональності амінокислотного складу, <i>R</i>			0,69
Коефіцієнт порівнювальної надлишковості, σ			0,20
Засвоюваність, %		95,0	
Показник PDCAAS, %		78,38	

Загальний аналіз отриманих даних виявив позитивний вплив термічного оброблення на показники біологічної цінності козиного молока: скор лімітуючої амінокислоти зріс на 14,82–14,92 %; біологічна цінність – на 11,4–13,02 %; показник PDCAAS – на 14,18–14,29 %; зміни значень формалізованих показників мали таку ж тенденцію.

Результати проведених досліджень дозволяють рекомендувати застосування пастеризованого козиного молока у харчування дітей раннього віку, оскільки після пастеризації підвищується біологічна цінність білків. Це пояснюється перерозподілом співвідношення амінокислотного складу сировини внаслідок часткового руйнування білків за тривалої дії високої температури.

Висновки

Розраховані показники біологічної цінності білків пастеризованого козиного молока – коефіцієнт різниці амінокислотного складу, біологічна цінність, кое-

фіцієнт утилітарності амінокислотного складу, коефіцієнт раціональності амінокислотного складу, коефіцієнт порівнювальної надлишковості.

Загальний аналіз отриманих даних виявив позитивний вплив термічного оброблення на показники біологічної цінності козиного молока: скор лімітуючої амінокислоти зріс на 14,82–14,92 %; біологічна цінність – на 11,4–13,02 %; показник PDCAAS – на 14,18–14,29 %; зміни значень формалізованих показників мали таку ж тенденцію.

Це пояснюється зміною співвідношення амінокислотного складу під впливом термічного оброблення.

Біологічна цінність білків за застосування термічних режимів перебуває на одному рівні.

Таким чином доведено, що пастеризація має, окрім прямої нищівної дії на мікроорганізми, ще й позитивний вплив на біологічну цінність, що робить продукт безпечним і корисним для усіх верств населення і особливо для немовлят.

Перспективи подальших досліджень є розроблення молочних напоїв комбінованого складу сировини з

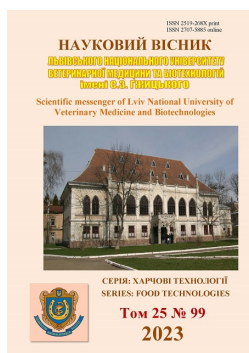
удосконаленою рецептурою з метою збагачення продукту лімітуючими амінокислотами на основі білків тваринного та рослинного походження.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів

References

- Consultation, F. E. (2011). Dietary protein quality evaluation in human nutrition. *FAO Food Nutr. Pap*, 92, 1–66.
- De Bhowmick, G., & Hayes, M. (2022). In vitro protein digestibility of selected seaweeds. *Foods*, 11(3), 289. DOI: 10.3390/foods11030289.
- Fructuoso, I., Romão, B., Han, H., Raposo, A., Ariza-Montes, A., Araya-Castillo, L., & Zandonadi, R. P. (2021). An overview on nutritional aspects of plant-based beverages used as substitutes for cow's milk. *Nutrients*, 13(8), 2650. DOI: 10.3390/nu13082650.
- Greppi, G. F., Roncada, P., & Fortin, R. (2007). Protein components of goat's milk. In *Dairy goats feeding and nutrition* (pp. 71-94). Wallingford UK: CAB International. DOI: 10.1079/9781845933487.0071.
- Hayes, M. (2020). Measuring protein content in food: An overview of methods. *Foods*, 9(10), 1340. DOI: 10.3390/foods9101340.
- Hrebelyk, O. P., & Pirova, L. V. (2014). Tekhnolohichni vlastyvoli moloka kiz zaanenskoï porody. *Naukovy visnyk Lvivskoho natsionalnoho univertsytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni Z.S. Hzhyskoho*. Lviv: LNUVMBT, 16(60), 38–44 (in Ukrainian).
- Kakimov, A., Suychinov, A., Tsoy, A., Mustambayev, N., Ibragimov, N., Kuderinova, N., ... & Yessimbekov, Z. (2018). Nutritive and biological value of liver and blood of various slaughtered animals. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 22(3), 1–5. DOI: 10.9734/JPRI/2018/41448.
- Kalinina, H. P. (2007). Udokonalennia tekhnolohii molochnykh napoiv na osnovi vykorystannia tsykoriuu : dys. ... kandydata tekhn. nauk: 05.18.04. K., NUKhT (in Ukrainian).
- Makhynko, V. M., Sokolovska, I. O., & Chernysh, L. M. (2017). Rozrakhunok biolohichnoi tsinnosti kharchovykh produktiv ta ratsioniv za metodykou PDCAAS (in Ukrainian).
- Marinangeli, C. P., & House, J. D. (2017). Potential impact of the digestible indispensable amino acid score as a measure of protein quality on dietary regulations and health. *Nutrition reviews*, 75(8), 658–667. DOI: 10.1093/nutrit/nux025.
- Minorova, A. (2015). Biolohichna tsinnist sukhykh kontsentrativ syrovatkovykh bilkiv. *Prodovolcha industriia APK*, 5, 25–28 (in Ukrainian).
- Moughan, P. J. (2005). Dietary protein quality in humans - an overview. *Journal of AOAC International*, 88(3), 874–876. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16001865>.
- Nosworthy, M. G., & House, J. D. (2017). Factors influencing the quality of dietary proteins: Implications for pulses. *Cereal Chemistry*, 94(1), 49–57. DOI: 10.1094/CCHEM-04-16-0104-FI.
- Pasichnyi, V. M., Kochubei-Lytvynenko, O., Marynin, A. I., Harmash, D. V., & Sviatnenko, R. S. (2018). Biolohichna tsinnist krovianykh kovbas z vykorystanniam sukhoi molochnoi syrovatky. *Visnyk KhNTU*, 2(65), 137–142 (in Ukrainian).
- Pehlivanoglu, H., Bardakci, H. F., & Yaman, M. (2021). Protein quality assessment of commercial whey protein supplements commonly consumed in Turkey by in vitro protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS). *Food Science and Technology*, 42. DOI: 10.1590/fst.64720.
- Popova, I. V., Feshchenko, H. P., Polishchuk, H. Ye., & Lezenko, H. O. (2005). Doslidzhennia vzaiemodii bilkovykh rehovyn z vuhlevodamy u molochno-tsukornykh sumishakh. *Nauk. pr. Nats. un-tu kharch. tekhnolohii*, 16, 52–55. URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua/publ/REF-0000154088>.
- Sá, A. G. A., Moreno, Y. M. F., & Carciofi, B. A. M. (2020). Food processing for the improvement of plant proteins digestibility. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(20), 3367–3386. DOI: 10.1080/10408398.2019.1688249.
- Vallath, A., Shanmugam, A., & Rawson, A. (2022). Prospects of future pulse milk variants from other healthier pulses-As an alternative to soy milk. *Trends in Food Science & Technology*, 124, 51–62. DOI: 10.1016/j.tifs.2022.03.028.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9913
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC [665.325.1:634.25/.26]:577.115.3

Prospects for obtaining oil from the kernels of the seeds of different varieties of peaches

Ye. Kotliar[✉], R. Gladkikh

Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine

Article info

Received 16.02.2023
Received in revised form
16.03.2023
Accepted 17.03.2023

Odesa National University of
Technology, Kanatna str., 112,
Odesa, 65039, Ukraine.
Tel: +38-097-261-94-18
E-mail: yevhenii11@ukr.net

Kotliar, Ye., & Gladkikh, R. (2023). Prospects for obtaining oil from the kernels of the seeds of peaches. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 75–79. doi: 10.32718/nvlvet-f9913

Peach stones are obtained as waste at fruit canneries and fruit-drying enterprises. It is specific of this raw material that fruit stones normally enter oil-producing plants in batches which are unsorted mixtures of pyrenes from different fruit cultivars. Generally, these batches vary markedly in their quality depending upon the stoning method used when processing the fruit. Thus, stones left after sulphitation or boiled stones contain oil with the high acid value (up to 20 mg KOH/g). This results from intensified hydrolytic processes that take place when stones are removed from the fruit pulp and further, when they are temporarily stored and transported to oil-extracting factories. “Healthy” kernels of stones contain low-acid oil. It is promising, based on data from literature, to research the specific features of peaches, in order to prove that they differ, by cultivar, in their oil content and physicochemical parameters, and to improve the technology of obtaining oil from peach stone kernels and crumbling their covers. The paper presents a research on the varietal differences in peach stones and their quality parameters. Examination of peach stones involved a study of how they were processed and how their kernels were separated from coats before pressing. It has been found that extra virgin pressing is possible. The research has revealed different fatty acid compositions in oils from the kernels of pyrenes of different peach cultivars. A comprehensive study of peach pits obtained from different varieties of peaches is promising.

Key words: peach stones, peach-kernel oil, fatty acid composition, kernel, crushed seeds, seeds and skins, pressing extraction.

Перспективи одержання олії з ядер кісточок різних сортів персиків

Є. О. Котляр[✉], Р. Д. Гладкіх

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса, Україна

Персикові кісточочки отримують як відходи на плодоконсервних і плодосушільних підприємствах. Однією з особливостей кісточкової сировини є те, що надходять на олійні заводи партії фруктових кісточок, які зазвичай являють собою суміші кісточок різних сортів фруктів. У більшості випадків надходять партії, які різко відрізняються одна від одної за якістю залежно від способу виділення кісточок при переробці плодів. Так, кісточочки, що залишаються від сульфитування, або ж варені, містять олію з підвищеним кислотним числом (до 20 мг KOH/г), що пояснюється посиленням гідролітичних процесів як при виділенні кісточок з м'якоти плоду, так і при подальшому тимчасовому складуванні та транспортуванні на олійні заводи. “Здорові” ядра кісточок містять олію з низькою кислотністю. На основі отриманих літературних даних перспективним є дослідження сортових особливостей персиків з метою доведення різного вмісту олії у їхніх ядрах та фізико-хімічних показників, а також удосконалення технології отримання олії з ядер персикових кісточок та крошки з шкарлупи персикових кісточок. У роботі наведені дослідження сортових особливостей персикових кісточок, їх показників якості. Досліджені персикові кісточочки. Розглянуто обробку персикових кісточок та відокремлення їхніх ядер від шкарлупи перед пресуванням. Встановлено можливість пресування Extra virgin. На основі проведених досліджень виявлено різний жирнокислотний склад олій з ядер кісточок різних сортів персиків. Перспективним є всебічне дослідження персикових кісточок, отриманих з різних сортів персиків.

Ключові слова: персикові кісточочки, олія персикова, жирнокислотний склад, ядро, м'ятка, мезга, пресування.

Вступ

Олію з ядер кісточок персика за приблизними підрахунками почали виробляти близько двох тисяч років тому. За такий довгий період знайомства з такою олією людство знайшло її застосування у різних проявах медицини як офіційної, так і нетрадиційної (Asociacija “Ukrsadprom”, 2019).

Латинська назва олії з ядер персикових кісточок, яка підтверджена сертифікатами, може маркуватися як: *prunus persica*, *peach kernel oil*, *oleum persicorum*.

Щоб отримати найціннішу ефірну олію беруться тільки дозрілі плоди, точніше ядра їхніх кісточок. Оскільки шкаралупа кісточки досить міцна, то процес вилучення ядра достатньо трудомісткий. Після звільнення ядра проходить механічне пресування методом холодного віджиму і подальшої багатоступінчастої фільтрації, що прибирає рослинні залишки і зайві речовини. Така олія має насичений світло-жовтий відтінок, яскравий букет смаку та аромату, але в більшості своїй іде в косметичну промисловість, минаючи торгові прилавки. Найчастіше виробничий процес включає у себе додаткові послідовні стадії гідратації, нейтралізації і відбілювання. І тому в роздрібному продажі зазвичай можна знайти вже адаптований під покупця (очищений) продукт. Він блідого кольору з характерним слабовираженим запахом і ніжним смаком (Asociacija “Ukrsadprom”, 2019).

Актуальність теми: актуальним напрямком дослідження є розробка нових і вдосконалення існуючих технологій, отримання та переробки нетрадиційної олієвмісної сировини рослинного походження (ядра персикових кісточок), що дозволяє отримати олію високої харчової і біологічної цінності.

Мета дослідження

Мета і завдання дослідження є вивчення технології одержання олійно-жирової продукції з ядер різних сортів персикових кісточок. Можливість пресування Extra virgin, встановлення режимів та тривалості. Для досягнення поставленої мети визначенні завдання:

- проаналізувати різні сорти персикових кісточок;
- дослідити олію з ядер кісточок різних сортів персиків.

Матеріал і методи досліджень

Персик (ботанічна назва роду *Persica* Mill) дає вихід кісточка з плодів 8–14 %. Кісточка персика дуже тверда і складається з товстостінної шкаралупи, ядра і плівки, яка його покриває. Ядро складає всього 10–15 % від маси кісточка. Вміст олії в ядрі 35–46 % (Koyu et al., 2020).

Якість плодів кісточкових, а саме персика регламентується ГОСТ 21833-76. Плоди кожного товарного сорту повинні бути однієї помологічної групи, цілком розвинуті, цілі, чисті, здорові, без зайвої зовнішньої вологості, сторонніх запахів і відповідати вимогам стандарту на відповідний вид продукції. Розміри плодів кісточкових мають відповідати стандартам. Плоди персика сорту “Кардинал” наведено на рис. 1.



Рис. 1. Плоди персика сорту “Кардинал”

У світовій колекції нараховується близько 5000 сортів персика, які відрізняються один від одного за комплексом ознак і належать до різних груп, з них в Україні районовано 34 сорти (на 2000 р.) (Asociacija “Ukrsadprom”, 2019).

За виробничою класифікацією, яка базується на деяких ознаках плодів, сорти персика поділяються на такі групи:

- а) справжні персики (столові сорти) – плоди опушені, м’якуш ніжний, волокнистий та соковитий. Іноді з цієї групи виділяють сорти, у яких кісточка не відокремлюється – тип павії;
- б) клінги (консервні сорти) – плоди опушені, м’якуш хрящуватий (щільно злитий), кісточка не відокремлюється;
- в) нектарини – неопушені персики. Сорти, у яких кісточка не відокремлюється, називаються бруньонами;
- г) пін-ту (інжирні персики) – плоди сплюснені.

За кольором м’якуша плоди персика бувають двох типів: з білим або жовтим м’якушем.

За розміром плоди поділяються на такі групи: дрібні – середня маса 50–70 г, нижче середнього – 71–90 г, середні – 91–130 г, вище середнього – 131–160 г, великі – 161–200 г, дуже великі – 200 г.

Результати та їх обговорення

Для отримання низькокіслотних олій необхідно зберігати і переробляти здорові кісточка окремими партіями, не допускаючи їх змішування з сульфітованими кісточками.

Крім неоднорідності за якістю, різні кісточки (сливи, абрикос і т. ін.) різко відрізняються одна від одної за розмірами, що разом з високою твердістю кісточкової шкаралупи, вміст жиру в яких становить усього лише 0,3–0,5 % (Wu et al., 2011).

Переробка кісточок (тобто фактичного ядра) дає високі виходи олії, збільшує продуктивність основно-

го обладнання, знижує його зношення і дозволяє найбільш раціонально використовувати в промисловості як знежирені макухи, так і шкаралупу.

Виробнича схема переробки фруктових кісточок включає такі основні технологічні етапи (Koyu et al., 2020) (рис. 2):

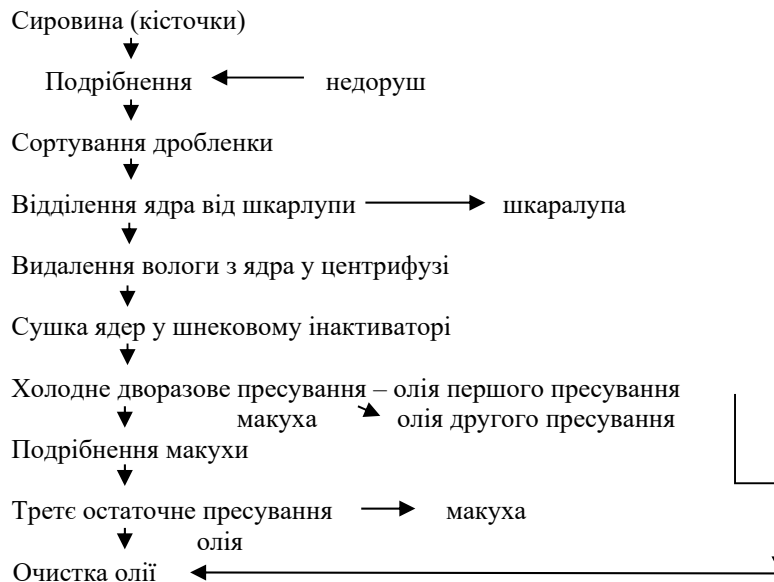


Рис. 2. Технологічна схема виробництва олії з ядер фруктових кісточок.

Технологічні характеристики персикових кісточок наведені у таблиці 1 (Zhao et al., 2007).

Таблиця 1

Технологічні характеристики персикових кісточок

Показники	Персикові кісточкі
Довжина, мм	20–31
Ширина, мм	17–25
Товщина, мм	12–17
Вміст ядра в кісточці, %	10–15
Вміст ліпідів в ядрі, %	35–46
Вміст амігдаліна, %	1,8–3,6

Фізико-хімічні характеристики олії з ядер персикових кісточок наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні характеристики олії з ядер персикових кісточок

Показники	Олія з ядер персикових кісточок
Густина при 15 °С, кг/м ³	918–925
Показник заломлення при 20 °С	1,471–1,473
Температура застигання, °С	20–23

Компонентний склад персикового екстракту вельми значний, що й обумовлює корисні властивості олії з ядер персикових кісточок. Серед корисних речовин можна виділити: вітаміни А, Р, Е, С, D і групи В, в тому числі й рідкісний вітамін В15; каротиноїди; токофероли; петіни; фосфоліпіди; мікроелементи: калій, кальцій, фосфор, йод, магній, цинк і залізо;

поліненасичені жирні кислоти: олеїнова, лінолева, гамма-ліноленова, пальмітинова, пальмітолеїнова, стеаринова, арахінова; органічні кислоти: яблучна, хінна, винна, лимонна; ферменти; ді-і моносахариди; жири і білки. У незначних кількостях в олії міститься ряд біологічно активних речовин, але основні корисні властивості продукту обумовлені саме його жирнокислотним складом. Жирнокислотний склад олії з ядер персикових кісточок наведено у таблиці 3 (Djeridane et al., 2006; Abdulkarim et al., 2007; Zhao et al., 2007; Eduardo, 2010; Wu et al., 2011).

Колір олії з ядер персикових кісточок – ніжний, майже невловимий світло-жовтий, такий же м'який, як і його смак (Matthäus & Brühl, 2001; Londoño et al., 2012; Khajeamiri, 2012).

Смакові характеристики тонкі, з майже непомітними обертонами персикових кісточок, з явною вишуканою цілісністю і яскраво вираженою ніжною м'якістю.

Аромат цілком характерний для всіх олій з плодів кісточкових дерев: дещо нагадує про самі персики, але майже невловимий, він ніжний і м'який, прекрасно розкриває і характер впливу олії (Guo et al., 2011; Pastore et al., 2011).

Олія з ядер персикових кісточок багата на склад жирних і органічних кислот, які здатні надавати омолоджувальну, відновлювальну і пом'якшувальну дію, широко використовується у косметології і дерматології. При нанесенні олії на шкіру вона миттєво пом'якшує, розгладжує, дарує відчуття легкості, знімає запалення, надає відчуття бархатистості й ніжності. Олія з ядер персикових кісточок швидко і рівномірно розподіляється та довго залишається на шкірі

своєрідним пом'якшувальним шлейфом, який надає відчуття захисної м'якої плівки, але без видимих зовнішніх ефектів на кшталт жирного блиску. Вона одна з кращих основних олій для масажу за якістю розподілу. У наданні шкірі м'якості й еластичності їй немає рівних серед масажних сумішів (Wu et al., 2011).

Косметична олія з ядер персикових кісточок застосовується для волосся, шкіри обличчя, вій та нігтів,

часто виступаючи основою для кремів і масок. Маючи високу гіпоалергенність, олія підходить людям з надзвичайно чутливою і схильною до подразнення шкірою. Вона ідеальна для зняття больового синдрому, лікування ран, порізів, опіків і багатьох шкірних хвороб. Також її капають у ніс. На основі екстракту персикових кісточок варять деякі сорти мила (Londoño et al., 2012).

Таблиця 3

Жирнокислотний склад олії з ядер персикових кісточок

Вміст основних жирних кислот в олії з ядер персикових кісточок	Число атомів вуглецю	%
Олеїнова	C(18:1)	73,3–85
Лінолева	C(18:2)	5,0–16,4
Стеаринова	C(18:0)	10–15
Пальмітинова	C(16:0)	3
Міристинова	C(14:0)	1

Найбільш виражені в олії з ядер персикових кісточок комплексні косметичні властивості. Це одна з найлегших, але при цьому надефективних олій для щоденного догляду за шкірою, застосування якої є запорукою естетичного її вигляду і здоров'я.

Олія з ядер персикових кісточок вважається однією з головних баз для щоденного застосування. Ця база насамперед для нормальної шкіри – підтримує її стан, що надає гарного та здорового забарвлення і розкішної текстури, але не меншою мірою олія підходить і для постійного догляду за проблемними типами шкіри – комбінованою, схильною до висипань, сухою, жирною (Londoño et al., 2012).

Вона одна з кращих олій для підтримуючого догляду за шкірою повік і губ.

Заслужила олія з ядер персикових кісточок і звання однієї з найбільш поширених базових олій для ароматерапевтичних цілей. У цій олії практично відсутня гіркість, завдяки чому вона – ідеальний вибір для збагачення косметичних кремів, приготування мазей, основ для шампунів, масажної і косметичної олії, бальзамів, лосьйонів, масок (Topchij et al., 2016; Polumbryk et al., 2019; Kotljars et al., 2020).

Олія з ядер персикових кісточок прекрасно підходить для регулярної турботи про ламке і сухе волосся, адже вона сприяє якісній регенерації структури волосся і відновлення його здорового блиску. Її також застосовують для догляду за бровами і віями як відновлювальний і пом'якшувальний компонент.

На нігтьові пластини олія з ядер персикових кісточок справляє вплив загальнозміцнювальної дії і перешкоджає ламкості та розшаруванню їх (Topchij et al., 2016; Polumbryk et al., 2019; Kotljars et al., 2020).

Висновки

Літературний огляд вказує, що склад ліпідного комплексу олії з ядер персикових кісточок залежить від способу її добування і від сортової особливості персика. Проаналізована переробка персикових кісточок для отримання олії з ядер персикових кісточок. В результаті встановлено, що перспективним є дослідження персикових кісточок.

Актуальним напрямком дослідження є розробка нових і вдосконалення наявних технологій отримання та переробки нетрадиційної олієвмісної сировини рослинного походження (ядра персикових кісточок), що дозволяє одержати олію високої харчової і біологічної цінності.

На основі отриманих літературних даних перспективним є дослідження сортових особливостей персиків з метою доведення різного вмісту олії у їх ядрах та фізико-хімічних показників, а також удосконалення технології отримання олії з ядер персикових кісточок та кришки зі шкарлупи персикових кісточок.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним є всебічне дослідження персикових кісточок, отриманих з різних сортів персиків. У своїй роботі будемо використовувати метод холодного пресування і вдосконалювати його.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Abdulkarim, S. M., Long, K., Lai, O. M., Muhammad, S. K. S., & Ghazali, H. M. (2007). Frying quality and stability of high-oleic Moringa oleifera seed oil in comparison with other vegetable oils. *Food chemistry*, 105(4), 1382–1389. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.05.013.
- Asociacija “Ukrsadprom” (2019). *Richnyi haluzevyi zvit “sadvnytstvo ta yahidnytstvo v Ukraini – 2018”* [Elektronnyj resurs]. URL: http://ukrsadprom.org/wp-content/uploads/2019/03/2018-Richnyj-galuzevyi-zvit_Sadvnytstvo-ta-yagidnytstvo-2018.pdf.pdf (in Ukrainian).
- Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., & Vidal, N. (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food chemistry*, 97(4), 654–660. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.04.028.
- Eduardo, L. H. (2010). Health effects of oleic acid long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched

- milks. A review of intervention studies, *Pharmacol.*, 61(3), 200–207. DOI: 10.1016/j.phrs.2009.10.007.
- Guo, P. L., Huang, Q. L., Zhang, P. X., Bittner, L., Pezzei, C., Pallua, J., et al. (2011). Application of near-infrared spectroscopy (NIRS) as a tool for quality control in traditional chinese medicine (TCM). *Curr Bioact Compd*, 7(2), 75–84. DOI: 10.2174/157340711796011188.
- Khajeamiri, A. (2012). Preparation of Solid Phase Microextraction (SPME) Probes through Polyaniline Multiwalled Carbon Nanotubes (PANI/MWCNTs) Coating for the Extraction of Palmitic Acid and Oleic Acid in Organic Solvents. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 11(1), 369–374. DOI: 10.22037/IJPR.2011.1035.
- Kotljars, Je. O., Tkachenko, N. A., Vikul', S. I., & Levchuk, I. V. (2020). Tehnologija kosmetychnogo tonika na osnovi vodnogo ekstraktu z m'jatky jadra abrykosovyh kistochok. *Naukovi praci Odes'koi' nacional'noi' akademii' harchovyh tehnologij*», 84(2), 30–37. DOI: 10.15673/swonaft.v2i84.1886 (in Ukrainian).
- Koyu, H., Kazan, A., Nalbantsoy, A., Yalcin, H. T., & Yesil-Celiktas, O. (2020). Cytotoxic, antimicrobial and nitric oxide inhibitory activities of supercritical carbon dioxide extracted *Prunus persica* leaves. *Molecular Biology Reports*, 47(1), 569–581. DOI: 10.1007/s11033-019-05163-1.
- Londoño, P., Alberto, M. P., & Carlos, E. (2012). Hernández Extraction and characterization of crude oil of peach kernel. *Av Cien Ing*, 3, 37–46.
- Matthäus, B., & Brühl, L. (2001). Comparison of different methods for the determination of the oil content in oilseeds. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(1), 95–102. DOI: 10.1007/s11746-001-0226-y.
- Pastore, T. C. M., Braga, J. W. B., Coradin, V. T. R. et al. (2011). Near infrared spectroscopy (NIRS) as a potential tool for monitoring trade of similar woods: Discrimination of true mahogany, cedar, andiroba, and curupixá. *Holzforschung*, 65(1), 73–80. DOI: 10.1515/hf.2011.010.
- Polumbryk, M. O., Osypenkova, I. I., & Kotljars, Je. O. (2019). Fyzyko-himichni metody doslidzhennja jakosti harchovyh produktiv. ONAHT (in Ukrainian).
- Topchij, O. A., Kotljars, Je. O., Tkachenko, N. A., Sevast'janova, O. V., & Makovs'ka, T. V. (2016). Sposib vyznachennja kyslotnogo chysla. Patent Ukraine № 12837 (in Ukrainian).
- Wu, H., Shi, J., Xue, S., Kakuda, Y., Wang, D., Jiang, Y., Ye, X., Li, Y., & Subramanian, J. (2011). Essential oil extracted from peach (*Prunus persica*) kernel and its physicochemical and antioxidant properties. *LWT-Food Science and Technology*, 44(10), 2032–2039. DOI: 10.1016/j.lwt.2011.05.012.
- Zhao, X., Wang, H., You, J., & Suo, Y. (2007). Determination of free fatty acids in bryophyte plants and soil by HPLC with fluorescence detection and identification by online MS. *Chromatographia*, 66, 197–206. DOI: 10.1365/s10337-007-0271-1.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print

ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9914

<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.521.47

Ways of integrating milk proteins into recipes of semi-smoked sausages

V. Rudyuk[✉], V. Pasichnyi

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 27.02.2023

Received in revised form

29.03.2023

Accepted 30.03.2023

National University
of Food Technologies,
Volodymyrska Str., 68,
Kyiv, 01601, Ukraine.
Tel: +38-068-047-49-23
E-mail: witalka_net@ukr.net

Rudyuk, V., & Pasichnyi, V. (2023). Ways of integrating milk proteins into recipes of semi-smoked sausages. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 80–85. doi: 10.32718/nvlvet-f9914

The use of dairy products in the recipes of sausage products allows to significantly improve the nutritional, consumer and structural-mechanical properties of the finished products. There are several technological ways to add additional milk proteins to the recipes of sausage products, in particular semi-smoked sausages. The introduction of these components is possible by adding milk protein in the form of dry components or mixtures, using ready-made products (cheese and cheese products), as well as making protein and protein-fat products based on milk components, which can also be used as fillers for semi-smoked sausages. Protein is a very important component of milk, as it largely determines its nutritional value and suitability for processing. Cow's milk contains on average about 3–4 % protein, and this is the sum of two main fractions, i.e. casein and whey proteins, which make up about 80 % and 20 % of nitrogenous protein compounds, respectively. The mentioned fractions differ in their physical and chemical properties, and their use is the basis for the production of various milk protein preparations. Among them, products containing almost exclusively casein proteins (casein and caseinates), whey proteins (concentrates and isolates of whey proteins) or complexes of these proteins (co-precipitates and proteins) can be distinguished. Among the functional properties of milk proteins, high indicators of moisture retention capacity, emulsion stability and emulsifying capacity should be noted. The use of ready-made cheeses in sausage recipes allows you to significantly expand the assortment and improve the organoleptic properties of the finished products. In the results of the work, options for adding additional milk protein to the recipes of semi-smoked sausages are described: in the form of dry components; in the form of ready-made rennet cheeses; in the form of developed protein-fat products (cheese analogues) using dry milk protein preparations. The main physico-chemical and structural-mechanical indicators of finished sausage products were studied and the rational composition of semi-smoked sausage recipes using milk protein was determined.

Key words: sausage products, cheese, milk proteins, combination, structural and mechanical indicators, physico-chemical and technological indicators, semi-smoked sausages.

Способи інтегрування молочних білків до рецептур напівкопчених ковбас

В. П. Рудюк[✉], В. М. Пасічний

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Використання продуктів молочного походження у рецептурах ковбасних виробів дозволяє значно поліпшити харчові, споживчі та структурно-механічні властивості готових виробів. Є декілька технологічних способів, внесення додаткових молочних білків до рецептур ковбасних виробів, зокрема ковбас напівкопчених. Внесення даних компонентів можливе додаванням молочного білка у вигляді сухих компонентів або сумішей, використанням готових продуктів (сиру та сирних продуктів), а також виготовленням білкових та білково-жирових продуктів на основі молочних компонентів, які також можна використовувати як наповнювачі для напівкопчених ковбас. Білок є дуже важливою складовою молока, оскільки багато в чому визначає його харчову цінність і придатність для переробки. Коров'яче молоко містить у середньому приблизно 3–4 % білка, і це сума двох основних фракцій, тобто казеїну та білків сироватки, які складають приблизно 80 % та 20 % азотистих білкових сполук відповідно. Згадані фракції відрізняються за своїми фізико-хімічними властивостями, а їх використання є основою для виробництва різноманітних молочно-білкових препаратів. Серед них можна вирізнити продукти, що містять майже виключно казеїнові білки (казеїн і казеїнати), сироваткові білки (концентрати та ізоляти сироваткових білків) або комплекси цих білків (копреципітати і протеїни). Серед

функціональних властивостей молочних білків, варто звернути увагу на високі показники вологоутримуючої здатності, стабільність емульсії та емульгуючу здатність. Використання готових сирів у рецептурах ковбас дозволяє значно розширити асортимент та поліпшити органолептичні властивості готових виробів. У результатах роботи описано варіанти внесення додаткового молочного білка до рецептур напівкопчених ковбас: у вигляді сухих компонентів; у вигляді готових сичужних сирів; у вигляді розроблених білково-жирових продуктів (аналогів сирів) з використанням сухих білкових препаратів молока. Досліджено основні фізико-хімічні та структурно-механічні показники готових ковбасних виробів та визначено раціональний склад рецептур напівкопчених ковбас з використанням молочного білка.

Ключові слова: ковбасні виробы, сир, молочні білки, комбінування, структурно-механічні показники, фізико-хімічні та технологічні показники, напівкопчені ковбаси.

Вступ

Поєднання у ковбасних виробках білків м'ясного та молочного походження дозволить значно поліпшити продукт за амінокислотним складом, біологічною цінністю та загальним засвоюванням продукту (Brodziak, 2012; Dudzinska et al., 2014). При цьому додавання свіжих молочних продуктів, таких як незбиране молоко та вершки, можливе у ковбасах вареної групи, але у напівкопчених ковбасах, з невисоким вмістом загальної вологи, не зовсім доцільне (Kamsulina et al., 2011; Agarwal et al., 2015).

Додатково використання сирів, сирних продуктів, а також сухих молочних продуктів дозволяє досягати низки функціональних покращень та високих споживчих властивостей (Musiihuk, 2008).

Стабілізуючі властивості білка обумовлені вмістом коагулюючих білків лактоальбуміну та гідроліза-ту. Їх використання дозволяє поліпшити якість готових м'ясних виробів з розмороженої чи блочної сировини. При використанні молочного білка в м'ясних технологіях покращується структура продукту, значно зменшуються втрати при термічній обробці, поліпшуються органолептичні властивості (Minorova et al., 2015; Nasser et al., 2017). Призупиняється процес синерезису при використанні вакуумних пакувальних матеріалів, покращується смак та загальне споживче сприйняття м'ясопродуктів. Використання казеїнів та казеїнатів дозволяє збільшити загальну еластичність та "нарізаємість" завдяки доповненню м'ясного протеїну казеїном. При цьому додавання молочних і рослинних білків дозволяє підвищити функціонально-технологічні показники фаршевих систем завдяки їх високим показникам вологозв'язуючої здатності та можливості знизити показник активності води (Strashynskiy et al., 2016; Rudiuk et al., 2019).

Сир є відмінним джерелом білка та кальцію, що може підвищити харчову цінність ковбас та вплинути на їхній смаковий профіль. Якщо мова йде про використання сичужних сирів, варто зазначити, що на ринку є різні види сирів з відмінними властивостями та специфічними характеристиками, що можуть відрізнятися за технологією виготовлення, складом, рівнем зрілості тощо. Обираючи сир для використання в ковбасному виробництві, слід звертати увагу на його технічні та органолептичні характеристики, зокрема показник термостійкості (Schenkel et al., 2013). Використання плавлених сирів може призвести до погіршення структури, а також білийонних та жирових відшарувань.

Додатково – як варіант внесення молочних білків пропонується технологія виготовлення сирного напо-

внювача для використання на м'ясопереробному підприємстві (Moiseev et al., 2017; Rudiuk et al., 2021). Це технологічне рішення передбачає використання сухих молочних концентратів та замінників молочного жиру для створення сирного наповнювача безпосередньо на підприємстві з мінімальним дооснащенням. Головна перевага цієї технології полягає в тому, що вона дає можливість контролювати вміст основних компонентів на стадії вхідної сировини, що є надзвичайно важливим для якості продукту. В результаті цієї технології можна отримати продукт з більш збалансованим складом білків та жирів потрібної кількості для певного виробничого періоду. Крім того, сировинні компоненти не вимагають спеціальних умов зберігання і холодильного обладнання, що додатково зекономить ресурси підприємства. Загалом ця технологія буде надзвичайно корисною для забезпечення якісного та збалансованого продукту з мінімальними витратами (Paredes-Belmar et al., 2017).

Мета дослідження

Розроблення рецептур напівкопчених ковбас, за рахунок внесення різних видів молочних компонентів та продуктів на їх основі

Матеріал і методи досліджень

Під час виконання дослідів використовувалися стандартні та загальновідомі методи дослідження, що забезпечують виконання поставлених завдань.

З метою обґрунтування доцільності використання молочних білків у рецептурах напівкопчених ковбас змодельовано рецептури, в яких використано молочні білки та традиційні види м'яса, яке використовується в м'ясопереробній галузі, та проведено порівняльне дослідження технологічних, фізико-хімічних і структурно-механічних показників із рецептурою з використанням рослинного білка (соевого ізоляту).

Напівкопчені ковбаси виготовлялися за стандартизованою технологією, згідно з чинними нормативними документами.

Сухі білки вносилися без попередньої гідратації. На етапі складання фаршу у фаршесмішувачі сировина використовувалась у охолоджену вигляді. За контроль взято рецептуру з використанням як додаткової білкової складової – соєвого ізоляту, який доволі широко використовується у рецептурах напівкопчених ковбас, згідно з технічними умовами.

Результати та їх обговорення

Модельні рецептури напівкопчених ковбас наведено у таблиці 1.

У таблиці 2 наведено фізико-хімічні показники напівкопчених ковбас з використанням молочних та рослинних білкових препаратів.

За даними таблиці 2 видно, що використання білкових препаратів позитивно впливає на вихід готового продукту та забезпечує вміст вологи у ньому, який відповідає вимогам нормативних стандартів. Оскільки додані білки мають як емульгуючу, так і вологозв'язуючу здатність, їх використання дозволяє зберегти максимальний вихід готового продукту при використанні низькобар'єрних оболонки.

Таблиця 1

Рецептури модельних напівкопчених ковбас з використанням білкових препаратів молочного та рослинного походження

Сировина	Вміст рецептурних компонент, %			
	Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3	Рецептура № 4 (Контроль)
Основна сировина, %				
Яловичина першого гатунку	50	50	50	50
Свинина напівжирна	28	28	28	28
Сало хребтове	20	20	20	20
Казеїн	2	-	-	-
Казеїнат натрію	-	2	-	-
Концентрат сироваткового білка (КСБ)	-	-	2	-
Соевий ізолят	-	-	-	2
Допоміжна сировина, у % до основної сировини				
Сіль харчова	1,7	1,7	1,7	1,7
Перець чорний	0,1	0,1	0,1	0,1
Мускатний горіх	0,04	0,04	0,04	0,04
Нітрит натрію	0,005	0,005	0,005	0,005
Триполіфосфат натрію	0,25	0,25	0,25	0,25

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники напівкопчених ковбас з використанням молочних та рослинних білкових препаратів

Показник	Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3	Рецептура №4 (Контроль)
Вміст вологи %	43,6 ± 0,8	42,1 ± 0,5	45,2 ± 0,6	41,9 ± 0,7
ВЗЗ, %	96,5 ± 0,7	98,1 ± 0,5	93,3 ± 0,4	97,1 ± 0,6
pH	6,62	6,7	6,57	6,63
Вміст жиру, %	30,1 ± 0,1	32,5 ± 0,1	35,3 ± 0,1	32,8 ± 0,1
Пластичність, см ² *г/кг	24,4 ± 0,2	22,2 ± 0,7	22,5 ± 0,7	23,1 ± 0,7
Вміст білка, %	13,4 ± 0,1	14,05 ± 0,1	12,6 ± 0,1	13,8 ± 0,1
Вихід, %	90,2 ± 0,7	93,3 ± 0,2	87,3 ± 0,2	92,4 ± 0,2
Aw	0,958	0,953	0,957	0,951

Зразок № 2 та контроль мають подібні фізико-хімічні показники, зокрема вміст загального білка (№ 2 14,05; Контроль 13,8), високе значення ВЗЗ. Це пов'язано з доброю розчинністю та високими функціональними властивостями використаних білкових препаратів. Ковбасні батони мали високу щільність, виділення бульйону та жирових підтікань не відбувалось. Використання концентрату сироваткового білка дещо знизило загальний рівень pH, що зв'язано з його значенням у вхідній сировині.

Значення активності води (Aw) для зразків перебувало на рівні 0,951–0,957 одиниці, що свідчить про досить високі показники гідrataції використаних білкових препаратів.

Ковбасні вироби, виготовлені за рецептурами № 2 і № 4 (контроль) мали кращу консистенцію порівняно зі зразками № 1 і № 3. Це, на наш погляд, пов'язано з

кращою розчинністю та здатністю до гідrataції білків, що використовувались.

Після охолодження напівкопчені ковбаси були досить щільними, не кришилися при нарізанні, в зразках не було виявлено бульйонних та жирових відшарувань.

Як зазначалось раніше, внесення до складу рецептур напівкопчених ковбас молочних білків частково вплинуло на смак та запах продукту. В зразках з'явився виражений молочний запах, який збагатив загальну ароматичну композицію ковбасних виробів. У зразку № 3 із використанням КСБ прослідковувався солодкуватий присмак, що спровокований наявністю лактози у складі білкового препарату.

Сир сичужний може бути використаний у складі напівкопчених ковбас для поліпшення смаку та структурно-механічних показників ковбасних виробів.

Ковбаси, які містять сир, можуть мати більш насичений та приємний смак, а також більш ніжну та сокови-

ту текстуру. Також важливо зазначити, що використання сиру у напівкопчених ковбасах може підвищити вміст загального жиру, в тому числі ненасичених жирних кислот, та підвищити калорійність продукту.

Нами були розроблені рецептури напівкопчених ковбас з використанням попередньо дослідженої м'ясної сировини з додаванням до складу сирів сичужних як наповнючів.

У таблиці 4 наведено фізико-хімічні показники напівкопчених ковбас з використанням сирів сичужних як наповнювачів.

Таблиця 3

Рецептури модельних напівкопчених ковбас з використанням сирів сичужних

Сировина	Вміст рецептурних компонент, %		
	Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3
Основна сировина, %			
Яловичина першого гатунку	55	50	50
Свинина напівжирна	23	25	20
Сало хребтове	10	15	15
Сир "Гауда"	12	-	-
Сир "Сулугуні"	-	10	-
Сир "Фітнес"	-	-	15
Допоміжна сировина, у % до основної сировини			
Сіль харчова	1,7	1,7	1,7
Перець чорний	0,1	0,1	0,1
Мускатний горіх	0,04	0,04	0,04
Нітрит натрію	0,005	0,005	0,005
Триполіфосфат натрію	0,25	0,25	0,25

Таблиця 4

Фізико-хімічні показники напівкопчених ковбас

Показник	Рецептура № 1	Рецептура №2	Рецептура № 3
Вміст вологи %	44,0 ± 0,8	45,0 ± 0,5	43,9 ± 0,6
VЗЗ, %	97,1 ± 0,7	98,0 ± 0,5	98,5 ± 0,4
pH	6,56	6,64	6,62
Вміст жиру, %	38,1 ± 0,1	36,5 ± 0,1	32,1 ± 0,1
Пластичність, см ² *г/кг	22,4 ± 0,2	21,9 ± 0,7	24,7 ± 0,7
Вміст білка, %	14,8 ± 0,1	13,9 ± 0,1	15,1 ± 0,1
Вихід, %	91,0 ± 0,7	90,7 ± 0,2	91,3 ± 0,2
Aw	0,958	0,961	0,952

Вміст загального жиру дещо вищий, ніж у попередніх рецептурах, з використанням білкових препаратів, що є наслідком використання сирів у рецептурах, котрі мають доволі високу частку жиру.

Порівнюючи рецептури за органолептичними показниками, можна стверджувати, що найкращою є рецептура № 3 з використанням сиру "Фітнес" (з низьким вмістом жиру, 22 %) в кількості 15 % у складі рецептури.

Продукт, виготовлений за даною рецептурою, має гарний смак та аромат, не має бульйонних та жирових набряків. За консистенцією пружний та щільний, не кришиться при нарізанні, має характерний хруст. На розрізі чітко видно рисунок сиру, що залишився стабільним та не розплавився під дією термічної обробки. До зразків № 1 та № 2 мали зауваження щодо щільності на вигляду на зрізі, оскільки відбулось під-

Зразки сирів відбирались в торговельних мережах м. Києва з урахуванням традиційних переваг споживачів та з урахуванням вмісту в них сухих речовин, згідно з діючими нормативними вимогами.

З даних таблиці 4 видно, що вміст вологи перебуває на рівні 45 %, даний показник – у межах норми відповідно до ДСТУ 4435:2005 "Ковбаси напівкопчені". Значення Aw характерне для напівкопчених ковбас.

плавлення сиру, що призводило до утворення порожот, в які вивільнився бульйон у вигляді драглеподібного згустку. Це вплинуло на загальну консистенцію продукту, вигляд на зрізі та значно погіршило споживче сприйняття продукту. При цьому смак та запах продуктів був на високому рівні. Для використання як заміни сиру в рецептурах напівкопчених ковбас були попередньо розроблені та виготовлені сирні продукти на основі білкових концентратів та стабілізаційних систем.

Продукти мають подібні структурно-механічні характеристики із твердими сичужними сирами, при цьому виготовляються за спрощеною технологією, яку можна реалізувати безпосередньо у м'ясопереробному виробництві.

В таблиці 5 наведено рецептури розроблених сирних продуктів.

Таблиця 5
Рецептури модельних зразків сирних продуктів

№	Сировинна компонента	Вміст у рецептурі, кг		
		Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
1	Вода	45	40	50
2	Замінник молочного жиру	10	15	5
3	Концентрат сироваткового білка	20	10	-
4	Казеїнат натрію	15	20	30
5	Структуруюча композиція	10	15	15
6	Суміш смако-ароматична	0,8	1,0	1,2
7	Сіль кухонна	1,5	1,5	1,5
8	Лимонна кислота	-	0,1	0,1
9	Барвник "Анато"	0,04	0,04	0,04
Всього, кг		102,34	102,64	102,84

Сирні продукти, виготовлені за рецептурами, наведеними в таблиці 5, мали високі споживчі й технологічні показники. При цьому виготовлення сирних продуктів технологічно не є складним процесом, така форма внесення значно розширює можливості використання будь-яких видів сухих молочних продуктів.

Для визначення ефективності використання сирних продуктів у складі рецептур напівкопчених ковбас були змодельовані рецептури напівкопчених ков-

бас з використанням виготовлених сирних продуктів, які замінили в рецептурах сичужні сири (таблиця 6).

Технологія виробництва напівкопчених ковбас не відрізнялася від традиційної технологічної схеми виробництва.

У таблиці 7 наведено фізико-хімічні та функціонально-технологічні показники напівкопчених ковбас з використанням розроблених сирних продуктів як наповнювачів.

Таблиця 6
Рецептури модельних зразків напівкопчених ковбас з розробленими композиціями сирних продуктів

Сировина	Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3
Яловичина першого гатунку	60	60	55
Свинина напівжирна	15	10	15
Сало хребтове	20	20	15
Сирний продукт	5	10	15
Спеції і харчові добавки, у % до основної сировини			
Сіль	1,7	1,7	1,7
Суміш смако-ароматична (Комбі)	0,8	0,8	0,8
Нітрит натрію	0,005	0,005	0,005
Вода	3,0	3,0	3,0
Клітковина пшенична	0,4	0,4	0,4

Таблиця 7
Фізико-хімічні показники напівкопчених ковбас з використанням розроблених сирних продуктів

Модельні зразки	pH	Вміст вологи, %	ВЗЗ, %	Вміст білка, %	Aw
Зразок № 1	6,4	55,8 ± 0,1	92,1 ± 0,2	13,9 ± 0,1	0,978
Зразок № 2	6,3	54,5 ± 0,09	91,4 ± 0,3	14,1 ± 0,08	0,981
Зразок № 3	6,4	53,5 ± 0,05	89,5 ± 0,09	14,8 ± 0,50	0,971

Характеризуючи фізико-хімічні показники готових ковбасних виробів з використанням виготовлених сирних продуктів, можна стверджувати, що додавання до рецептур напівкопчених ковбас молочних білкових препаратів у вигляді готового сирного продукту позитивно впливає на загальний вміст білка. При цьому продукт залишається стабільним за показниками якості та показником вологозв'язуючої здатності.

Висновки

У результаті проведених досліджень дана оцінка можливості використання молочних білків у складі технологічних композицій, сирів сичужних та проду-

ктів сирних у складі напівкопчених ковбасних виробів.

Доведено можливості внесення додаткових молочних білків до рецептур напівкопчених ковбас у вигляді сухих білкових препаратів, сичужних сирів та білково-жирових продуктів на основі сухих молочних компонентів, що дозволяє виробляти напівкопчені ковбаси з високими показниками якості.

Підтверджено, що використання у складі напівкопчених ковбас розроблених сирних продуктів дозволяє виробляти продукти з високими показниками якості та споживчими характеристиками.

Розроблені рецептури дозволяють значно ширше використовувати молочні продукти в рецептурах

напівкопчених ковбас. При цьому можна використувати різні варіанти внесення залежно від потреб та виробничих можливостей. Використання будь-якого із запропонованих способів поєднання традиційної м'ясної сировини і наповнювачів, що вміщують молочні білки, дозволить поліпшити амінокислотний склад та біологічну цінність готових ковбасних виробів і розширити асортимент повноцінних м'ясних продуктів.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення біологічної цінності та біологічної ефективності розроблених напівкопчених ковбас з використанням сирного продукту, а також обґрунтування термінів зберігання даних продуктів з комбінованим складом сировини.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів

References

- Agarwal, S., Beausire, R. L., Patel, S., & Patel, H. (2015). Innovative uses of milk protein concentrates in product development. *Journal of food science*, 80(S1), A23–A29. DOI: 10.1111/1750-3841.12807.
- Brodziak, A. (2012). Właściwości żelujące i tekstura żeli otrzymanych z białek serwatkowych pochodzących z mleka krów różnych ras. *ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 4(83), 161–174. URL: <https://wydawnictwo.ptz.org/magazine-archive/aneta-brodziak-wlasciwosci-zelujace-i-tekstura-zeli-otrzymanych-z-bialek-serwatkowych-pochodzacych-z-mleka-krow-roznych-ras>.
- Dudzinska, A., Domagala, J., & Wszolek, M. (2014). Wpływ wysokiego ciśnienia hydrostatycznego na podstawowe składniki mleka. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 3(94), 27–40. URL: https://wydawnictwo.ptz.org/wp-content/uploads/2015/02/03_Dudzinska.pdf.
- Kamsulina, N. V., Ildirova, S. K., & Bolshakova, V. A. (2011). Vykorystannia riznykh vydiv molochnykh preparativ u tekhnolohiiakh kovbasnykh vyrobiv. *Prohresyvnii tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli*, 2, 280–288 (in Ukrainian).
- Minorova, A. V., Romanchuk, I. O., Krushelynyska, N. L., & Matsko, L. M. (2015). Doslidzhennia mikrostruktury ta poverkhnevo-aktyvnykh vlastyvoitei sukhykh kontsentrativ syrovatkovykh bilkiv, otrymanykh metodom ultrafiltratsii. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky*, 1(2), 89–93. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znvnutn_2015_1%282%29_18 (in Ukrainian).
- Moiseev, N., Suchkova, E., & Iakovchenko, N. (2017). Possibility of using reconstituted milk in manufacture of cheese with cheddaring and cheese curd stretching. *Agronomy Research*, 15(S2), 1358–1368. URL: https://agronomy.emu.ee/wp-content/uploads/2017/05/Vol15SP2_Moiseev.pdf.
- Musiichuk, O. (2008). Perspektyvy vykorystannia produktiv pererobky molochnoi syrovatky. *Tovary i rynky*, 1, 78–83. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tovary_2008_1_14
- Nasser, S., Moreau, A., Jeantet, R., Hédoux, A., & Delaplace, G. (2017). Influence of storage conditions on the functional properties of micellar casein powder. *Food and Bioproducts Processing*, 106, 181–192. DOI: 10.1016/j.fbp.2017.09.004.
- Paredes-Belmar, G., Luer-Villagra, A., Marianov, V., Cortés, C. E., & Bronfman, A. (2017). The milk collection problem with blending and collection points. *Computers and electronics in agriculture*, 134, 109–123. DOI: 10.1016/j.compag.2017.01.015.
- Rudiuk, V., Pasichnyi, V., & Khorunzha, T. (2021). Rationale of cheese filling technology for the meat industry. *PROCEEDINGS, UNIVERSITY OF RUSE*, 60, book 10.2. 36–41. URL: <https://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp21/10.2/10.2-8.pdf>.
- Rudiuk, V., Pasichnyi, V., Khorunzha, T., & Krasulya, O. (2019). Sour milk product with high protein content. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(91), 79–83. DOI: 10.32718/nvlvet-f9113.
- Schenkel, P., Samudrala, R., & Hinrichs, J. (2013). Thermo-physical properties of semi-hard cheese made with different fat fractions: Influence of melting point and fat globule size. *International Dairy Journal*, 30(2), 79–87. DOI: 10.1016/j.idairyj.2012.11.014.
- Strashynskiy, I., Fursik, O., Pasichnyi, V., Marynin, A., & Goncharov, G. (2016). Influence of functional food composition on the properties of meat mince systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(11(84)), 53–58. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.86957.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9915
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.3:664.5

Designing the technology of goat cheese with spices using a separator-normalizer

Yu. R. Hachak¹✉, O. R. Myhaylytska¹, V. O. Nahovska¹, B. V. Gutyj¹, I. F. Lanytsia²

¹Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

²Lviv University of Trade and Economics, Lviv, Ukraine

Article info

Received 02.03.2023

Received in revised form

03.04.2023

Accepted 04.04.2023

Hachak, Yu. R., Myhaylytska, O. R., Nahovska, V. O., Gutyj, B. V., & Lanytsia, I. F. (2023). Designing the technology of goat cheese with spices using a separator-normalizer. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 86–91. doi: 10.32718/nvlvet-f9915

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary
Medicine and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel: +38-097-331-99-23
E-mail: hachakuriy@gmail.com

Lviv University of Trade
and Economics,
Tuhan-Baranovskiy Str., 10,
Lviv, 79008, Ukraine.
Tel: +38-067-286-69-02
E-mail: vmzia@ukr.net

The article substantiates the possibility of using spices in soft goat cheese technology. For the production of cheeses, black pepper, garlic and red pepper are selected, which have an antiseptic effect, are used for intestinal disorders, myositis, rheumatism, polyarthritis, atherosclerosis, gout, anemia, hypertension, angina pectoris and bronchial asthma. The process of preparing fillers before adding them to the cheese mass during the production of soft cheeses is described. Recipes of soft goat cheeses with vegetable fillers were calculated and the expediency of using individual components was justified. The technology of soft goat cheese with spices involves the process of normalizing goat milk on a separator-normalizer to a mass fraction of fat of 3.1 %. The normalized mixture should be pasteurized at a temperature of 72–76 °C. The fermentation temperature is chosen from 28 to 32 °C, depending on the season. Fermentation is carried out for 6–8 hours until acidity increases to 22–24 °T. It is planned to heat the curd mass with spices at a temperature of 80–85 °C for 20 minutes with continuous stirring. The organoleptic and physicochemical parameters of the finished product are described. The mass fraction of fat in the dry matter of the finished cheese with spices was 50%, the mass fraction of moisture was 47–48 % and the salt content was 1.4–1.5 %. Soft goat cheese with spices is offered in the form of round balls weighing 20–25 g filled with corn oil (6–7 balls in a glass jar). The addition of plant spices to the cheese grain not only gave the product original organoleptic characteristics, but also increased its biological value. The studied physico-chemical, organoleptic and microbiological parameters of the samples of soft goat cheese with spices meet the requirements of the current regulatory documents. The use of black pepper, garlic and red pepper in the production of soft goat cheeses is appropriate in view of the enrichment of the product with biologically active substances and the expansion of the range of dairy products. Prospects for further research are in the study of quality indicators of soft goat cheese with spices during storage.

Key words: soft cheese, herbal supplements, pepper, garlic.

Проектування технології козиного сиру з прянощами із застосуванням сепаратора-нормалізатора

Ю. Р. Гачак¹✉, О. Р. Михайлицька¹, В. О. Наговська¹, Б. В. Гутий¹, І. Ф. Ланиця²

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

²Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів, Україна

У статті обґрунтовано можливість використання прянощів у технології м'якого козиного сиру. Для виробництва сирів вибрано перець чорний, часник та перець червоний, які виявляють антисептичну дію, застосовують при розладах кишечника, міозитах, ревматизмі, поліартриті, атеросклерозі, подагрі, малокрів'ї, гіпертонії, стенокардії та бронхіальній астмі. Описано процес підготування наповнювачів перед внесенням у сиру масу при виробництві м'яких сирів. Розраховано рецептури м'яких козиних сирів з рослинними наповнювачами та обґрунтовано доцільність використання окремих складників. Технологія м'якого козиного

сиру з прянощами передбачає процес нормалізації козиного молока на сепараторі-нормалізаторі до масової частки жиру 3,1 %. Нормалізовану суміш слід пастеризувати при температурі 72–76 °С. Температуру сквашування вибирають від 28 до 32 °С, залежно від пори року. Сквашування проводять протягом 6–8 год до наростання кислотності до 22–24 °Т. Передбачено термізацію сирної маси з прянощами при температурі 80–85 °С протягом 20 хв при постійному перемішуванні. Описано органолептичні та фізико-хімічні показники готового продукту. Масова частка жиру в сухій речовині готового сиру з прянощами становила 50 %, масова частка вологи – 47–48 %, вміст кухонної солі – 1,4–1,5 %. Сир козиний м'який з прянощами пропонується у формі круглих кульок масою 20–25 г, залитих кукурудзяною олією (по 6–7 кульок у скляній баночці). Додавання до сирного зерна рослинних прянощів не лише надало продукту оригінальних органолептичних характеристик, а й підвищило його біологічну цінність. Досліджені фізико-хімічні, органолептичні та мікробіологічні показники зразків м'якого козиного сиру з прянощами відповідають вимогам діючих нормативних документів. Застосування перцю чорного, часнику і перцю червоного при виробництві м'яких козиних сирів є доцільним з огляду збагачення продукту біологічно активними речовинами та розширення асортименту молочної продукції. Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні показників якості м'якого козиного сиру з прянощами при зберіганні.

Ключові слова: м'який сир, рослинні добавки, перець, часник.

Вступ

Зараз у світі однією з глобальних проблем залишається продовольча. Продовжує спостерігатися недостатнє споживання рослинних білків, олій, вітамінів та харчових волокон, що негативно впливає на функціонування організму людини (Nahovska et al., 2017; Nagovska et al., 2023).

Тому досить актуальним завданням є розширення асортименту і збільшення обсягів виробництва продукції, збагаченої білками, харчовими волокнами, мінеральними речовинами та біологічно активними речовинами (Hachak et al., 2018).

Важливе місце серед харчових продуктів займають молочні, зокрема сири, які мають високу біологічну та енергетичну цінність (Moatsou, 2019; Manuelian et al., 2017). Основними принципами створення нових сирів з комбінованим складом сировини є зниження калорійності й підвищення вмісту біологічно активних речовин (Hachak, et al., 2018).

У роботах вчених (Vlasenko et al., 2016; El-Sayed, 2020; Christaki et al., 2021; Christaki et al., 2022; El-Sayed et al., 2021; Kontogianni et al., 2022) наведені результати експериментів стосовно використання різних рослинних компонентів при виробництві сирів. Сири з рослинними компонентами набувають популярності серед прихильників здорового харчування у різних країнах світу.

Аналіз джерел літератури показав, що велика увага приділена виготовленню сирів із водними екстрактами трав та ефірних олій (Christaki et al., 2021; Christaki et al., 2022; El-Sayed et al., 2022; Kontogianni et al., 2022). Варто зазначити, що додавали рослинні екстракти для збільшення вмісту біологічно активних компонентів, обмеження окислення та підвищення мікробної стабільності продукту. Проводились дослідження стосовно використання капсульованих екстрактів як добавок до сирів. Проте екстракти зазвичай є не такими потужними, як ефірні олії. Проводились експерименти щодо впливу інкапсульованих екстрактів із різноманітних рослин на фізико-хімічний та мікробіологічний профіль сирів. Дослідження показали, що завдяки інкапсуляції біоактивні сполуки захищені від випаровування, окислення та взаємодії з іншими компонентами харчової матриці (Christaki et al., 2021).

Проводились дослідження щодо використання екстрактів і ефірної олії орегано при виробництві

молочних продуктів. Наноемульсії “масло у воді” були включені в традиційні грецькі сироваткові сири Мізитра та Антотиро. Сенсорний аналіз показав, що наноемульсії орегано вплинули на органолептичні показники обох сирів (Christaki et al., 2022). Однак більшість протоколів екстракції біоактивних речовин (водні та спиртові екстракти, ефірні олії), не дозволяють вилучення всіх біоактивних сполук з рослинної сировини. Тому краще включати рослини безпосередньо в харчові продукти.

Також розроблено технологію функціонального м'якого сичужного сиру “Моцарела-манзар” з рослинними добавками (кріп, петрушка в сухому вигляді), які вносились у кількості 1 % на стадії готовності сирної маси (Vlasenko et al., 2016).

У роботі (El-Sayed, 2020) описано дослідження щодо використання як функціонального інгредієнта порошку шпинату при виробництві ультрафільтрованої м'якого сиру. Завдяки додаванню нанопорошку з ретентатом підвищено вміст клітковини, мінеральних речовин, фенолів та антиоксидантну активність. Також зросли вміст білка і кислотність продукту зі збільшенням кількості доданої рослинної добавки.

Таким чином, можна зробити висновок, що виробництво м'яких сирів з прянощами є досить перспективним напрямком досліджень. Перець чорний мелений володіє антисептичною дією, стимулює секреторну функцію кишечника. Його застосовують при простудах, перець сприяє відновленню сил (Lee et al., 2020). Перець червоний є незамінним засобом для тих, хто страждає розладами кишечника, оскільки має досить високу бактерицидну дію. Приймають перець зовнішньо і при міозитах, ревматизмі, поліартриті, подагрі, при катарі верхніх дихальних шляхів у вигляді мазі чи втиранням настоянки (Lu et al., 2020; A et al., 2022). Часник сушений застосовують як засіб проти склерозу, при малокрів'ї, атеросклерозі, гіпертонії, стенокардії та бронхіальній астмі (Ansary et al., 2020; Tesfaye, 2021).

У літературних джерелах (Vlasenko et al., 2016; Christaki et al., 2021; El-Sayed et al., 2021; Christaki et al., 2022; El-Sayed et al., 2022; Kontogianni et al., 2022) не виявлено даних щодо застосування у технології м'яких сирів перцю чорного, перцю червоного та часнику, які володіють корисними властивостями для організму людини. Тому потрібно провести комплексне дослідження, присвячене вивченню впливу цих прянощів на виробництво та якість сиру.

Мета дослідження

Метою досліджень було проектування технології м'якого козиного сиру із рослинними прянощами, вивчення показників якості та властивостей козиного сиру.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальні дослідження проводились в умовах наукової лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького та на виробництві.

Як відомо, на виробництві та у приватних господарів традиційно виготовляється багато видів козиних сирів, а звідси виникла потреба у розробці нових чи удосконаленні наявних технологій із використанням різноманітних прянощів.

Серед прянощів нами запропоновано перець чорний, перець червоний та часник у різних кількостях та співвідношеннях. Додавання цих прянощів обумовлено їхньою високою біологічною цінністю.

Прянощі вносили безпосередньо у сирне зерно. Варто зауважити, що визначальним фактором при додаванні рослинних прянощів є максимальне збереження нормативних характеристик сиру.

Середні проби сирів для досліджень відбирали згідно з існуючими вимогами. Дослідження зразків м'яких козиних сирів проводили згідно з загальноприйнятими методиками.

Результати та їх обговорення

Нашими дослідженнями розроблена та запропонована в умовах виробництва удосконалена механізована технологія козиного сиру із рослинними добавками з використанням набору прянощів.

Нижченаведені експерименти передбачають використання комплексу прянощів із уточненням доз внесення у сирне зерно. Нами пропонується до запровадження в умовах сирцеху модифікована технологія виготовлення козиного сиру, що випускатиметься у вигляді кульок, до складу яких входитимуть різноманітні прянощі. Самі кульки розташовуватимуться у кукурудзяній олії та скляних баночках із кришками. Водночас окремі технологічні операції та процеси потребують як удосконалення, так і механізації. В основі наших досліджень було покладено використання існуючої технології козиного сиру в формі кульок та в олії.

Виготовлення козиного сиру проводиться із дотриманням технологічних прийомів, наведених на рис. 1.

Козине молоко з ємності надходить у ванну ВДП, де підігривається до 40–45 °С і відцентровим насосом подається до сепаратор-нормалізатор. Молоко нормалізується до жирності 3,1 %. Вершки збирають у фляги і направляють у холодильну камеру для охолодження, зберігання та подальшої переробки.

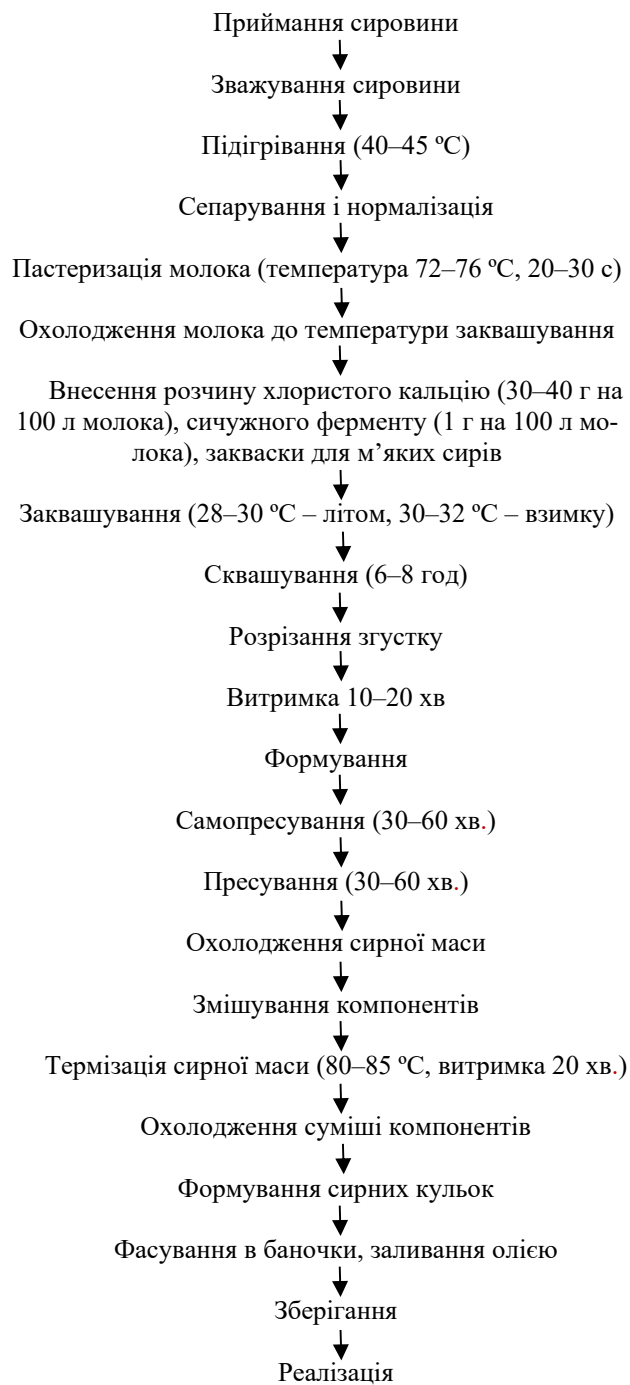


Рис. 1. Технологічна схема виробництва козиного сиру із прянощами

Нормалізовану суміш подають у резервуар, звідки насосом подають на пастеризаційно-охолоджувальну установку фірми “Екоком” продуктивністю 1000 л/год. Суміш пастеризують при температурі 72–76 °С і охолоджують у секції рекуперації до температури сквашування від 28 до 32 °С, що залежить від пори року. Секцію охолодження відключають. Підігріта суміш подається у ванну, куди вноситься бактеріальна закваска для м'яких сирів. Залишають суміш при температурі зсідання до наростання кислотності до 22–24 °Т. Після цього в суміш вносять молокозсідальний фермент у вигляді розчину, приготовленого відповідно до інструкції. Після того суміш перемішують

протягом 1–2 хв і зупиняють мішалку до утворення однорідного згустку впродовж 50–90 хв. Завершення згортання оцінюють за станом згустку. Далі згусток розрізають на частинки 2×2 см, залишають на 20 хв у спокої і зливають 30 % сироватки. Після того згусток вимішують протягом 15–20 хв і зливають при потребі ще 15–20 % сироватки.

Після цього мембранним насосом згусток подається у прес-візок Л5-ОПТ, де формується сирний пласт. Далі сирний пласт розрізають і для подальшого зневоднення та надання правильної форми і зв'язаної консистенції брусок викладають у перфоровані форми, які періодично перевертають. Тривалість самопресування залежить від температури і кислотності. Сформовані головки поміщають у басейн з розсолем концентрацією 18–20 % і температурою 10–12 °С на 1,5–3 год. Засолені головки викладають на полиці або контейнер для обсушування. Після обсушування сир зважують, виймають з форм і подають на агрегат харчовий універсальний АПУ-63, де він подрібнюється, ретельно перемішується, при потребі нормалізується і в підготовлену масу вносять прянощі за рецептурою.

Внесення у рецептуру прянощів зумовило потребу в деяких додаткових технологічних заходах. Так, запропоновані прянощі можуть використовуватись у сухому вигляді, у вигляді готових екстрактів або масляних витяжок, про що вказується у документах щодо їх використання. Попередньо всі прянощі підлягають попередній дезінфекції-термообробці. Так, деякі прянощі за необхідності просіюють, обробляють гарячою водою при температурі 95–100 °С. Чорний перець, червоний перець використовують у подрібненому вигляді – перед подрібненням прогрівають гарячим повітрям.

Після ретельного вимішування сирну масу в тому ж агрегаті термізують при 80–85 °С з витримкою 20 хв при постійному перемішуванні. Після цього маса там же охолоджується і подається в технологічний вазик.

Сирна маса викладається на технологічний стіл, на якому вручну формують кульки сиру масою по 20–25 г, що контролюють з допомогою електронної ваги.

Руки попередньо миють та обробляють етиловим спиртом. Готові кульки викладають у сухі чисті стерильні скляні баночки, куди наливають кукурудзяну олію до повного покриття кульок сиру. Баночки закривають і фасований сир в олії направляють у камеру зберігання на 2–3 доби.

Транспортування продуктів повинно проводитись в автомобілях-рефрижераторах чи автомашинах з ізоітермічним кузовом відповідно до діючих правил перевезень продуктів, що швидко псуються, які діють на даному виді транспорту.

Зберігання сиру у рослинній олії проводиться при відносній вологості повітря (80 ± 5) % і температурі від 0 до +4 °С – не більше ніж 90 діб, а при температурі від +4 до +8 °С – не довше ніж 60 діб.

Кожну партію сиру оцінюють за фізико-хімічними, мікробіологічними та органолептичними показниками.

На основі попередніх досліджень отримані зразки рецептур козиного сиру із прянощами: 1-й варіант – чорний перець з часником та 2-й варіант – суміш перців (перець чорний та перець червоний). У таблиці 1 наведені рецептури козиного сиру із різноманітними приправами в оптимальних кількостях.

Таблиця 1
Рецептура козиного сиру із різноманітними приправами.

№ п/п	Назви компонентів	Варіанти рецептур	
		№ 1	№ 2
1.	Сирне тісто	995,6	968,9
2.	Чорний перець	0,4	27,6
3.	Часник	4,0	–
4.	Перець червоний	–	3,5
5.	Всього	1000	1000

Всі зразки поряд з високими дегустаційними оцінками володіли належними товарознавчими характеристиками, що дає підстави рекомендувати дані рецептури як промислові для впровадження на підприємстві.

До комплексу показників органолептичної оцінки козиного сиру входили дослідження смаку, запаху, консистенції, рисунку сиру, зовнішнього вигляду та стану тіста. З метою порівняльного аналізу щодо контрольного сиру (прототипу) був вибраний сир м'який "Чайний", що за фізико-хімічними показниками (масовою часткою жиру в сухій речовині – 50 %, масовою часткою вологи – 57 %, солі – 1,0 %) був найбільш близький до м'якого козиного сиру, виготовленого нами. Органолептичні показники м'якого козиного сиру традиційного та із прянощами наведено у таблиці 2.

Отриманий сир в основному відповідав нормативним вимогам, що висуваються до м'яких сирів даної групи (без визрівання). Так, смак і запах дослідного сиру був сирний, у міру специфічний зі присмаком прянощів (при їх додаванні). Консистенція сиру була однорідна, при зовнішньому огляді чітко видно додані прянощі, пластична із шорсткістю. Колір кульок сиру був білий із легким жовтуватим відтінком залежно від кількості доданих приправ.

Згідно з нормативними вимогами, фізико-хімічні показники доповнюють комплекс обов'язкових досліджень сиру. Результати фізико-хімічних показників м'якого козиного сиру (традиційного та з прянощами) наведені у таблиці 3.

Цифровий матеріал таблиці свідчить, що масова частка жиру в сухій речовині дослідного сиру становила 50 %, масова частка вологи – 47–48 %, вміст кухонної солі – 1,4–1,5 %, а енергетична цінність 245–247 ккал. Сир козиний м'який з прянощами пропонується у формі круглих кульок масою 20–25 г (по 6–7 кульок в олії у скляній баночці). Додавання до сирного зерна рослинних прянощів не лише надало продукту оригінальних органолептичних характеристик, а й підвищило його енергетичну цінність.

Таблиця 2

Органолептичні показники м'якого козиного сиру із використанням прянощів

Назва сиру	Назва показників та їх характеристика				
	смак і запах	консистенція, поверхня	рисунок	зовнішній вигляд	колір, стан тіста
М'який сир "Чайний"	Чистий, кисломолочний, солонуватий, без сторонніх присмаків і запахів	Ніжна, однорідна, мазеподібна, при повній відсутності крупності	Тісто без вічок, у вигляді кисломолочної маси, допускаються дрібні пустоти	Сир являє собою сиркову масу в фользі, коробках та ін.	Від білого до світло-жовтого кольору, однорідне по всій масі
Сир козиний м'який із прянощами	Свіжий, сирний, вишуканий, в міру солений, із присмаком прянощів	Однорідна, пластична, гладенька, в окремих місцях шорстка (особливо біля прянощів)	Однорідна маса, в міру щільна	Кульки правильної форми, маса 20–25 г, на кульках видно кусочки доданих прянощів	Білий, жовтуватий колір, залежно від виду доданих прянощів

Таблиця 3

Технологічні показники м'якого козиного сиру з прянощами в олії

№ п/п	Назва сиру	Технологічні показники сиру, %			Маса сиру	Форма сиру	Енергетична цінність, ккал
		масова частка жиру	масова частка вологи	масова частка солі			
1.	Сир м'який (контроль)	50	57	1,0	Сиркові брикети 80–100 г	Брикети	224,0
2.	Сир козиний м'який з прянощами в олії	50	47–48	1,4–1,5	20–25 г в упаковці 5–6 кульок	Круглі кульки	245,0–247,0

Важливою є дегустаційна оцінка, яка має на меті оцінити її смакові та товарні якості стосовно нормативних вимог. Органолептичні показники якості сиру, а також якість фасування оцінюють за 100-бальною системою. Як видно (табл. 4) з даних дегустаційної

оцінки козиного сиру, виготовленого традиційним способом та з прянощами, продукція повністю відповідає нормативним вимогам (відповідно 97 і 98 балів із 100 можливих).

Таблиця 4

Результати дегустаційної оцінки сиру козиного традиційного та із додаванням прянощів

Органолептичні показники	Варіанти сиру (бали)		
	нормативні вимоги	сир козиний	сир козиний з фітоприправою
Смак і запах	45	44	45
Колір	5	5	4
Консистенція	25	24	25
Рисунок	10	10	9
Зовнішній вигляд	10	10	9
Фасування і маркування	5	5	5
Всього	100	98	97

Підсумком комплексної оцінки дослідних зразків сиру з рослинними біодобавками є майже повна відповідність нормативним вимогам.

Як відомо, кожен харчовий продукт повинен бути не лише смачним, оригінальним у фасуванні, а й, що основне, безпечним для споживача. Як відомо, розвиток сторонньої мікрофлори у готовому продукті – це одна з основних причин псування сирів.

При виробництві сирів визначальну роль відіграє специфічна технічноважлива мікрофлора, що формує фізико-хімічні та органолептичні властивості продукції. Особливу увагу слід звертати на санітарний стан виробництва сирів, щоб не допустити попадання сторонньої мікрофлори у готовий продукт. Мікробіологічний контроль виробництва сирів складається з досліджень молока після пастеризації, з ванни чи сировиготовлювача, сиру після пресування та зрілого сиру на наявність бактерій групи кишкової палички. Згідно

з правилами мікробіологічного контролю обов'язковим є проведення посівів з нормалізованої суміші, сиру після пресування та зрілого сиру на середовище Кесслера. Були проведені мікробіологічні дослідження зразків сиру козиного м'якого традиційного та з прянощами.

За мікробіологічними показниками контрольні та дослідні (з прянощами) зразки козячого м'якого сиру повністю відповідали нормативним вимогам. Зокрема, бактерії групи кишкової палички в 0,01 г сиру та сальмонели в 25 г продукту не були виявлені. А кількість *Str. aureus* в 1,0 г продукту була у межах норми.

Отже, з даних проведених експериментів запропоновані козині сири з прянощами відповідали вимогам діючої нормативної документації. Це дає підставу рекомендувати сир м'який козячий з прянощами (за розробленими рецептурами) як ще дві одиниці асортименту для виробників козиних сирів.

Висновки

Запроектовано технологію м'якого козиного сиру із прянощами в умовах виробництва. Запроектована технологія та запропоноване технологічне обладнання дає можливість виготовляти сир навіть із невеликих об'ємів козиного молока. Розроблено промислові рецептури м'яких козиних сирів з прянощами. Дослідні зразки сирів володіли нормативними органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. Виробництво такої продукції дозволяє розвивати альтернативні джерела молочної сировини – козиного молока та розширювати вітчизняний асортимент молочної продукції новими зразками лікувально-профілактичного напрямку.

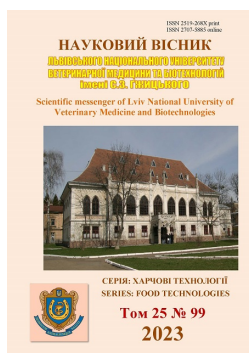
Перспективність подальших досліджень полягає у дослідженні показників якості м'якого козиного сиру з прянощами при зберіганні.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- A, A., Sharangi, A. B., Upadhyay, T. K., Alshammari, N., Saeed, M., & Al-Keridis, L. A. (2022). Physico-Chemical Properties of Red Pepper (*Capsicum annum L.*) as Influenced by Different Drying Methods and Temperatures. *Processes*, 10, 484. DOI: 10.3390/pr10030484.
- Ansary, J., Forbes-Hernández, T. Y., Gil, E., Cianciosi, D., Zhang, J., Elexpuru-Zabaleta, M., Simal-Gandara, J., Giampieri, F., & Battino, M. (2020). Potential Health Benefit of Garlic Based on Human Intervention Studies: A Brief Overview. *Antioxidants (Basel)*, 9(7), 619. DOI: 10.3390/antiox9070619.
- Christaki, S., Moschakis, T., Kyriakoudi, A., Biliaderis, C. G., & Mourtzinis, I. (2021). Recent advances in plant essential oils and extracts: Delivery systems and potential uses as preservatives and antioxidants in cheese. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 264–278. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.07.029.
- Christaki, S., Moschakis, T., Hatzikamari, M., & Mourtzinis, I. (2022). Nanoemulsions of oregano essential oil and green extracts: Characterization and application in whey cheese. *Food Control*, 141, 109190. DOI: 10.1016/j.foodcont.2022.109190.
- El-Sayed, H. S., Fouad, M. T., & El-Sayed, S. M. (2022). Enhanced microbial, functional and sensory properties of herbal soft cheese with coriander seeds extract nanoemulsion. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 45, 102495. DOI: 10.1016/j.bcab.2022.102495.
- El-Sayed, S. M., & Ibrahim, O. A. (2021). Physicochemical characteristics of novel UF-Soft Cheese Containing Red Radish Roots Nanopowder. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 33, 101980. DOI: 10.1016/j.bcab.2021.101980.
- El-Sayed, S. M. (2020). Use of spinach powder as functional ingredient in the manufacture of UF-Soft cheese. *Heliyon*, 6(1), e03278. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e03278.
- Hachak, Y., Gutyj, B., Bilyk, O., Nagovska, V., & Mykhaylytska, O. (2018). Effect of the cryopowder «Amaranth» on the technology of molten cheese. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(11(91)), 10–15. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.120879.
- Hachak, Y., Gutyj, B., Bilyk, O., Nagovska, V., & Mykhaylytska, O. (2018). Investigation of the influence of “Amaranth” cryoadditive on organoleptic and microbiological parameters of processed cheeses. *EUREKA: Life Sciences*, 1, 18–24. DOI: 10.21303/2504-5695.2018.00555.
- Lee, J.G., Chae, Y., Shin, Y., & Kim, Y.-J. (2020). Chemical composition and antioxidant capacity of black pepper pericarp. *Appl Biol Chem*, 63, 35. DOI: 10.1186/s13765-020-00521-1.
- Lu, M., Chen, C., Lan, Y., Xiao, J., Li, R., Huang, J., Huang, Q., Cao, Y., & Ho, C. T. (2020). Capsaicin – the major bioactive ingredient of chili peppers: bio-efficacy and delivery systems. *Food Funct.*, 11(4), 2848–2860. DOI: 10.1039/d0fo00351d.
- Kontogianni, V. G., Kasapidou, E., Mitlianga, P., Mataragas, M., Pappa, E., Kondyli, E., & Bosnea L. (2022). Production, characteristics and application of whey protein films activated with rosemary and sage extract in preserving soft cheese. *LWT*, 155, 112996. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112996.
- Moatsou, G. (2019). Cheese: Technology, Compositional, Physical and Biofunctional Properties: A Special Issue. *Foods (Basel, Switzerland)*, 8(10), 512. DOI: 10.3390/foods8100512.
- Manuelian, C. L., Currò, S., Penasa, M., Cassandro, M., & De Marchi, M. (2017). Characterization of major and trace minerals, fatty acid composition and cholesterol content of Protected Designation of Origin cheeses. *J. Dairy Sci.*, 100(5), 3384–3395. DOI: 10.3168/jds.2016-12059.
- Nahovska, V., Hachak, Y., Mykhaylytska, O., & Slyvka, N. (2017). Application of wheat brans as a functional ingredient in the technology of kefir. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 19(80), 52–56. DOI: 10.15421/nvlvet8011.
- Nagovska, V., Mykhaylytska, O., Slyvka, N., Bilyk, O., & Hachak, Y. (2023). Influence of the biologically active supplement “Immunocort” on the production and quality of the “Mozzarella Ukrainian” cheese. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(11(121)), 31–40. DOI: 10.15587/1729-4061.2023.272399.
- Tesfaye, A. (2021). Revealing the Therapeutic Uses of Garlic (*Allium sativum*) and Its Potential for Drug Discovery. *ScientificWorld Journal*, Dec. 30, 8817288. DOI: 10.1155/2021/8817288.
- Vlasenko, I. G., Vlasenko, V. V., & Semko, T. V. (2016). Udoskonalennja tehnologii siru «Mocarela-Manzar» funkcional'nogo priznachennja [Improving the technology of Mozzarella-manzar functional purpose cheese]. *Naukovi praci Nacional'nogo universitetu harchovih tehnologij, Kiiv, NUHT*, 22, 6, 228–236. URL: <http://ir.vtei.edu.ua/card.php?id=26294> (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print

ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9916

<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 631.57:664.68

Properties of a semi-finished product with a high degree of readiness of brownies “Cooking box” for special purposes based on nut flour

V. Mykhailenko[✉], A. Nemirich

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 07.03.2023

Received in revised form
10.04.2023

Accepted 11.04.2023

National University of
Food Technologies,
Volodymyrska Str., 68,
Kyiv, 01601, Ukraine.
Tel: +38-063-283-71-39
E-mail: vladlena29031994@gmail.com

Mykhailenko, V., & Nemirich, A. (2023). Properties of a semi-finished product with a high degree of readiness of brownies “Cooking box” for special purposes based on nut flour. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 92–98. doi: 10.32718/nvlvet-f9916

Today, flour confectionery products are in demand, but the majority of them contain ingredients that have a detrimental effect on people with gluten intolerance. The number of patients with gluten enteropathy is growing every year. According to statistical data, the highest number of people with celiac disease is recorded in the UK – 13 %, the Federal Republic of Germany – 11 %, Italy – 9 %, France – 6 % of the total population, while in Ukraine the official figure is 1 %, which is significantly lower compared to European countries. However, this is not a positive factor because in the European Union, everyone can freely test for allergens and identify problems in time, unfortunately, in Ukraine, screening programmes are quite expensive and not every citizen of our country has the financial means to undergo allergen testing. That is why the expansion of gluten-free products is timely and relevant. It has been analysed that more and more young people aged 22–25 are turning their attention to ready-to-eat semi-finished products or dry mixes. Given the fast pace of life of modern people, these products significantly minimise the time required to make products and do not require special skills. Unfortunately, the Ukrainian market is mainly represented by dry gluten-free mixes and semi-finished products only from foreign manufacturers, which is a negative factor due to the high cost and poor logistics routes, due to the military actions taking place in Ukraine. The category of people with various forms of celiac disease cannot receive appropriate and necessary products. It is important to develop state gluten-free finished products, semi-finished products with a high degree of readiness, dry mixes that would meet the needs of people who are gluten intolerant or have celiac disease. The article considers the peculiarities of creating a recipe for a semi-finished product with a high degree of readiness of a special-purpose brownie “Cooking box” based on nut flour. The microstructure of the agglutinated dough was analysed in comparison with the control. The temperature and time parameters of baking were determined and investigated, and the expediency of using nut flour (hazelnut, pine, walnut) was proved on the basis of the data. Based on the colour coordinates, the similarity between the control sample and the developed samples was proved, which is a positive factor, since the proposed products will not differ significantly from the control sample visually. In order to determine the absorption and release of moisture by the products and to establish the shelf life according to these indicators, the sorption and desorption properties of the products were studied. Based on the research, it was found that the developed sample based on walnut flour and the control absorbs the most moisture, as evidenced by the size of the holes, with the loss of a significant proportion of moisture in the products, it is possible to reduce the shelf life of the products, but the developed semi-finished products of a high degree of readiness based on hazelnut and cedar flour have lower sorbency and desorption properties, i.e. the shelf life will be longer.

Key words: colour characteristics, heating kinetics of special-purpose brownies, sorption, desorption, nut flour, semi-finished products of high readiness.

Властивості напівфабрикату високого ступеня готовності брауні “Cooking box” спеціального призначення на основі горіхового борошна

В. М. Михайленко[✉], О. В. Неміріч

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

В умовах сьогодення попитом користуються борошняні кондитерські вироби, проте рецептурний склад більшості містить складники, що згубно впливають на людей з непереносимістю глютену. Кількість хворих з глютенною ентеропатією зростає з кожним роком. Згідно зі статистичними даними – найбільше зафіксовано осіб з глютенною несприятливістю в країнах Великої Британії – 13 %, Федеративній Республіці Німеччини – 11 %, Італії – 9 %, Франції – 6 % від загальної кількості населення, в Україні офіційний показник хворих складає – 1 %, значно нижчий порівняно з європейськими країнами, але це не є позитивним фактором оскільки, в країнах Європейського Союзу кожна людина може вільно здійснити дослідження на алергени та виявити вчасно проблематику, на жаль в Україні скрінг програми достатньо дорого вартісні та не кожен громадянин нашої держави, має фінансову можливість зробити дослідження на алергени. Саме тому розширення безглютенових виробів є своєчасними та актуальними. Проаналізовано, що все більше молоді віком від 22–25 років, звертають свою увагу на напівфабрикати високого ступеню готовності або сухі суміші. Оскільки, враховуючи швидкий темп життя сучасних людей, ці продукти значно мінімізують час виготовлення виробів та не потребують особливих навичок. На жаль на ринку України представлені в основному сухі безглютенові суміші та напівфабрикати лише зарубіжних виробників, це є негативним фактором, через високу вартість та погані логістичні маршрути, через військові дії, які відбуваються на території України. Категорія осіб в яких зафіксовані різні форми целиакії не можуть отримувати відповідні та необхідні продукти. Актуальним є розробка державних безглютенових готових виробів, напівфабрикатів високого ступеню готовності, сухих сумішей, які б задовольнили потреби осіб, що є інтолерантними до глютену, або мають захворювання целиакії. У статті розглянуто особливості створення рецептури напівфабрикату високого ступеню готовності брауні спеціального призначення “Cooking box” на основі горіхового борошна. Проведено аналіз мікроструктури аглютенного тіста порівняно з контролем. Визначено і досліджено температурні та часові параметри випікання, на основі даних доведено доцільність використання горіхового борошна (фундуного, кедрового, волоського горіха). На основі координатів кольору доведено схожість між контрольним зразком та розробленими зразками, що є позитивним фактором, оскільки візуально запропоновані вироби не будуть значно відрізнятися від контрольного зразку. З метою визначення поглинання та вивільнення вологи виробами та встановлення термінів придатності за вказаними показниками, досліджено сорбційні та десорбційні властивості виробів. На підставі досліджень встановлено, що розроблений зразок на основі борошна волоського горіха та контроль найбільше поглинає вологи, про що свідчать розмір отворів, при втраті значної частки вологи у виробів можливо зменшення термінів придатності виробів, але розроблені напівфабрикати високого ступеню готовності на основі фундуного та кедрового борошна сорбційні та десорбційні властивості характеризуються меншими показниками, тобто термін придатності буде довшим.

Ключові слова: кольорові характеристики, кінетика прогрівання брауні спеціального призначення, сорбція, десорбція, борошно горіхових культур, напівфабрикати високого ступеню готовності.

Вступ

Свіжий готовий продукт, випечений на місці, не тільки вдалий маркетинговий хід, а й особливість, яка дає змогу виділитися в умовах підвищеної конкуренції. Водночас випічка виробів власними силами – достатньо трудомісткий процес, який вимагає спеціального обладнання і кваліфікації спеціалістів. Тому для полегшення виготовлення борошняних виробів сучасні виробники пропонують споживачам заморожені напівфабрикати високого ступеню готовності або “Cooking box”, сухі суміші для полегшення технологічного процесу та скорочення часу приготування. Загальносвітова тенденція демонструє зростання попиту на борошняні кондитерські вироби, які можна готувати в мікрохвильовій чи духовій печі.

Причиною зростання популярності є зручність використання заморожених кондитерських напівфабрикатів: час виготовлення їх складає 20 хвилин, розробляти напівфабрикати спеціального призначення для відповідної групи населення більш доцільно, оскільки це гарантує споживачу безпечність розробленого виробу, тому що для виготовлення безглютенових виробів закладам ресторанного господарства необхідно або робити реконструкцію приміщень, вкладати кошти в переоснащення, або змінювати формат на повністю безглютенові вироби.

На жаль, два чинники потребують значних витрат з боку керівництва, тому доцільніше та швидше купувати напівфабрикати високого ступеню готовності спеціального призначення, які виготовлятимуться на міні виробництвах.

На ринку України нині представлений вузький асортимент затребуваної продукції, що зумовлено соціальними, політичними, економічними факторами, тому розробка запропонованої продукції є актуальною та своєчасною.

На сьогодні з метою розширення асортименту групи продукції спеціального призначення, зокрема виробів, що споживатимуть особи, які корегують свій раціон з точки зору раціонального харчування, для частки населення, в якій спостерігається захворювання на целиакію зі зниженою толерантністю до глютену, доцільно використовувати безглютенове борошно, а саме борошно горіхових культур, тому що, в запропонованій сировині міститься значна частка мінеральних речовин, вміст яких в альтернативній сировині значно менший (Šmídová & Rysová, 2022).

Провівши маркетингові дослідження серед осіб віком 22–35 років, було обрано об'єктом для подальших досліджень брауні.

Розроблено борошняний напівфабрикат високого ступеню готовності спеціального призначення (БНВСГСП) брауні та досліджено структурні характеристики зразків: сорбцію та десорбцію за рахунок

використання борошна з рослинної сировини різного виду, і саме структура даного виду харчової продукції властива до поглинання вологи і летких речовин за рахунок пористості.

Оскільки рослинна продукція, а саме горіхові культури, борошно круп'яних культур, таких як гречане, рисове, кіноа тощо, не містять в своєму складі глютену є добрими сорбентами, тому користуються попитом у розробників, які виготовляють безглютенові вироби.

Їх сорбційні властивості характеризують здатність поглинати з навколишнього середовища пари води і летючі речовини. Ця властивість відіграє важливу роль в технологічному процесі виробництва, транспортуванні і готових виробів (Markova et al., 2023; Zhang et al., 2023).

Мета дослідження

Наукове обґрунтування та удосконалення технології напівфабрикатів високого ступеню готовності "cooking box" на основі борошна горіхового як структуроутворювача і поверхнево активної речовини лецитину.

Таблиця 1

Рецептура борошняного кондитерського виробу "Брауні" (контроль)

№	Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на порцію, г	
			в натурі	в сухих речовинах
1	Масло вершкове	84,00	30,00	25,2
2	Шоколад чорний 70 %	99,8	50,00	49,9
3	Цукор білий	99,85	10,00	9,98
4	Борошно пшеничне вищого сорту	85,50	15,00	12,83
5	Какао-порошок	95,00	7,00	6,65
6	Яйця курячі	27,00	20,0	5,4
Вихід			132	

Таблиця 2

Рецептура борошняний напівфабрикат високого ступеня готовності спеціального призначення (БНВСГСП) брауні "Cooking box"

№	Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на порцію, г	
			в натурі	в сухих речовинах
1	Какао-масло (дропси)	98,00	18,55	18,18
2	Кероб	99,80	49,95	49,85
3	Лецитин	99,00	0,71	0,70
4	Борошно фундукове, кедрове або волоського горіху	84,00	21,41	20,13
5	Яйця курячі	27,00	34,25	9,25
6	Цукор білий кристалічний	99,85	7,14	7,13
Вихід			132	105,23

Введення до рецептури запропонованих видів сировини дозволяє отримати вироби з поліпшеними органолептичними показниками якості: з вираженим смаком, запахом та поліпшеною консистенцією за рахунок більшого об'єму виробу, розвиненою дрібнодисперсною пористою структурою.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалами дослідження є борошно горіхове (волоського, кедрового і фундукового горіха) та борошняні напівфабрикати високого ступеня готовності "Cooking box".

Обрано методи дослідження: фізико-хімічні, структурно-механічні методи аналізу виробів (Jung et al., 2022).

Результати та їх обговорення

Як контроль обрано шоколадний брауні. Брауні (англ. Chocolate brownie) – це шоколадний десерт у вигляді торта, тістечка, пирога або кексу з вологим м'якушем. За класичною рецептурою для приготування брауні використовують такі інгредієнти, що наведені в табл. 1.

Запропоновано в технології класичного брауні замінити борошно пшеничне на кедрове, фундукове та грецького горіха. Така субституція дає змогу вживати страву хворим на целіакію. Це пояснюється тим, що білки кедрового, фундукового та грецького горіха борошна не містять глютену (рецептури наведено у табл. 2).

Досліджено зразки тіста для брауні "Контроль" та борошняних напівфабрикатів високого ступеня готовності спеціального призначення брауні "Cooking box" на основі борошна з кедрового, фундукового та волоського горіха (рис. 1).

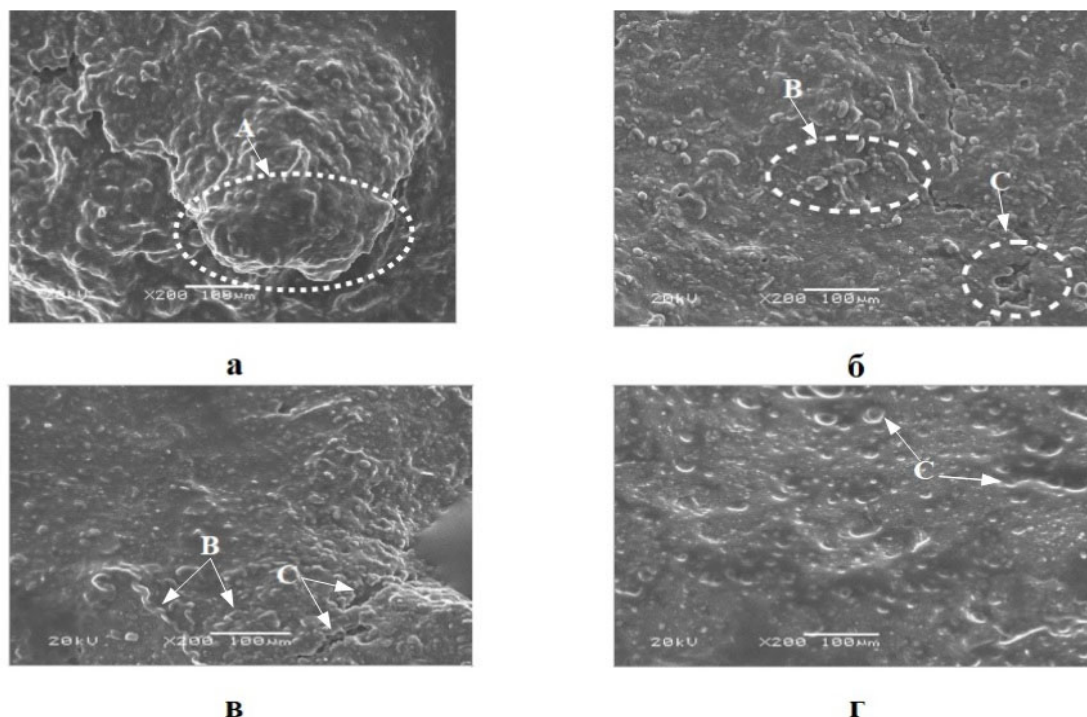


Рис. 1. Мікроструктура тіста контрольного зразку та БНВСГСП брауні “Cooking box” (×200 разів): а – контроль; б – брауні з фундуковим борошном; в – брауні з кедровим борошном; г – брауні з борошном волоського горіха

Після складання рецептури досліджували мікроструктуру зразків тіста для БНВСГСП брауні “Cooking box” контроль; з фундуковим борошном; з кедровим борошном; з борошном волоського горіха. Аналіз рисунків показує, що мікроскопічна структура дослідних зразків з додаванням борошна горіхового формує більш однорідну в’язку–пластичну структури тіста завдяки поверхневим взаємодіям гідрофобних сполук частинок борошна горіхового і лецитину, що дозволяє отримати гомогенну масу. На рис.1 (а) видно наявність гранул крохмалю в суцільній матриці та неорідну структуру м’якушки в контрольному зразку з великим розміром пор. Однак на рис.1 (б, в, г) показано зменшення розміру пор за рахунок додавання безглютенової сировини.

Таке зменшення розміру пор можна пояснити збільшення вмісту клітковини. Вищий вміст клітковини призводить до зниження в’язко-пружних властивостей, що таким чином призводить до меншого захоплення бульбашок повітря.

Крім того, наявність пустот може бути пов’язано з розривом білкових матриць рецептур.

Білковий компонент брауні знаходиться у вигляді сітки, що оточує крохмаль. Оскільки горіхове борошно характеризується вищим вмістом білку то спостерігається рівномірне розподілення пор.

Проведено дослідження кінетики прогріву різних шарів тістових заготовок “Cooking box” з метою визначення рекомендованої температури та часу виготовлення, які в подальшому будуть зазначені в нормативній документації та на упаковці. За допомогою

мідь-константових термопар, які розташовували на спеціальних “поплавках” таким чином, щоб у процесі випікання вони піднімались відповідно до підйому різних шарів тістової заготовки, було визначено криві процесу випікання продукту (рис. 2). Центр напівфабрикатів прогрівається до температури близько 120 за 16...17 хв.

Аналізуючи рисунок 2 бачимо, що отримані криві підтверджують гіпотези кінетики випікання, які свідчать про те, що шари під скоринкою формуються у щільну пористу частину в останню чергу, але при цьому вдалось забезпечити гнучкий стан середніх шарів. Встановлено, що шари модельних систем, які містяться під скоринкою, прогріваються з вищою інтенсивністю порівняно з центральними шарами модельних систем.

Готовність напівфабрикатів визначається за температурою прогріву верхньої скоринки 129...132 °С, але для уникнення порушень зовнішнього вигляду продукту, зокрема стану поверхні, необхідно витримати в духовій шафі напівфабрикат додатково ще 1...3 хв.

Також досліджено зміну кольорового забарвлення під час теплового нагрівання, що зображено у вигляді координат кольору (табл. 3).

Тісто для брауні на основі СКС можна заморожувати і отеплювати в НВЧ-апаратах, тому наступним етапом було визначення координат кольору після заморожування та оброблення НВЧ-випромінюванням з подальшим випіканням (табл. 4).

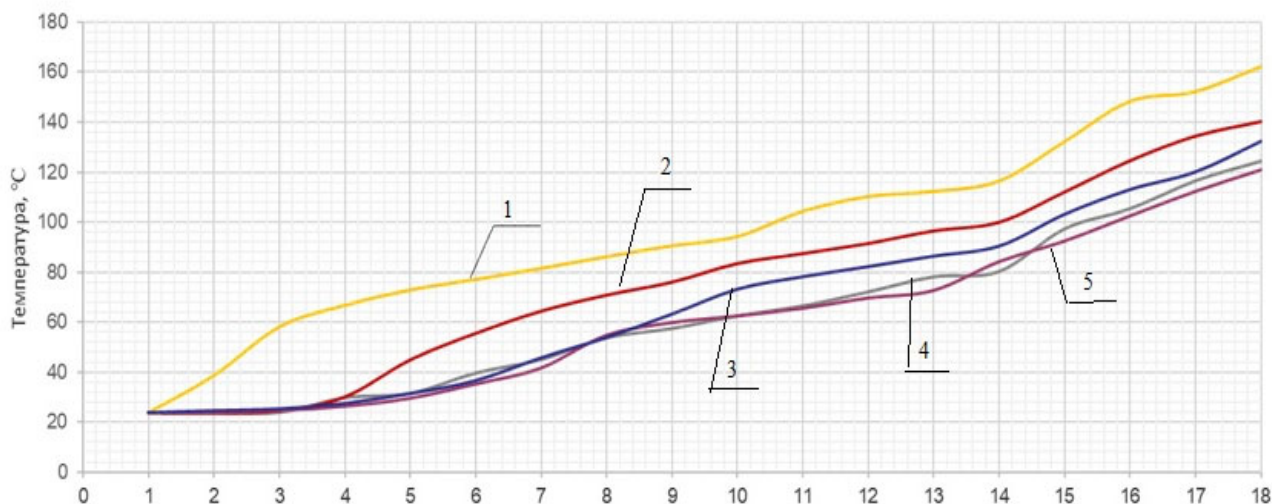


Рис. 2. Температурні криві процесу випікання контрольного зразка та тіста з горіховим борошном (висота напівфабрикату 50 мм): 1 – нижня скоринка; 2–7 мм від нижньої скоринки; 3–18 мм від нижньої скоринки; 4–20 мм від нижньої скоринки (середня частина); 5–32 мм від нижньої скоринки (верхня скоринка)

Таблиця 3

Координати кольору брауні: контроль та дослідні зразки (без заморожування) після випікання

Продукт	Координати кольору								
	R	G	B	L	a	b	X	Y	Z
дослідні зразки									
Брауні контроль	76	60	54	63	124	124	110	61	123
Брауні з фундуковим борошном	77	63	54	65	124	123	107	62	122
Брауні з кедровим борошном	85	59	52	66	125	125	108	64	122
Брауні з борошном волоського горіха	95	71	61	78	126	128	106	75	127

Таблиця 4

Координати кольору брауні: контрольні та дослідні зразки після шокового заморожування та оброблення НВЧ й випікання

Продукт	Координати кольору								
	R	G	B	L	a	b	X	Y	Z
дослідні зразки									
Брауні контроль	23	19	18	17	124	124	120	20	125
Брауні з фундуковим борошном	23	19	18	18	124	123	113	20	125
Брауні з кедровим борошном	25	23	24	21	124	124	120	24	125
Брауні з борошном грецького горіха	27	23	22	23	124	115	108	24	123

Як видно з табл. 4, після термічного оброблення (заморожування та випікання за допомогою НВЧ хвиль) відбувається біотрансформація забарвлюючих речовин в брауні з горіхового борошна інтенсивніше, ніж у контрольного зразка.

Харчові продукти здатні вбирати із зовнішнього середовища і виділяти в нього пари різних речовин і газів. Ця властивість харчових продуктів дуже важлива при їх транспортуванні та зберіганні. У продуктах відбуваються такі сорбційні процеси, як адсорбція (вбирання газоподібних речовин поверхнею продукту), абсорбція (вбирання газоподібних речовин всією масою продукту), хемосорбція (хімічна взаємодія між речовинами, які внаслідок сорбції потрапили в продукт, і речовинами самого продукту), капілярна конденсація (утворення рідин в макро- і мікрокапілярах твердих продуктів) і десорбція (перехід газоподібних

речовин з поверхні продукту в зовнішнє середовище) (Goralchuk et al., 2016).

Сорбційна ємкість борошна зумовлена двома причинами: наявністю капілярно-пористої колоїдної структури і значної пористості. Стінки макро- і мікрокапілярів у внутрішніх шарах продукту є активною поверхнею, яка бере участь у процесах сорбції. Активна поверхня набагато перевершує справжню поверхню.

Сорбційні процеси під час перевезення або зберігання призводять до зміни якості продуктів, наприклад, набуття неприємного запаху або втрата природного аромату.

У практиці торгівлі найбільше значення мають сорбція і десорбція водяних парів. Зміна вологості і маси продуктів під час транспортування або зберіган-

ня найчастіше є результатом саме сорбції чи десорбції водяних парів (Naqash & Ganib, 2017).

Вологообмін між харчовими продуктами і зовнішнім середовищем може проходити у двох протилежних напрямках, тобто може відбуватися:

- Зволоження харчових продуктів унаслідок вбирання вологи із зовнішнього середовища, якщо парціальний тиск водяних парів на поверхні продукту менший, ніж у повітрі.
- Усихання – передача вологи з продукту в зовнішнє середовище, якщо парціальний тиск водяних парів на поверхні продукту більший, ніж у повітрі.

Динаміка процесів сорбції і десорбції характеризується інтенсивністю протікання двох конкуруючих процесів: конденсацією молекул адсорбтиву на поверхні шару адсорбату, що покриває внутрішні і зовнішні поверхні пористого тіла, та випаровування молекул, які розташовані поблизу вільної поверхні шару адсорбату і досягли енергії активації (Naqash & Ganib, 2017).

Досліджено адсорбційні властивості борошняних напівфабрикатів високого ступеню готовності спеціального призначення “Cooking box”, що показані на графіках 3 та 4.

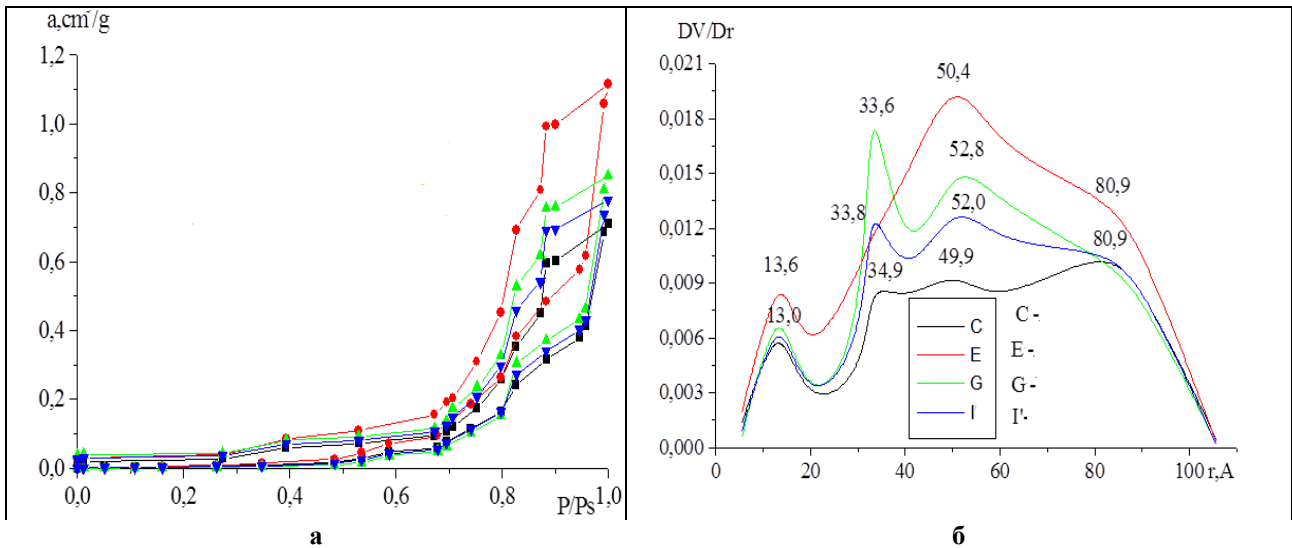


Рис. 3. Адсорбційні властивості БНВСГСП “Контроль”, БНВСГСП “Радість”, БНВСГСП “Любчик”, БНВСГСП “Горішок”

Виходячи з даних рис. 3, адсорбції вологи, можна сказати, що зразки адсорбували вологу до тиску $P/P_s = 0,5$ неактивно, тому що відбувалась так звана “адсорбція поверхневого шару зразків”, потім здійснювалось проникнення вологи до внутрішнього об’єму і вони активувалися, адже під тиском вологи зразки розпушувалися і всмоктувалися пари, через те, що об’єм пор зразків доволі високий.

Дивлячись на структурні характеристики зразків і на ізотерми адсорбції, можна сказати, що зразки широко пористі, бо адсорбційна поверхня дуже мала, а об’єм пор зразків доволі високий.

Найбільше набирав вологу зразок з борошном грецького горіха, тому що його об’єм пор дорівнював: $V_s = 1,12 \text{ cm}^3/\text{g}$, відповідно найменше набирав вологу зразок типу “Контроль”, про що свідчить його об’єм пор: $V_s = 0,71 \text{ cm}^3/\text{g}$, (з таблиці структурних характеристик).

Петлі гістерезису (площа між кривою адсорбції, що йде від нуля до верху і десорбції, що йде зверху до нуля) у зразків майже однакові за формою, що свідчить про схожі структурні дані (рис. 3а), проте у зразка “Контроль” повністю відсутні пори з діаметром приблизно 33 нанометри, так як після внесення борошна горіхового, ці пори з’являються, об’єм пор росте, зважаючи, який горіх доданий.

На кривій розподілу пор за радіусами (рис. 3б) видно, що у зразка борошна з грецького горіха пік найвищий, тобто великих пор у нього найбільше з діаметром 50,4 Ангстрем. Найменший пік у зразка типу “Контроль”, великих пор у нього замало, тому і найменший об’єм.

Усі зразки мають майже подібну адсорбційну структуру, бо їх адсорбційні криві збігаються за формою. З графіка 3б можна побачити наочно і вирахувати кількість пор, перпендикулярно опустивши від кінця заокруглення до осі абсцис з кожного боку, площа під перпендикулярами дасть відповідну кількість пор.

Усі зразки мають чудовий опуклий гістерезис, проте далі лінія десорбції не лягає на лінію адсорбції повністю і не закінчується на нулі, тому що зразки мають хемосорбцію, що визначає їх неостаточне видалення сорбату.

Хемосорбція – це хімічний зв’язок молекул зразків з адсорбатом, який не руйнується навіть при повному вакуумуванні при температурі зйомки, тобто при 20°C .

Структурні характеристики зразків, які були зняті у парах води, наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Структурні характеристики зразків брауні

№ п/п	Назва зразка	S, м ² /г	R ²	Vs, см ³ /г
1	Контроль	20	0,1925	0,71
2	З волоського горіха	25	0,3254	1,12
3	З кедрового горіха	6	0,7994	0,85
4	З фундукового горіха	16	0,5347	0,78

• де, S, м²/г – питома адсорбційна поверхня зразків монослой, верхній шар;

• Vs, см³/г – сорбційний об'єм пор зразків (найбільша кількість води, яку може взяти зразок при 20 °С з тиском 17,54 ммрс);

• R² – квадрат похибки розрахунку адсорбційної поверхні.

Отримані дані підтверджують розвинену дрібнопористу структуру отриманих брауні спеціального призначення.

Висновки

На підставі узагальнення теоретичного матеріалу та експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність виготовлення інноваційного брауні cooking box спеціального призначення на основі борошна з горіхових культур.

Дослідженням мікроскопії встановлено формування в'язко-пластичної структури тіста через поверхневі взаємодії частинок горіхового борошна і лецитину завдяки гідрофобним групам їх складових; доведено, що сумісне використання горіхового борошна і структуроутворювачів – лецитину сприяє підвищенню якості і харчової цінності, надає високих споживчих властивостей брауні спеціального дієтичного призначення порівняно з традиційним виробом на пшеничному борошні.

Розроблено способи чисельного визначення адсорбції на базі інтегральної функції розподілу пір по розмірах, який дозволяє визначати вміст рівноважної вологості для будь-якого пористого матеріалу у всьому діапазоні значень відносної вологості навколишнього середовища. Результати досліджень органолептичних властивостей контрольного та інших видів зразків добре узгоджуються з експериментальними даними сорбційних.

Для хворих на целиацію в більшості країнах розроблені технології аглютенного хліба, макаронних виробів, борошняних кондитерських виробів, борошна для випічки тощо.

На жаль, в Україні виробництво аглютенових виробів не налагоджене, проте з кожним роком асортимент продуктів цієї групи формується та розширюється.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому планується провести мікробіологічні дослідження для встановлення граничних показників безпеки та якості готових виробів і напівфабрикатів високого ступеня готовності. Дослідити можливі види альтернативної, екологічної упаковки, оскільки нова упаковка впливає на органолептичні, фізико-хімічні показники якості та безпечності.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Šmídová, Z., & Rysová, J. (2022). Gluten-Free Bread and Bakery Products Technology. *Foods*, 11(3), 480. DOI: 10.3390/foods11030480.
- Markova, E. S., Furman, A. N., Shekhtman, S. P. et al. (2023). Passive Adsorption of Aromatic Substances on Silicon Carbide and Nitrile Rubber Composites and a Comparison of the Chromatographic Profiles of Banana Candy, Fresh Banana, and “Banana” Flavor. *J Anal Chem*, 78, 68–73. DOI: 10.1134/S1061934823010070.
- Zhang, J., Guo, Z., Ren, Z., Wang, S., Yue, M., Zhang, S., Yin, X., Gong, K., & Ma, C. (2023). Rapid determination of protein, starch and moisture content in wheat flour by near-infrared hyperspectral imaging. *Journal of Food Composition and Analysis*, 117, 105134. DOI: 10.1016/j.jfca.2023.105134.
- Jung, J. K., Baek, U. B., Nahm, S. H., & Chung, K. S. (2022). Hydrogen sorption and desorption properties in rubbery polymer. *Materials Chemistry and Physics*, 279, 125745. DOI: 10.1016/j.matchemphys.2022.125745.
- Goralchuk, A., Omel'chenko, S., Kotlyar, O., Grinchenko, O., & Mikhaylov, V. (2016). Developing a model of the foam emulsion system and confirming the role of the yield stress shear of interfacial adsorption layers to provide its formation and stability. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(11(81)), 11–19. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.69384.
- Naqash, F., & Ganib, A. (2017). Gluten-free baking: Combating the challenges – A review. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 98–107. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.06.004.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print

ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9917

<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 665.345.4: 665.347.8:664.3

Fatty acid composition of mayonnaise based on sunflower, flax and hemp oil

L. P. Kryskova[✉], O. S. Pokotylo

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

Article info

Received 07.03.2023

Received in revised form

10.04.2023

Accepted 11.04.2023

Ternopil Ivan Puluj National
Technical University,
Ruska str., 56, Ternopil,
46001, Ukraine.
Tel.: +38-068-865-83-07
E-mail: lora.deret@gmail.com

Kryskova, L. P., & Pokotylo, O. S. (2023). Fatty acid composition of mayonnaise based on sunflower, flax and hemp oil. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 99–103. doi: 10.32718/nvlvet-f9917

The features of the fatty acid composition of oils and mayonnaise samples prepared on the basis of sunflower, linseed and hemp oils were determined by the method of gas-liquid chromatography. The ratio between the content of PUFAs of the ω -9/ ω -6/ ω -3 families in the investigated sunflower oil samples was established, which was 177 : 553 : 1. This is caused by the high content of linoleic and oleic acids and the low content of α -linolenic acid (ω -3) in sunflower oil. In the studied samples of linseed oil, the content of α -linolenic acid was 52 %, and the content of oleic (ω -9) and linoleic (ω -6) acids was 22.3 and 16.2 %, respectively. Therefore, the ratio between PUFAs ω -9/ ω -6/ ω -3 in the studied samples of linseed oil was 1.4 : 1 : 3.2. In the tested samples of hemp oil, the content of linoleic acid (ω -6) was 55.7 %, and the content of α -linolenic acid (ω -3) and oleic acid (ω -9) was 18.2 % and 13.2 %, respectively. The ratio between ω -9/ ω -6/ ω -3 PUFAs in the tested hemp oil samples was 1.4 : 4.5 : 1. Research has established a high content of PUFAs of the ω -6 family and a low content of PUFAs of the ω -3 family in the control sample of mayonnaise (K), which is made using sunflower oil with a content of 71.78 %. This sample was characterized by the ratio of PUFAs of the ω -3, ω -6 and ω -9 families as 1 : 13 : 7.3. In the test sample of mayonnaise (D) containing 23.3 % each of sunflower, linseed and hemp oils, the total content of PUFAs of the ω -3 family was 24.1 %, which is 20.4 % more than in sample K. The higher content of PUFAs of the ω -3 family ω -3 in sample D is caused by the high content of α -linolenic acid in linseed and hemp oils. The total content of PUFAs of the ω -6 family in mayonnaise sample D was 47.4 %, and in sample K – 49.1 %. The content of PUFAs of the ω -9 family in sample D was 18.8 %, and in sample K – 26.9 %. Therefore, the ratio between the content of PUFAs of the ω -3/ ω -6/ ω -9 families in sample D was 1.3 : 2.5 : 1. The ratio between the content of PUFAs/PUFAs in mayonnaise sample D was 1 : 9.3, while in sample K – 1 : 4.5. Thus, replacing 2/3 of sunflower oil with linseed oil and hemp oil in equal parts in the technological process of making sample D of mayonnaise gives a number of positive advantages in the biological value of the product, compared to sample K, which contains only sunflower oil in its composition. This is a decrease in the content of PUFAs of the ω -6 family, an increase in the content of PUFAs of the ω -3 family, optimization of the balance between the content of PUFAs of the ω -3 / ω -6 / ω -9 families, a decrease in the content of saturated fatty acids and, accordingly, an increase in the content of unsaturated. The results of the analysis of the fatty acid composition of the mayonnaise D sample allow us to recommend this emulsion oil-fat product as a functional product due to the balanced ratio between the content of PUFAs of the ω -3 / ω -6 / ω -9 families.

Key words: polyunsaturated fatty acids, omega-3, omega-6, linseed oil, hemp oil, mayonnaise.

Жирнокислотний склад майонезу на основі соняшникової, лляної і конопляної олій

Л. П. Криськова[✉], О. С. Покотило

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

Методом газорідинної хроматографії встановлено особливості жирнокислотного складу олій та зразків майонезу, які приготовлені на основі соняшникової, лляної і конопляної олій. Встановлено співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -9/ ω -6/ ω -3 у досліджуваних зразках соняшникової олій, яке становило 177 : 553 : 1. Це спричинено високим вмістом лінолевої і олеїнової кислот

та низьким вмістом α -ліноленової кислоти (ω -3) у соняшниковій олії. У досліджуваних зразках лляної олії вміст α -ліноленової кислоти становив 52 %, а вміст олеїнової (ω -9) та лінолевої (ω -6) кислот складав відповідно 22,3 та 16,2 %. Тому співвідношення між ПНЖК ω -9/ ω -6/ ω -3 у досліджуваних зразках лляної олії становило 1,4 : 1 : 3,2. У досліджуваних зразках конопляної олії вміст лінолевої кислоти (ω -6) складав 55,7 %, а вміст α -ліноленової кислоти (ω -3) та олеїнової (ω -9) становив 18,2 % і 13,2 % відповідно. Співвідношення між ПНЖК ω -9/ ω -6/ ω -3 у досліджуваних зразках конопляної олії становило 1,4 : 4,5 : 1. Дослідженнями встановлено високий вміст ПНЖК родини ω -6 і низький вміст ПНЖК родини ω -3 у контрольному зразку майонезу (К), який виготовлений із використанням соняшникової олії із вмістом 71,78 %. Даний зразок характеризувався співвідношенням ПНЖК родин ω -3, ω -6 та ω -9 як 1 : 13 : 7,3. У дослідному зразку майонезу (Д) із вмістом соняшникової, лляної та конопляної олій по 23,3 % загальний вміст ПНЖК родини ω -3 складав 24,1%, що на 20,4 % більше, ніж у зразку К. Більший вміст ПНЖК родини ω -3 у зразку Д спричинений високим вмістом α -ліноленової кислоти у лляній та конопляній оліях. Сумарний вміст ПНЖК родини ω -6 у зразку майонезу Д становив 47,4 %, а у зразку К – 49,1 %. Вміст ПНЖК родини ω -9 у зразку Д складав 18,8 %, а у зразку К – 26,9 %. Тому співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -3/ ω -6/ ω -9 у зразку Д становило 1,3 : 2,5 : 1. Співвідношення між вмістом НЖК / ПНЖК у зразку Д майонезу становило 1 : 9,3, тимчасом як у зразку К – 1 : 4,5. Таким чином, заміна 2/3 соняшникової олії на лляну і конопляну в рівних частках у технологічному процесі виготовлення зразку Д майонезу дає низку позитивних переваг у біологічній цінності продукту порівняно зі зразком К, який у своєму складі містить лише соняшникову олію. Це зменшення вмісту ПНЖК родини ω -6, збільшення вмісту ПНЖК родини ω -3, оптимізація балансу між вмістом ПНЖК родин ω -3 / ω -6 / ω -9, зменшення вмісту насичених жирних кислот і відповідно – збільшення вмісту ненасичених. Результати аналізу жирнокислотного складу зразку майонезу Д дозволяють рекомендувати даний емульсійний оліє-жировий продукт, як продукт функціонального призначення за рахунок збалансованого співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -3 / ω -6 / ω -9.

Ключові слова: поліненасичені жирні кислоти, омега-3, омега-6, лляна олія, конопляна олія, майонез.

Вступ

Збалансоване за жирнокислотним складом харчування людини залишається невирішеним питанням (Smoliar, 2006). Оскільки організм потребує постійного поступлення тваринних і рослинних жирів, які мають забезпечити оптимальне співвідношення усіх поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) родин омега-3, -6 та -9 в раціоні в межах 1 : 4–5 : 3 (Simopoulos, 2002; Lialyk et al., 2019). Це можна досягти за рахунок більшого споживання морепродуктів як джерела ПНЖК родини омега-3 і (або) лляної, оливкової чи конопляної олій як джерела ПНЖК родин омега-3 та -9 (Simopoulos, 2002). Відомо, що в останні десятиліття у раціоні більшості людей в Україні домінує соняшникові олія, яка є джерелом ПНЖК родини омега-6 (Smoliar, 2006; Pokotylo, 2008). Це призводить до зміни співвідношення поліненасичених жирних кислот омега-3, -6 та -9 в раціоні до 1 : 15–20 : 4, що несе загрозу розвитку метаболічних порушень в організмі (Simopoulos, 2002). Для організму надзвичайно важливим є збереження необхідного балансу в раціоні насамперед між ПНЖК родин омега-3 і омега-6. Оскільки омега-6 ПНЖК в організмі є попередниками синтезу різних біологічно активних речовин (БАР), таких як простагландини, лейкотрієни, тромбокساني тощо. Утворені БАР чинять негативну прозапальну дію, чим сприяють розвитку запального процесу і метаболічних, функціональних і органічних порушень (цукровий діабет, метаболічний синдром, атеросклероз, ішемічна хвороба серця) (Simopoulos, 2002; Pokotylo, 2008). Тимчасом ПНЖК родини омега-3 є попередниками БАР, які володіють протизапальною дією і забезпечують лікувально-профілактичний ефект при вищевказаних порушеннях. Розуміння цього механізму спонукає до необхідності підвищення споживання ПНЖК родини омега-3.

Одним із перспективних напрямів вирішення цього питання є оптимізації раціону за балансом ПНЖК родин омега-3, -6 та -9 через розширення ринку майонезів, які можуть бути виготовлені на основі олій з високим вмістом ПНЖК родини омега-3 (Shubravskaya & Sokolska, 2013; Bakhmach & Peshuk, 2015;

Hnitsevych & Honchar, 2019). Розробка нових рецептур майонезів і їх технологій залишається актуальним питанням з позиції нормування власне жирнокислотного складу раціону людини (Bondarenko, 2013; Helikh et al., 2021). Перспективної уваги в цьому плані заслуговує лляна і конопляна олії як джерела ПНЖК родини омега-3 (α -ліноленова кислота) та ПНЖК родини омега-9 (олеїнова кислота) (Goyal et al., 2014; Lewinska et al., 2015; Lialyk et al., 2019; 2020).

Виходячи зі сказаного вище, метою нашої роботи була розробка майонезу зі збалансованим співвідношенням ПНЖК родин омега-3, -6 та -9.

Мета дослідження

Метою роботи є наукове обґрунтування доцільності виготовлення майонезу з рівним вмістом соняшникової, лляної і конопляної олій на основі аналізу жирнокислотного складу олій та продукту.

Матеріал і методи досліджень

Методи досліджень. Дослідження жирнокислотного складу соняшникової, лляної і конопляної олій та зразків майонезів проводили методом газорідинної хроматографії на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890 з полум'яно-іонізаційним детектором, обладнаним капілярною колонкою SP-2560 довжиною 100 м (Holubets & Vudmaska, 2010).

Методика проведення. Дослідження проведено в науково-дослідній лабораторії технологій, аналізу та експертизи харчових продуктів та води кафедри харчової біотехнології і хімії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. На основі даних про жирнокислотний склад соняшникової, лляної і конопляної олій розроблено рецептурний склад дослідних зразків майонезу з різним співвідношенням цих олій. Для контрольного зразку використано майонез “Провансаль”.

Контрольний зразок майонезу містив рафіновану, дезодоровану соняшникову олію як джерело ПНЖК родини омега-6. Дослідний зразок майонезу містив соняшникову, лляну і конопляну олії у рівному спів-

відношенні. Рецептурний склад дослідного і контрольного зразків майонезу наведено у [таблиці 1](#).

Таблиця 1

Рецептурний склад контрольного і дослідного зразків майонезу

№ п/п	Сировина	Контрольний	Дослідний
1	Соняшникова олія, г	71,78	23,3
2	Лляна олія, г	-	23,3
3	Конопляна олія, г	-	23,3
4	Яйце куряче, г	20,25	20,2
5	Сіль кухонна, г	1,18	1,2
6	Цукор-пісок, г	1,39	1,4
7	Гірчиця, г	5,78	5,7
8	Лимонна кислота, г	5,78	5,8

На першому етапі досліджень було визначено жирнокислотний склад олій, які брали для приготування контрольного і дослідного зразків майонезу. На другому етапі приготували зразки майонезу згідно з ДСТУ 4487:2005 і досліджували їх жирнокислотний склад ([DSTU 4487:2005, 2006](#); [Holubets & Vudmaska, 2010](#)).

Статистичну обробку одержаних результатів досліджень і оцінку достовірності значень проводили за загальноприйнятими методами з допомогою ПЗ MS Excel із використанням t-критерію Стьюдента ([Romakin, 2006](#)).

Результати та їх обговорення

Експериментальне дослідження включало два етапи: на першому етапі досліджували жирнокислотний склад соняшникової, лляної та конопляної олій, а на другому – жирнокислотний склад контрольного і дослідного зразки майонезу. Результати першого етапу наведені у [таблиці 2](#).

Результати досліджень жирнокислотного профілю соняшникової, лляної та конопляної олій свідчить про істотні відмінності й у спектрі жирних кислот, і у відносному вмісті як насичених, так і ПНЖК. Відносний вміст насичених жирних кислот у досліджуваних оліях був приблизно однаковий і зменшувався в ряді: соняшникова олія (10,1 %) > лляна олія (9,5 %) > конопляна олія (9,3 %). Таким чином, серед досліджуваних олій найменшою за вмістом насичених жирних кислот є конопляна олія.

З наведених у [таблиці 2](#) даних видно: відносний ПНЖК родин омега-3, -6 та -9 суттєво відрізняється у досліджуваних оліях. Так, у соняшниковій олії сумарний відносний вміст ПНЖК родини омега-3 становив 0,2 %, ПНЖК родини омега-6 – 67,5 %, а ПНЖК родини омега-9 – 21,2 %. З отриманих даних видно, що соняшникова олія характеризується домінуючим вмістом ПНЖК омега-6. Враховуючи, що ПНЖК омега-6 чинять прозапальну дію, тому надмірне споживання власне соняшникової олії є фактором сприяння розвитку метаболічних порушень в організмі ([Pokotylo, 2008](#)). При цьому варто вказати і на співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9 у досліджуваних

зразках соняшникової олії, яке становить 177 : 553 : 1. Таке співвідношення між відносним вмістом ПНЖК ω -9/ ω -6/ ω -3 у соняшниковій олії свідчить про надмірну кількість ПНЖК ω -6 і дефіцит ПНЖК ω -3 та загалом є несприятливим для організму людини ([Simopoulos, 2002](#)).

Результати досліджень жирнокислотного профілю лляної олії вказують на високий відносний вміст у ній ПНЖК родини ω -3. Дана родина представлена в основному α -ліноленою кислотою, відносний вміст якої у досліджуваних зразках лляної олії складав 52 %. Варто зазначити, що лляна олія також має відносно високий вміст олеїнової (ω -9) та лінолевої (ω -6) кислот, який становив відповідно, 22,3 та 16,2 %. Тому співвідношення між відносним вмістом ПНЖК родин ω -9/ ω -6/ ω -3 у досліджуваних зразках лляної олії становило 1,4 : 1 : 3,2. Дане співвідношення між ПНЖК ω -9/ ω -6/ ω -3 у такому харчовому продукті, як лляна олія не є ідеальним для людини. Водночас, враховуючи надмірне поступлення в організм з традиційного раціону ПНЖК родин омега-6, споживання лляної олії має переконливе позитивне значення з позиції співвідношення ПНЖК родин ω -9/ ω -6/ ω -3 ([Simopoulos, 2002](#)). Тому вбачається перспективним додавання лляної олії при виготовленні таких емульсійних олієжирових продуктів, як майонези.

Дослідження жирнокислотного складу зразків конопляної олії засвідчило високий відносний вміст у ній лінолевої кислоти, який складав 55,7 %. Також у досліджуваних зразках конопляної олії відносний вміст α -ліноленої кислоти, що належить до родини ПНЖК родини ω -3, становив 18,3 %. Варто звернути увагу й на високий вміст у цих зразках олеїнової кислоти, яка представляє ПНЖК родини ω -9. Виходячи із отриманих даних, встановлено, що співвідношення між ПНЖК родин ω -9/ ω -6/ ω -3 у досліджуваних зразках конопляної олії становило 1,4 : 4,5 : 1.

Результати визначення жирнокислотного складу соняшникової, лляної і конопляної олій на першому етапі досліджень дозволили розробити рецептурний склад дослідного зразку майонезу. Другим етапом дослідження було визначення жирнокислотного профілю контрольного і дослідного зразків майонезу. Результати дослідження подано в [таблиці 3](#).

Як видно з даних, наведених у [таблиці 3](#), жирнокислотний профіль контрольного зразку майонезу обумовлений переважаючим вмістом соняшникової олії, котра складала 71,78 % від загального вмісту. Також жирнокислотний склад майонезу певною мірою залежав і від жирнокислотного складу яйця, вміст якого становив 20,25 %. У контрольному зразку майонезу встановлено високий відносний вміст ПНЖК родин ω -6 та ω -9, які представлені відповідно лінолевою та олеїновою кислотами і їх відносний вміст становив 48,1 та 26,9 %. Це обґрунтовано високим вмістом цих жирних кислот у соняшниковій олії. Разом з тим контрольний зразок майонезу характеризувався дуже низьким вмістом ПНЖК родини ω -3, який складав лише 3,7 %. З цього випливає, що співвідношення між ПНЖК родин ω -3, ω -6 та ω -9 у контрольному зразку майонезу становило 1 : 13 : 7,3. Споживання майонезу з таким співвідношенням між

ПНЖК родин ω -3, ω -6 та ω -9 може призвести до перенасичення організму ПНЖК родини ω -6. Надмірне і тривале поступлення ПНЖК родини ω -6 в організм призводить до порушення балансу між ПНЖК родин ω -6 та ω -3 в організмі на користь ПНЖК родини ω -6. Це в подальшому порушує жирнокислотний склад мембран клітин, зростає синтез прозапальних біологі-

чно активних речовин, які утворюються із ПНЖК родини ω -6 і зменшується синтез протизапальних із ПНЖК родини ω -3 (Simopoulos, 2002; Pokotylo, 2008). Також встановлено, що співвідношення між вмістом НЖК і ПНЖК у контрольному зразку майонезу становило 1 : 4,5.

Таблиця 2

Жирнокислотний склад соняшникової, лляної та конопляної олій, (M ± m, n = 3)

Назва жирної кислоти	Позначення	Соняшникова олія	Ляна олія	Конопляна олія
Міристинова	14 : 0	0,1 ± 0,01	-	-
Пальмітинова	16 : 0	6,7 ± 0,1	5,8 ± 0,4	6,1 ± 0,2
Пальмітоолеїнова	16 : 1	0,1 ± 0,01	-	-
Стеаринова	18 : 0	3,3 ± 0,1	3,7 ± 0,5	3,2 ± 0,02
Олеїнова ω -9	18 : 1	21,2 ± 0,7	22,3 ± 0,8	13,2 ± 0,8
Лінолева ω -6	18 : 2	66,3 ± 0,1	16,2 ± 0,7	55,7 ± 2,3
α -Ліноленова ω -3	18 : 3	0,12 ± 0,01	52,0 ± 1,0	18,2 ± 0,6
γ -Ліноленова ω -6	18 : 2	-	-	2,2 ± 0,1
Арахідонова ω -6	20 : 4	1,2 ± 0,1	-	1,4 ± 0,1
Сума НЖК		10,1	9,5	9,3
Співвідношення ПНЖК ω -9/ ω -6/ ω -3		177 : 553 : 1	1,4 : 1 : 3,2	1,4 : 4,5 : 1

Таблиця 3

Жирнокислотний склад контрольного і дослідного зразків майонезу (M ± m, n = 3)

Назва жирної кислоти	Позначення	Контрольний зразок	Дослідний зразок
Пальмітинова	16 : 0	13 ± 0,2	6,3 ± 0,2
Стеаринова	18 : 0	5,0 ± 0,2	3,4 ± 0,1
Олеїнова ω -9	18 : 1	26,9 ± 0,5	18,8 ± 0,4
Лінолева ω -6	18 : 2	48,1 ± 1,1	45,8 ± 1,3
α -Ліноленова ω -3	18 : 3	2,8 ± 0,1	23,2 ± 0,7
γ -Ліноленова ω -6	18 : 2	-	0,7 ± 0,1
Арахідонова ω -6	20 : 4	1,0 ± 0,1	0,9 ± 0,1
Докозапентаєва ω -3	22 : 5	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1
Докозагексаєнова ω -3	22 : 6	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1
НЖК		18,3	9,7
ПНЖК		81,7	90,3
ω -9		26,9	18,8
ω -6		49,1	47,4
ω -3		3,7	24,1
НЖК / ПНЖК		1 : 4,5	1 : 9,3
Співвідношення ПНЖК ω -3/ ω -6/ ω -9		1 : 13 : 7,3	1,3 : 2,5 : 1

Як показують результати досліджень дослідного зразку майонезу, що представлені у таблиці 3, у ньому встановлено істотні зміни жирнокислотного складу порівняно з контрольним зразком. Це обумовлено, з одного боку, зменшенням вмісту соняшникової олії в даному дослідному зразку майонезу з 71,78 % до 23,9 %, а з другого – додаванням лляної та конопляної олій по 23,9 %. У дослідному зразку майонезу встановлено більший відносний вміст ПНЖК (90,3 %) та менший НЖК (9,7 %) порівняно з контрольним, що поліпшує біологічну цінність харчового продукту.

Зміни у кількісному і якісному складі олій у дослідному зразку майонезу обумовили особливості жирнокислотного складу даного майонезу щодо співвідношення ПНЖК родин ω -3, ω -6 та ω -9, яке становило 1,3 : 2,5 : 1. Результати газохроматографічного аналізу дослідних зразків майонезу засвідчують підвищення відносного вмісту ПНЖК родини омега-3 та омега-9 щодо ПНЖК родини омега-6. Це можна пояснити тим,

що додавання лляної олії до дослідного зразку майонезу забезпечує високий вміст ліноленової олії, яка належить до ПНЖК родини омега-3, та конопляної олії, що характеризується високим вмістом олеїнової кислоти, яка відноситься до родини омега-9 ПНЖК.

Підсумовуючи отримані результати досліджень жирнокислотного профілю дослідного зразку майонезу, можна констатувати, що дослідний зразок майонезу має оптимальне співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -3/ ω -6/ ω -9. Такий харчовий продукт з підвищеною біологічною цінністю можна характеризувати як функціональний харчовий продукт, що здатний потенційно коригувати баланс ПНЖК родин ω -3/ ω -6/ ω -9 в організмі.

Висновки

Аналіз жирнокислотного складу дослідного зразку майонезу, який містив соняшкову, лляну і конопля-

ну олії, засвідчив позитивну зміну біологічної цінності даного харчового продукту порівняно з контрольним зразком, який містив лише соняшникову олію. Це обумовлено у дослідному зразку підвищеним вмістом ПНЖК родини ω -3, високим вмістом ПНЖК родини ω -9 та невисоким вмістом ПНЖК родини ω -6 порівняно із контрольним зразком. Можна стверджувати, що у дослідному зразку майонезу співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -3 / ω -6 / ω -9, яке становило 1,3 : 2,5 : 1, є оптимальним для організму і перевищує такий показник за біологічною цінністю у контрольному зразку майонезу.

Отримані результати у дослідженні жирнокислотного складу дослідного зразку майонезу, який містив у рівних кількостях соняшникову, лляну і конопляну олії, дозволяють рекомендувати даний емульсійний оліє-жировий продукт як продукт функціонального призначення за рахунок оптимального балансу між вмістом ПНЖК родин ω -3 / ω -6 / ω -9.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bakhmach, V. O., & Peshuk, L. V. (2015). Udoskonalennia tekhnolohii maioneziv z vykorystanniam roslynnoi syrovyny. *Kharchova promyslovist*, 18, 27–31 (in Ukrainian).
- Bondarenko, V. M. (2013). Rozvytok efektyvnoho vyrobnytstva maionezu v Ukraini. *Ekonomika APK*, 5, 61–64 (in Ukrainian).
- DSTU 4487:2005 (2006). *Maionezy*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- Goyal, A., Sharma, V., & Upadhyay, N. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *J Food Sci Technol*, 51, 1633–1653. DOI: 10.1007/s13197-013-1247-9.
- Helikh, A., Prymenko, V., Vasylenko, O., & Prykhodko, I. (2021). Doslidzhennia pokaznykiv yakosti ta bezpechnosti maionezu na osnovi konoplanoi olii. *Restoranni i hotelnyi konsaltnh. Innovatsii*, 4(2), 345–360. DOI: 10.31866/2616-7468.4.2.2021.249104 (in Ukrainian).
- Hnitsevykh, V., & Honchar, Yu. (2019). Tekhnolohiia ta yakist nyzkolaktoznykh emulsiinykh sousiv. *Tovary i rynky*, 3(31), 94–104. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tovary_2019_3_11 (in Ukrainian).
- Holubets, O. V., & Vudmaska, I. V. (2010). Vyznachennia zhyrnokyslotnoho skladu lipidiv metodom kapilarnoi hazoridynnoi khromatohrafii. *Metodychni rekomendatsii*, Lviv (in Ukrainian).
- Lewinska, A., Zebrowski, J., Duda, M., Gorka, A., & Wnuk, M. (2015). Fatty Acid Profile and Biological Activities of Linseed and Rapeseed Oils. *Molecules*, 20(12), 22872–22880. DOI: 10.3390/molecules201219887.
- Lialyk, A. T., Pokotylo, O. S., & Kukhtyn, M. D. (2019). Microbiological parameters of cheese paste with the content of flaxseed oil at different storage temperatures. *Scientific Messenger LNUVMB*, 21(91), 124–129. DOI: 10.32718/nvlvet-f9121.
- Lialyk, A., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Beyko, L., Horiuk, Y., Dobrovolska, S., & Mazur, O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica Et Chimica*, 19(2), 216–222. DOI: 10.36547/nbc.v19i2.776.
- Pokotylo, O. S. (2008). Vplyv polinenasychenykh zhyrnykh kyslot rodyny ω -3 i ω -6 na lipohenez i kholesterynohenez v orhanizmi morskykh svynok i bilykh shchuriv za normalnykh umov i pry kholesterynovomu navantazhenni: Avtoref. dys.... dokt. biol. nauk: 00.03. 04 – Biokhimiia. Lviv (in Ukrainian).
- Romakin, V. V. (2006). *Kompiuternyi analiz danykh: Navchalnyi posibnyk*. Mykolaiv: Vyd-vo MDHU im. Petra Mohyly (in Ukrainian).
- Shubravska, O. V., & Sokolska, T. V. (2013). Rozvytok rynku maionezu: svitovi tendentsii i vitchyzniani perspektyvy. *Ekonomika i prohnozuvannia*, 2, 80–93 (in Ukrainian).
- Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, 56(8), 365–379. DOI: 10.1016/s0753-3322(02)00253-6.
- Smoliar, V. I. (2006). Kontseptsiiia idealnoho zhyrovoho kharchuvannia. *Problemy kharchuvannia*, 4, 14–24 (in Ukrainian).
- Syromyatnikov, M. Y., Kiryanova, S. V., Popov, V. N. (2018). Development and validation of a TaqMan RT-PCR method for identification of mayonnaise spoilage yeast *Pichia kudriavzevii*. *AMB Express*, 8(1), 1–9. DOI: 10.1186/s13568-018-0716-y.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9918
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.352:636.146.33

Sensory indicators of suluguni cheese when using enzyme preparations of different origins in the technology of soft cheeses

I. V. Kholodenko , V. V. Bila, V. Yu. Bilyi, Y. O. Mashkin

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 07.03.2023
Received in revised form
10.04.2023
Accepted 11.04.2023

*Bila Tserkva National Agrarian
University, pl. Soborna 8/1,
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.
Tel: +38-097-699-59-61
E-mail:
ivan.kholodenko@btsau.edu.ua*

Kholodenko, I. V., Bila, V. V., Bilyi, V. Yu., & Mashkin, Y. O. (2023). Sensory indicators of suluguni cheese when using enzyme preparations of different origins in the technology of soft cheeses. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 104–107. doi: 10.32718/nvlvet-f9918

Cheeses are food products obtained by concentration and biotransformation of the main components of milk under the influence of physicochemical factors of rennet enzyme preparations and microorganisms. Suluguni occupies an important place among cheeses in Ukraine. Suluguni cheese has been known for a long time, it was first mentioned in the book of the Pope's personal chef Bartolomeo Scipri. Industrial production of the product was established at the end of the 18th century. The main operation in the production of rennet cheese is the enzymatic coagulation of milk under the action of chymosin, resulting in the formation of a milk clot with a large part of casein and whey. In the body of animals, chymosin, similar to cheese-making technology, coagulates milk at the beginning of its digestion. Thus, the processing of milk in the process of cheese production corresponds to natural physiological processes. III groups of milk samples ($n = 5$) were formed to conduct the experiment. In the control group of samples, rennet enzyme of microbial origin was used for curdling milk. In the 1st experimental group of samples, an enzyme preparation from the rennet of dairy calves, extracted according to the method of Yu. Ya. Svyridenko, was used. In the II experimental group, an enzyme preparation was used, which was extracted from the rennet of dairy calves according to the method of S. V. Merzlova. The duration of protein coagulation during the production of "Suluguni" cheese using a microbial enzyme preparation is 23 min., when using enzymes of the first research group – 27 min. and when using rennet enzymes of the II research group – 33 min. In view of the output of ready-made Suluguni cheese with a commercial purpose to obtain more profit, it is advisable to use an enzyme of microbial origin. According to sensory analysis, samples using calf rennet enzyme extracted according to the method of S. V. Merzlova (I research group of samples) were characterized by pronounced cheesy, sour-milk, without extraneous tastes and smells, taste and smell characteristic of soft fresh cheese; the surface is clean without mechanical damage, elastic; the consistency of the smear is gentle, moderately dense; the color is white, uniform throughout the mass. Samples of the II experimental group were characterized by the worst organoleptic indicators.

Key words: milk processing, soft cheeses, sensory analysis.

Introduction

Currently, an important place in people's diets is occupied by cheeses, which are the product of complex technological processing of milk, which results in the concentration of its main components with their subsequent fermentation (Ardo et al., 2002; Tsisaryk, 2013; Johnson, 2017; Merzlov et al., 2019). Cheeses are food products obtained by concentration and biotransformation of the main components of milk under the influence of enzymes, microorganisms and physicochemical factors (Ozturk et al., 2018; Merzlov et al., 2019).

Suluguni occupies an important place among cheeses in Ukraine. Suluguni cheese has been known for a long time, it was first mentioned in the book of the Pope's personal chef Bartolomeo Scipri. Industrial production of the product was established at the end of the 18th century (Ardo et al., 2002).

The main operation in the production of rennet cheese is the enzymatic coagulation of milk under the action of chymosin, resulting in the formation of a milk clot with a large part of casein and whey (Bos et al., 2003; Wenger & Mishchenko, 2011). In the body of animals, chymosin, similar to cheese-making technology, coagulates milk at

the beginning of its digestion (Bilyi & Merzlov, 2022). Thus, the processing of milk in the process of cheese production corresponds to natural physiological processes.

Another function of enzymes in cheese production is participation in the biotransformation of milk components into compounds that form organoleptic indicators of the product (Chuang et al., 2005).

Today, in connection with the shortage of rennet enzyme and its high cost, other enzymes are widely used, similar in action to rennet: pepsin and microbial enzymes. However, the use of enzymes of microbial origin can negatively affect the sensory parameters of cheeses. In addition, the demand for cheeses made with the use of natural rennet enzymes has been growing recently (Borshch et al., 2019).

Coagulation of milk by rennet enzymes involves two irreversible processes. There are several theories of rennet coagulation. From the standpoint of the hydrolytic theory, the mechanism of rennet coagulation is explained as follows: under the action of introduced rennet enzyme, the polypeptide chains of k-casein of the casein-calcium phosphate complex between phenylalanine and methionine are hydrolyzed (Park, 2001; Tsisaryk et al., 2017; Bilyi & Merzlov, 2022). As a result, k-casein molecules disintegrate into hydrophobic para-do-casein and hydrophilic glycomacropptide. As a result, the micelles lose their negative charge, and the hydration shell is partially destroyed – the system loses its stability, resulting in the appearance of protein flakes (I stage – induction). The loss of protective colloid functions by k-casein creates conditions for intensive coagulation with the participation of calcium ions in the structuring of paracasein (II stage). At this stage, a spatial network of the clot is formed, which later, after appropriate processing, is divided into two phases: solid (casein + fat) and liquid (milk sugar, proteins dissolved in water) (Semko et al., 2018; Bilyi et al., 2021; Bila & Merzlova, 2023).

The advantages of soft cheese production are: efficient use of raw materials; the possibility of selling cheese without ripening or with a short ripening period (no more than 14 days); good organoleptic indicators; high nutritional and biological value; quick turnover of capital investments. On the market of Ukraine, the segment of soft cheeses is mainly represented by products exported from the countries of the European Union (Melina et al., 2016; Bila & Merzlova, 2022).

Physicochemical, biochemical and microbiological processes in cheese and their intensity depend on the concentration and quality of rennet enzymes. Renal enzymes during cheese ripening inhibit the vital activity of putrefactive bacteria in cheese, while in certain concentrations they contribute to the development of lactic acid microflora of leavening preparations and their production of amino acids. Studies show that cheese contains a wide range of microflora such as *Lactococcus* spp., *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp., *Enterococcus* spp. and contaminating bacterial cells. Pasteurization of raw milk not only has a positive effect on the yield of cheese, but also protects the consumer from pathogenic microflora (Bilyi & Merzlov, 2022).

In terms of hygiene, the milk used to make mozzarella must be clean (free from mud particles). It should curdle when alcohol is added to it, not contain soda or any preservatives. Regarding microflora, milk has particularly high requirements – it must not contain extraneous microorganisms that can change the normal course of cheese ripening and cause defects. The process of obtaining high-quality cheeses largely depends on the biological integrity of milk, the development of lactic acid bacteria can be inhibited by the insufficient content or absence of digestible substances, necessary amino acids, vitamins, and trace elements in milk (Park, 2001; Semko et al., 2018; Bilyi et al., 2021).

For the production of cheese, lactic enzymes are suitable, which are able to quickly break the connection between the hydrophilic and hydrophobic parts of κ -casein and do not have a negative effect on the yield and organoleptic properties of cheeses. Lactobacillus enzymes differ among themselves in the ratio of chymosin and pepsin and lactobacillus activity.

The purpose of the research is to investigate the influence of different rennet enzymes on the main indicators of suluguni for soft cheese technology, to compare the effectiveness of different rennet enzymes on sensory and technological indicators of suluguni cheese.

Materials and methods

III groups of milk samples ($n = 5$) were formed to conduct the experiment. In the control group of samples, rennet enzyme of microbial origin was used for curdling milk. In the 1st experimental group, an enzyme preparation was used, which was extracted from the rennet of dairy calves according to the method of S. V. Merzlova (Merzlov et al., 2019; Bilyi & Merzlov, 2022). In the II experimental group of samples, an enzyme preparation from the rennet of dairy calves, extracted according to the method of Yu. Ya. Svyridenko, was used.

In both control and experimental groups, each sample was 10.0 dm³. The filtered milk was cooled to a temperature of 4 °C and kept for 12 hours. Pasteurization was carried out at a temperature of 60–63 °C with a holding time of 30 minutes. Pasteurized milk was normalized by mass fraction of fat. The rennet enzyme was added to the normalized milk heated to a temperature of 33 °C while gently stirring it. The clot was cut into cubes of 15–20 mm in size and left alone for 10–15 minutes, then it was carefully mixed for 20–30 minutes to compact and dehydrate. Mixing was carried out using stops for 2–3 minutes.

The curd curd together with the serum was heated to a temperature of 43 ± 1 °C for its better separation. Later, the curd curd is separated from the whey. The prepared water was heated to a temperature of 85 ± 1 °C, and after tearing off a piece from the cheese curd, it was immersed in hot water for 5...10 seconds. Repeating this several times, formed.

The duration of rennet coagulation of milk in minutes was determined from the moment of introduction of enzymes into the milk base until the formation of a dense clot. Syneretic properties were determined in the resulting clots by measuring the volume of separated serum every

10 minutes. within 1 hour Sensory parameters were analyzed in the finished product and cheese yield was determined.

Sensory analysis of cheese was carried out according to DSTU 4395-2005.

Results and discussion

The use of enzymes of various origins affects the duration of milk coagulation.

The duration of setting of the normalized mixture during the production of “Suluguni” cheese using a microbial enzyme was 23 minutes. For the use of an enzyme preparation extracted by the method of S. V. Freezing time increased by 12 % compared to the control group of samples, using the enzyme preparation extracted according to the method. In the well, it increased by 21 % compared to the control.

In view of the decrease in the duration of coagulation of the mixture in the samples of the control group of samples, it would be advisable to recommend the use of a microbial lactic acid enzyme in the production of soft cheese “Suluguni”, which leads to a reduction in the technological process of product production. One of the indicators of the quality of finished cheese is the mass fraction of moisture, which depends on the syneretic properties of the curds. Syneresis is the process of separating the serum from the clot, which includes spontaneous compaction of the structure due to the rearrangement of particles and an increase in the number of contacts between them, that is, compaction of the gel and pressing out of the dispersion medium. The data of the conducted studies show that the samples of the control group, in the digestion of which enzymes of microbial origin were used, have the lowest syneretic properties compared to the samples of the I and II research groups. The volume of serum released in 1 hour. in samples of the control group it was 44 %, while in samples I and II it was 46 and 58 %, re-

spectively. It should be noted that samples of research group I had the best syneretic properties when using calf rennet enzyme.

Given the syneretic properties of clots, it is promising to use calf rennet enzyme extracted according to S. V. Merzlov's method for the production of “Suluguni” soft cheese. Milk-digesting enzymes and modes of heat treatment of milk significantly affect the output of the finished product. Samples of the II research group using calf rennet enzyme extracted according to the method of Yu. Ya. Svyrydenka had a lower yield of cheese than the samples of the control and I experimental groups, which is explained by the formation of a larger amount of casein dust, which passes into the whey. The highest yield of cheese is noted when using rennet enzyme of microbial origin.

Therefore, in view of the production of ready-made Suluguni cheese with a commercial purpose to obtain more profit, it is advisable to use an enzyme preparation of microbial origin. Organoleptic indicators of Suluguni soft cheese are formed depending on the type of lactic acid enzyme.

The results of the sensory analysis are shown in Table 1. According to the organoleptic evaluation, the samples of the I experimental group using calf rennet enzyme were characterized by a pronounced cheesy, sour-milk taste, without extraneous flavors and odors, characteristic of soft fresh cheese taste and smell; the surface is clean without mechanical damage, elastic; the consistency of the smear is gentle, moderately dense; the color is white, uniform over the entire mass; dough with the presence of cells. The samples of the II experimental group were characterized by the worst organoleptic indicators when using the lactic acid enzyme extracted according to the method of Yu. Ya. Svyrydenka. It was characterized by an unexpressed cheesy taste; appearance – white color with a cream shade; smear consistency, slightly fragile; dough with the presence of small voids.

Table 1
Organoleptic indicators of soft cheese “Suluguni” with the use of different rennet enzymes

Indexes	Control group of samples	I experimental group of samples	II experimental group of samples
Appearance	The surface is clean without mechanical damage, hard	The surface is clean without mechanical damage, elastic	The surface is clean without mechanical damage, moderately elastic
Taste and smell	Cheesy, sour milk, without extraneous tastes and smells	Cheesy, sour-milk, without extraneous tastes and smells, characteristic of soft fresh cheese	Inexpressive cheesy taste, without extraneous tastes and smells, with the presence of slight acidity
Consistence	Smear, slightly brittle, moderately dense	Smear, gentle, moderately dense	Smear, slightly fragile, moderately dense
The color of the dough	White with a cream shade, uniform over the entire mass	White is uniform over the entire mass	White with a cream shade, uniform over the entire mass
Drawing	Dough with holes and the presence of small voids	Dough with eyes	Dough with small voids
Form	Rectangular	Rectangular	Rectangular

Conclusions

The duration of protein coagulation during the production of “Suluguni” cheese using a microbial enzyme preparation is 23 minutes, when using enzymes of the first research group – 27 minutes. and when using rennet enzymes of the II research group – 33 min. In view of the

output of ready-made Suluguni cheese with a commercial purpose to obtain more profit, it is advisable to use an enzyme of microbial origin. According to sensory analysis, samples using calf rennet enzyme extracted according to the method of S. V. Merzlov's 1st experimental group of samples was characterized by pronounced cheesy, sour-milk, without extraneous tastes and smells, taste and

smell characteristic of soft fresh cheese; the surface is clean without mechanical damage, elastic; the consistency of the smear is gentle, moderately dense; the color is white, uniform over the entire mass; dough with the presence of cells. Samples of the II experimental group were characterized by the worst organoleptic indicators.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

- Ardo, Y., Thage, B. V., & Madsen, J. S. (2002). Dynamics of free amino acid composition in cheese ripening. *Australian Journal of Dairy Technology*, 57(2), 109–115.
- Bila, V. V., & Merzlova, G. V. (2022). Research on the amino acid composition of milk obtained in Kyiv, Vinnytsia and Cherkasy regions as a raw material for soft cheeses. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 97–101. DOI: 10.31210/visnyk2022.03.12.
- Bila, V., & Merzlova, H. (2023). The influence of antibiotics in milk on the action of sourdough using cheese technology. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 66–69. DOI: 10.32718/nvlvet-a9811.
- Bilyi, V. Yu., & Merzlov, S. V. (2022). The effect of some modern enzymes on the parameters of milk coagulation. *Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. Series: Agricultural Sciences*, 24(96), 144–147. DOI: 10.32718/nvlvet-a9620.
- Bilyi, V. Yu., & Merzlov, S. V. (2022). The effect of various rennet enzymes on the technological and sensory parameters of cheese. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 103–109. DOI: 10.31210/visnyk2022.01.13.
- Bilyi, V., Merzlov, S., Narizhnyi, S., Mashkin, Yu., & Merzlova, G. (2021). Amino acid composition of whey and cheese under different rennet enzymes. *Scientific horizons*, 24(9), 19–25. DOI: 10.48077/scihor.24(9).2021.19-25.
- Borshch, O. O., Borshch, O. V., Kosior, L. T., Lastovska, I. A., & Pirova, L. V. (2019). The influence of crossbreeding on the protein composition, nutritional and energy value of cow milk. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(1), 117–123. URL: <https://www.agrojournal.org/25/01-16.pdf>.
- Bos, C., Metges, C. C., Gaudichon, C., Petzke, K. J., Pueyo, M. E., Morens, C., Everwand, J., Benamouzig, R., & Tomé, D. (2003). Postprandial kinetics of dietary amino acids are the main determinant of their metabolism after soy or milk protein ingestion in humans. *The Journal of Nutrition*, 133(5), 1308–1315. DOI: 10.1093/jn/133.5.1308.
- Chuang, C. K., Lin, S. P., Lee, H. C., Wang, T. J., Shih, Y. S., Huang, F. Y., & Yeung, C. Y. (2005). Free amino acids in full-term and pre-term human milk and infant formula. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 40(4), 496–500. DOI: 10.1097/01.mpg.0000150407.30058.47.
- Johnson, M. E. (2017). A 100-Year Review: Cheese production and quality. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9952–9965. DOI: 10.3168/jds.2017-12979.
- Melina, V., Craig, W., & Levin, S. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(12), 1970–1980. DOI: 10.1016/j.jand.2016.09.025.
- Merzlov, S., Bilyi, V., & Ryndin, A. (2019). Effect of extractors on the elimination rates of exposed enzymes. *Scientific horizons*, 8, 77–81. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-81-8-77-81
- Ozturk, M., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J. J., Johnson, M. E., & Lucey, J. A. (2018). Investigating the properties of high-pressure-treated, reduced-sodium, low-moisture, part-skim Mozzarella cheese during refrigerated storage. *Journal of Dairy Science*, 101(8), 6853–6865. DOI: 10.3168/jds.2018-14415.
- Park, Y. W. (2001). Proteolysis and Lipolysis of Goat Milk Cheese. *Journal of Dairy Science*, 84, E84–E92. DOI: 10.3168/jds.s0022-0302(01)70202-0.
- Semko, T. V., Vlasenko, I. G., & Hyrych, S. V. (2018). Innovations in the production of hard cheeses. Vinnytsia: VITE KNTEU.
- Tsisaryk, O. (2013). Analysis of the microbiological composition of sheep cheese. In *Actual problems of the food industry: Materials of the scientific conference* (p. 146–147). Ternopil: Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu.
- Tsisaryk, O. I., Musii, L. Ya., Slyvka, I. M., & Molokus, T. F. (2017). Development of “Mozzarella” cheese technology using different cheese sourdough. *Scientific Messenger LNUVMB*, 19(75), 23–28. DOI: 10.15421/nvlvet8019.
- Wenger, O. O., & Mishchenko, G. V. (2011). The use of proteolytic enzymes to provide wool-containing tissues with a durable soft vulture. *East European Journal of Advanced Technologies*, 3/6 (51), 42–44.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9919
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 658.56

Hazard identification and analysis during the production of natural roasted ground coffee according to the principles of HACCP

N. Ya. Susol^{1✉}, R. M. Branets²

¹Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

²United Registrar of Systems Ukraine LLC, Lviv, Ukraine

Article info

Received 14.03.2023

Received in revised form

17.04.2023

Accepted 18.04.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-947-68-31
E-mail: susn@ukr.net

United Registrar of Systems
Ukraine LLC, Lviv,
79005, Ukraine.
Tel.: +38-093-143-89-79
E-mail: rbranec787@gmail.com

Susol, N. Ya., & Branets, R. M. (2023). Hazard identification and analysis during the production of natural roasted ground coffee according to the principles of HACCP. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 108–115. doi: 10.32718/nvlvet-f9919

The article identifies and analyzes dangerous factors that may arise during the production of natural roasted coffee, which are an important element for the implementation of permanent procedures of the food safety management system according to the principles of HACCP. The responsibility and, at the same time, the mandatory task of every management of the enterprise is to guarantee quality at all critical points of the technological process of manufacturing food products, minimizing the risks of dangerous factors as much as possible. Natural roasted coffee production technologies are constantly changing, so the process of ensuring the analysis of all technological stages for the identification of biological, chemical and physical dangerous factors is continuous. Coffee undergoes the most changes during roasting, because a number of chemical reactions occur, resulting in the formation of new compounds, including potentially dangerous ones. Producers of natural roasted coffee can autonomously model parameters and modes of roasting raw materials in order to best ensure the aromatic and taste properties of coffee. According to EU requirements from 2018, coffee producers must minimize acrylamide formation, monitor acrylamide levels through sampling and research, and keep records of research results and mitigation measures. The conducted study determined the degree of risks by type of hazards (chemical, microbiological and physical) in accordance with the course of the technological process of preparation, roasting of natural coffee, including packing and labeling of packaging. Guided by current safety regulations and taking into account the reliable results of scientific research, acceptable (permissible) levels of risk are indicated. Assessment of the level of risks from dangerous factors during the production of natural roasted ground coffee is presented in the form of an algorithm, which can serve as a basic procedure method for simplifying the approach to implementing the requirements of the food safety management system. Due to the identification and analysis of dangerous factors, manufacturers have the opportunity to more objectively determine critical control points and establish their management measures, which will subsequently ensure the production of roasted ground coffee in accordance with safety and quality standards.

Key words: hazard factors, principles HACCP, natural roasted ground coffee, risks.

Ідентифікація та аналіз небезпечних чинників під час виробництва кави натуральної смаженої меленої за принципами HACCP

Н. Я. Сусол^{1✉}, Р. М. Бранець²

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

²ТОВ “Юнайтед Регістрар оф Системс Україна”, м. Львів, Україна

У даній статті ідентифіковано та проаналізовано небезпечні чинників, які можуть виникати під час виробництва кави натуральної смаженої, що є важливими елементом для впровадження постійно діючих процедур системи управління безпечністю

харчових продуктів за принципами НАССР. Відповідальність і водночас обов'язкове завдання кожного керівництва підприємства полягають у тому, щоб гарантувати якість у всіх критичних точках технологічного процесу виготовлення харчової продукції, максимально мінімізуючи ризики небезпечних чинників. Технології виробництва кави натуральної смаженої постійно змінюються, тому процес забезпечення аналізу всіх технологічних етапів для ідентифікації біологічних, хімічних і фізичних небезпечних факторів є безперервний. Найбільше змін кава отримує під час обсмажування, адже відбувається низка хімічних реакцій, у результаті яких утворюють нові сполуки, в тому числі потенційно небезпечні. Виробники кави натуральної смаженої вправі автономно моделювати параметри і режими смаження сировини для того, щоб найкраще забезпечити ароматично-смакові властивості кави. Згідно з вимогами ЄС з 2018 р. виробники кави повинні мінімізувати утворення акриламідів, контролювати рівні акриламідів шляхом відбору проб та досліджень, а також вести облік результатів досліджень та заходів із пом'якшення наслідків. У проведеному дослідженні визначено ступінь ризиків за видом небезпек (хімічна, мікробіологічна та фізична) відповідно до ходу технологічного процесу підготовки, смаження кави натуральної включно з фасуванням та маркуванням пакування. Керуючись чинними нормами безпеки та враховуючи достовірні результати наукових досліджень, зазначено прийнятні (допустимі) рівні ризику. Оцінювання рівня ризиків від небезпечних чинників під час виробництва кави натуральної смаженої меленої подано у формі алгоритму, що може слугувати методикою базової процедури для спрощення підходу реалізації вимог системи управління безпечністю харчової продукції. За рахунок проведеної ідентифікації та аналізу небезпечних чинників виробники мають можливість більш об'єктивно визначити критичні контрольні точки та встановити управління ними, що в подальшому забезпечить виробництво кави смаженої меленої відповідно до норм безпеки та якості.

Ключові слова: небезпечні чинники, принципи НАССР, кава натуральна смажена, ризики.

Вступ

Популярність кави для жителів різних континентів світу не потребує особливих свідчень чи доказових фактів. Україна є потенційним споживачем кави, яка здебільшого імпортується в країну у стані кавової сировини – зеленого зерна, відповідно проходить ветеринарно-санітарний (зокрема фітосанітарний) контроль у пунктах пропуску через державний кордон. Серед основних країн-експортерів кави в Україну є Бразилія, Колумбія, В'єтнам, Італія, Польща та інші. Стрімке зростання обсягу імпорту зеленого кавового зерна в Україні відбулося в 2019 р., а в 2020 р. цей показник зріс на 24,1 %. Загалом за останні 5 років імпорт кави виріс на 63 % і в 2020 році досяг рівня 48,4 тис. тонн. До того ж 64,3 % від загального обсягу імпорту кави обсмажують на вітчизняних підприємствах, що свідчить про розвиток галузі виробників кави, які діють у формі крафтових виробництв та великих підприємств з іноземними інвестиціями (Za 5 rokov import kavy..., 2021; Vorobiov & Hurzhii, 2022; Banko, 2023).

Оператори ринку, що залучені до виробництва та обігу кави, обов'язково мають застосовувати програми-передумови і впроваджувати системи управління безпечністю харчових продуктів за принципами Hazard Analysis and Critical Control Points (надалі НАССР) (Pro osnovni pryntsy..., 1997). Особлива відповідальність керівництва підприємства полягає в тому, щоб гарантувати якість у всіх критичних точках технологічного процесу виготовлення харчової продукції, максимально мінімізуючи ризики небезпечних чинників.

Система управління безпечністю харчових продуктів базується на семи принципах НАССР, має на меті попередити та мінімізувати потенційні ризики харчової небезпеки і запобігти виробництву продуктів з ризиком для здоров'я або життя людини. Харчова небезпека – це те, що може зробити їжу небезпечною або непридатною для споживання. Важливо, щоб робоча група НАССР могла визначити усі етапи свого виробничого процесу, на яких можуть бути присутні небезпеки, щоб їх можна було усунути або знизити до

безпечного рівня (Food Standards Agency, 2017; HACCP Principles & Application Guidelines, 2022).

Розуміння внутрішніх та зовнішніх факторів у виробничому середовищі з усіма технологічними процесами є важливим для того, щоб об'єктивно встановити ймовірність небезпеки та оцінити значущість негативних впливів, достовірно аналізувати потенційні небезпеки, можливі у виробництві кожного харчового продукту, та визначати відповідні запобіжні заходи. Діючі вимоги та настанови щодо розроблення, запровадження принципів НАССР окреслюють загальні підходи, однак їх розуміння та інтерпретація не завжди має бажану ефективність в реальних виробничих умовах (Pro zatverdzhennia Vymoh..., 2012). Тому більш детальне обґрунтування алгоритму методики ідентифікації небезпечних чинників та оцінка рівня ризиків для підприємства з виробництва кави допоможе ефективніше підтримувати дієвість системи управління безпечністю за принципами НАССР.

Технології виробництва кави натуральної смаженої постійно змінюються, тому важливо забезпечувати аналіз усіх технологічних етапів для ідентифікації біологічних, хімічних і фізичних небезпечних факторів та запобігти їх виникненню або зменшити до прийняттого рівня. Найбільше змін кава одержує в процесі обсмажування, адже відбувається низка хімічних реакцій, у результаті яких утворюють нові сполуки, в тому числі з потенційною небезпечністю.

Вплив температури та тривалості нагрівання кавового зерна на якість і збереженість споживних властивостей кави натуральної під час товароруху вивчено та проаналізовано у науковій праці (Shapovalova & Kravchenko, 2016). Втім, немає визначено однозначного показника часу обробки зерна, оскільки він залежить від різних чинників, наприклад, час обсмаження на електричних пристроях складає 90–105 хв, але при збільшенні температури – до 180–220 °C обсмаження відбувається протягом 15–30 хв. На газових ростерах час обробки зерна ще більше скорочується і досягає 10–12 хв, при цьому температура стінок барабана ростера 235 °C, а всередині зерна – 175 °C. Зрозуміло, що дані межі можуть змінюватися залежно від помологічного сорту кавових зерен, території їх вирощування, експлуатаційних особливостей обладнан-

ня, очікуваних органолептичних властивостей готового продукту (Shapovalova & Kravchenko, 2016). Виробники кави натуральної смаженої можуть моделювати параметри і режими смаження сировини для того, щоб найкраще забезпечити ароматично-смакові властивості кави.

Міжнародні наукові дослідження кави за обсмаження різного ступеня дають оцінку змін хімічного складу речовин, засвідчують зниження загальної концентрації фенолів і флавоноїдів та збільшення концентрації летких органічних кислот із підвищенням рівня обсмаження, а також встановлено, що концентрація акриламідів досягає найвищого піку в середньому обсмаженні кави і знижується із підвищення рівня обсмаження (Laukalēja et al., 2022). Кількісний показник акриламідів дослідники визначали у зразках арабіки світлого, середнього та темного обсмаження кави. Концентрація акриламідів ніколи не перевищувала межі 400 мкг/кг, а в робусті показник досягав максимуму у дослідних зразках легкого та середнього рівня обсмаження (Vezzulli et al., 2022). Дослідження вмісту акриламідів, біоактивних сполук і антиоксидантної активності кавових зерен після обсмажування протягом різної тривалості та температурних режимів є цінними для отримання безпечної кавової продукції. Обсмажування зерна кави понад 10 хв при температурі 180 °C зумовлює розкладання фенольних сполук, зниження антиоксидантної активності та розкладання акриламідів (Hwang & Moon, 2022). Результати цих досліджень важливі для встановлення оптимальних умов технологічного процесу смаження кави, досягаючи прийнятних рівнів прояву небезпечних чинників, гарантуючи цим безпечність продукту.

Європейська агенція безпеки харчової продукції EFSA визнала акриламід як такий, що становить хімічну небезпеку в харчовому ланцюзі, а Європейська Комісія у Регламенті (ЄС) 2017/2158 встановила заходи пом'якшення та контрольні рівні для зменшення присутності акриламідів. Референтне значення акриламідів для кави затверджено на рівні 400 мкг/кг. Згідно з вимогами ЄС з 2018 р. виробники кави повинні мінімізувати утворення акриламідів, контролювати рівні акриламідів шляхом відбору проб та досліджень, а також вести облік результатів досліджень та заходів із пом'якшення наслідків. Розглядаючи склад кавової суміші, оператори повинні враховувати в оцінці ризику те, що продукти на основі зерен робусты зазвичай мають вищі рівні акриламідів, ніж продукти на основі зерен арабіки. Контроль умов смаження кави повинен бути включений до програм-передумов (PRP) як частина належної виробничої практики. Рівень акриламідів можна знизити за допомогою відповідних оптимальних температурних режимів смаження зерна кави, впровадження належної гігієнічної практики та застосування процедур, заснованих на принципах аналізу ризиків і критичних контрольних точок (НАССР), мінімізуючи тим самим можливість утворення хімічної небезпеки.

У нормативному полі країн-виробників та країн-імпортерів кави діють не лише державні або міжнародні стандарти (ISO), а й стандарти неурядових органі-

зацій та асоціацій, котрі вносять інновації в процеси забезпечення якості кави (Specialty Coffee Association Standards). Виробництво кави охоплює такі технологічні етапи: якість вирощування; якість первинної обробки; якість зеленого зерна; якість обсмаженого зерна та якість перероблення кави на розчинну каву; якість фасування та пакування кави. На кожному з цих етапів є певна ймовірність порушення технології виробництва, змішування кави з сировиною нижчого сорту, випадки потрапляння сторонніх домішок; кожен із цих чинників негативно впливає на споживчі якості кінцевого продукту (Omelchenko et al., 2022).

Правила ЄС щодо гігієни кави охоплюють усі етапи виробництва, переробки, розповсюдження та розміщення на ринку харчових продуктів, призначених для споживання людиною. Для захисту споживачів від неприйнятних рівнів залишкового вмісту пестицидів продуктів рослинного походження встановлено максимально допустимі рівні залишків пестицидів (Maximum Residue Levels (MRLs) Регламентом ЄС № 396/2005. Однозначною та обов'язковою нормою для усіх підприємств, діяльність яких пов'язана з харчовими продуктами є ведення процедур контролю за безпечністю харчових продуктів та процесів відповідно до принципів НАССР.

Мета дослідження

Мета дослідження полягає в ідентифікації та аналізі небезпечних чинників у виробництві кави натуральної меленої із готової сировини (кави зеленої) включно з етапами фасування, маркування та зберігання в контексті реалізації принципів НАССР.

Матеріал і методи досліджень

Застосовано системний аналіз вітчизняних та міжнародних законодавчо-нормативних вимог та сучасних досліджень щодо безпечності кави натуральної смаженої меленої. Метод критичного аналізу вжито піз час ідентифікації небезпечних чинників потенційних ризиків продукції послідовно до усіх етапів технології виготовлення кави смаженої меленої та галузевих факторів. Оцінку ризиків небезпечних чинників виробництва кави виконано за допомогою критеріїв серйозності негативних впливів небезпек на здоров'я та ймовірності їх виникнення. Сфера прийнятних рівнів для ідентифікованих ризиків встановлено за референтними значеннями показників, затверджених нормативними документами.

Результати та їх обговорення

Ідентифікація та аналіз небезпечних факторів є першим принципом концепції НАССР і полягає у визначенні небезпечних факторів, що можуть виникнути або посилитись на кожному етапі виробничого процесу, а також оцінці їх суттєвості. Аналіз небезпечних факторів є передумовою досягнення важливих цілей, зокрема для визначення відповідних заходів контролю небезпек, необхідності модифікувати процес або продукт, щоб безпечність продукту була додатково

якісно поліпшена. Ефективність аналітичного процесу на даному етапі забезпечує ступінь реалізації наступних принципів, зокрема обумовлює відповідну дієвість визначення ККТ (критичні контрольні точки) у Принципі 2.

Під час аналізу небезпечних факторів важливо враховувати інгредієнти та сировину, фізичні характеристики та склад сировини й усіх інгредієнтів (наприклад, рН, тип підкислювачів, активність води, консерванти) під час і після їх обробки, процеси, що використовуються до обробки, мікробіологічні особливості продукту, технологічне обладнання, робоче середовище, пакувальні матеріали, санітарний стан підприємства, здоров'я, гігієну та компетентність персоналу, умови зберігання продукції, цільову аудиторію споживачів.

Застосування різних підходів в організації технології виробництва, відмінності у рецептурах, інгредієнтному складі продукту, кваліфікації персоналу – ці та інші можливі фактори зумовлюють певні відмінності небезпечних чинників для виробників того самого продукту. Спільним для них є типовий перелік небезпечних чинників, а відмінності позначаються на показниках ймовірності появи та серйозності впливу небезпеки, відповідно й рівня ризику. Інформацію про небезпечні чинники харчової продукції потрібно систематично актуалізувати відповідно до законодавчих та нормативних вимог, сучасних технологій та наукових досліджень, а також у випадках появи надзвичайних ситуацій, які можуть вплинути на безпечність продукту.

На етапі приймання сировини для виробництва важливо забезпечити отримання сировини, якості та безпечності якої засвідчують доказові факти (сертифікати, результати випробувань, тощо). Серед першочергових небезпечних чинників у виробництві кави є ймовірність потрапляння сторонніх домішок на етапі приймання та завантаження сировини. Потрапляння сторонніх домішок в організм людини може призвести до травм різного характеру.

Кава зелена як сировина характеризується низкою якісних ознак, зокрема за зовнішнім виглядом зерна, для різних сортів є прийнятним певний рівень дефекту. Міжнародний стандарт визначає п'ять головних категорій дефектів, що їх розглядають як потенційно наявні у зеленій каві, у формі контрольної карти дефектів, за її допомогою можна оцінити вплив таких дефектів на втрату маси та сенсорне значення кави (DSTU ISO 10470:2007). Робоча група НАССР може врахувати вимоги стандартів та рекомендації міжнародних галузевих асоціацій (DSTU ISO 4149:2016, 2017; DSTU ISO 9116:2005, 2018; Specialty Coffee Association Standards). Зерна кави, що поступають на виробництво повинні відповідати нормам безпеки (допустимі рівні важких металів, пестицидів, тощо) та попередньо обумовленій специфікації (Derzhavni sanitarni pravyla..., 2001; Pro zatverdzhennia Derzhavnykh hihiienichnykh pravyl, 2013). Наявність в каві мікотоксинів, пестицидів, радіонуклідів у кілько-

стях, що перевищують гранично допустимі рівні, може спричинити отруєння, виникнення важких хронічних захворювань.

Нещодавні результати досліджень відповідності маркування кави натуральної смаженої в зернах встановили, що маркування паковань усіх досліджуваних зразків кави не відповідає Закону України "Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів" (Kainash & Budnyk, 2013). Оператори ринку відповідальні за інформацію про харчовий продукт, тому зобов'язані забезпечувати наявність і точність інформації про харчовий продукт.

Будь-які порушення в процесах зберігання, смаження, сушіння та інших прийомів первинної переробки зерна кави можуть спричинити не тільки фізичні ризики, а й зумовити суттєвий негативний хімічних або мікробіологічний вплив на здоров'я людини. При встановленні прийнятного рівня мікробіологічних та хімічних небезпечних чинників керуємось нормативами щодо максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах. До уваги також беруться записи відповідних хронологічних і статистичних даних підприємства та компаній галузі за останні 5 років, щоб ідентифікувати випадки або ситуації, які виникали у минулому і завдяки цьому мати змогу передбачити ймовірність їх виникнення в майбутньому. Небезпечні чинники харчового продукту, виникнення яких є обґрунтовано очікуваним, зважаючи на усі технологічні процеси, виробничу інфраструктуру, потрібно аналізувати та задокументувати.

Детальний аналіз ризиків є ключем до підготовки ефективного плану НАССР. Якщо аналіз небезпек виконано необ'єктивно, а безпеки, котрі потребують ретельного контролю не визначені в системі НАССР, план завідомо не буде ефективним, незалежно від того, наскільки добре його дотримуються.

Після того, як складено вичерпний перелік потенційних небезпек, проводиться другий етап – оцінка небезпек. На цьому етапі роботи з ризиками члени групи НАССР визначають, які потенційні небезпеки необхідно розглянути в плані НАССР. Кожна потенційна небезпека оцінюється на предмет серйозності негативного впливу на здоров'я та ймовірності її виникнення. Оцінка ймовірності виникнення небезпечних чинників за бальною шкалою має ґрунтуватися на достовірних даних щодо прояву небезпеки в конкретних виробничих умовах, при цьому будь-які зміни у виробництві (технології, обладнання, тощо) можуть вплинути на їх зміну як у бік зниження, так і зумовити підвищення ймовірності прояву. Також потрібно враховувати наслідки короточасного та довготривалого впливу потенційної небезпеки, шляхом оцінювання кожного небезпечного чинника щодо ступеня серйозності негативного впливу на здоров'я та ймовірності їх виникнення. Для достовірності оцінки ймовірності виникнення та серйозності негативного впливу застосовано бальову шкалу з критеріями табл. 1 та 2.

Таблиця 1

Серйозність негативних впливів небезпечних чинників на здоров'я

Серйозність	Наслідки для здоров'я людини	Шкала оцінки
Критична	Може викликати смерть	5 балів
Значна	Серйозна травма або інцидент, втрата працездатності або значний вплив на здоров'я	4 бали
Середня	Може викликати захворювання (тиждень і довше на лікарняному)	3 бали
Легка	Легка травма, незначний вплив на здоров'я	2 бали
Дуже легка	Не викликає впливу на здоров'я	1 бал

Таблиця 2

Ймовірність виникнення небезпечних чинників

Ймовірність	Ймовірність виникнення/появи	Шкала оцінки
Висока	1 раз на тиждень	4 бали
Середня	1 раз на місяць. У результатах контролю продукції виявляти випадки перевищення гранично допустимих норм показників безпеки	3 бали
Низька	1 раз на квартал. Інформація із зовнішніх джерел фіксувала випадки виникнення небезпечного чинника.	2 бали
Мінімальна (практично = 0)	рідше ніж 1 раз на 1 рік або теоретично можливо	1 бал

Підсумкові результати якісного аналізу небезпек слугують вихідною інформацією для проведення кількісного оцінювання ризиків. За допомогою матриці аналізу ризиків проводиться оцінка, а саме визначається ступінь ризику та зону небезпечних чинників. Оперуючи вказаними критеріями, враховуємо ступінь ризику за такою формулою:

$$Z = C \times Y$$

де, Z – значущість ризику; C – серйозність; Y – ймовірність

Зона небезпечних чинників залежно від знаходження точки розподіляється на:



- зона прийняттого ризику (ступінь ризику від 1–6 балів) – чинник належить до безпечних;
- зона неприйняттого ризику (ступінь ризику від 7–20 балів) – чинник зараховують як небезпечний.

За допомогою матриці оцінки ризиків наочно відзначаємо зону прийняттого і неприйняттого ризику (табл. 3).

Таблиця 3

Матриця оцінки рівня ризиків для безпечності харчових продуктів

Бали		Ймовірність виникнення небезпечного чинника			
		1 мінімальна	2 низька	3 середня	4 висока
Серйозність наслідків від впливу небезпечного чинника	1 дуже легка	1	2	3	4
	2 легка	2	4	6	8
	3 середня	3	6	9	12
	4 значна	4	8	12	16
	5 критична	5	10	15	20

-  Зона прийняттого ризику для безпечності харчових продуктів
-  Зона неприйняттого ризику для безпечності харчових продуктів

Оцінка рівня ризику, зокрема зону прийняттого ризику для безпечності харчових продуктів, відображає потребу в запровадженні контрольних заходів. Записи результатів аналізу небезпечних чинників та оцінки ступеня ризику заносяться до таблиці (таблиця 4).

Таким чином, ідентифіковані та проаналізовані небезпеки під час виробництва кави смаженої меленої

на усіх етапах технології розглянуто в повному обсязі, достатньому для проведення оцінки ступеня ризиків. Методологія оцінки небезпечних чинників в кожному підприємстві має бути описана, а результати оцінки ризиків повинні підтримуватися в належному стані у формі документованої інформації.

Таблиця 4

Аналіз небезпечних чинників під час виробництва кави натуральної смаженої

Етап технологічного процесу	Вид небезпечного чинника	Небезпечний чинник (НЧ)	Контрольні показники, прийнятний рівень НЧ	Оцінка ступеня ризику		
				Серйозність	Ймовірність	Ступінь ризику
Приймання сировини	Б	Відсутній	-	-	-	-
	Х	Відсутній	-	-	-	-
	Ф	Ймовірність потрапляння сторонніх домішок	Не допускається	2	1	2
	Ф	Вміст недоброякісних зерен	Не більше ніж 3 %	1	2	2
Сировина – кави зелена	Б	Мікотоксини	Масова частка Афлатоксину В1, не більше ніж 5 мг/кг	3	1	3
		Алергени	Не допускається	3	1	3
		Пестициди	Дихлорфос – 0,02 мг/кг Оксаміл – 0,1 мг/кг Перметрин – 0,05 мг/кг	1	1	1
	Х	Радіонукліди	Циперметрин – 0,05 мг/кг ¹³⁷ Cs, не більше ніж 200 Бк/кг ⁹⁰ Sr, не більше ніж 50 Бк/кг	1	1	1
		Важкі метали	Масова частка свинцю, не більше ніж 1,0 мг/кг; Масова частка кадмію, не більше ніж 0,05 мг/кг; Масова частка ртуті, не більше ніж 0,02 мг/кг	1	1	1
	Ф	Волога	Масова частка вологи, не більше ніж 12 %	1	2	2
		Сторонні домішки	Не допускається	1	2	2
Зберігання сировини	Ф	Металомагнітні домішки, не більше	0,0005 %	1	1	1
	Ф	Масова частка ламаних та темних зерен, не більше	8 %	1	1	1
	Ф	Вологість приміщення	Вологість приміщень, не більше ніж 70 %	2	1	2
Завантаження кави для просіювання	Ф	Сторонні предмети	Не допускається	1	1	1
	Ф	Попадання сторонніх предметів	Не дозволяється	1	1	1
Магнітна сепарація кави	Б	Відсутній	-	-	-	-
	Х	Відсутній	-	-	-	-
	Ф	Металомагнітні домішки, не більше	0,0005 %	2	1	2
Смаження кави	Б	Відсутній	-	-	-	-
	Х	Відсутній	Вологість – 4 %	1	1	1
	Ф	Температура і час смаження	Акриламід – 400 мкг/ кг	2	1	2
Охолодження, змішування або ароматизація	Ф	Попадання сторонніх предметів	Не дозволяється	1	1	1
	Б	Відсутній	-	-	-	-
	Х	Відсутній	-	-	-	-
Помел кави	Ф	Попадання сторонніх предметів	Не дозволяється	1	1	1
	Б	Відсутній	-	-	-	-
	Х	Відсутній	Масова частка золи, не більше ніж 5 %	1	1	1
Фасування кави в напівавтоматичному режимі	Ф	Попадання сторонніх предметів	Не дозволяється	1	1	1
	Б	Відсутній	-	-	-	-
	Х	Відсутній	-	-	-	-
Пакування, маркування	Ф	Вологість приміщень	Відносна вологість повітря, %, не більше ніж 75	2	1	2
	Б	Відсутній	-	-	-	-
	Х	Відсутній	-	-	-	-
Зберігання на складі	Ф	Вразливість до фальсифікацій	Відповідність товарному гатунку	2	1	2
	Б	Розмноження патогенних мікроорганізмів (показники цвілі)	5.10 ² КУО/г	2	1	2
	Х	Відсутній	-	-	-	-
	Ф	Вологість приміщень	Відносна вологість повітря, %, не більше ніж 75	2	1	2

Примітка: Б – небезпечні чинники біологічного походження; Х – хімічні небезпечні чинники; Ф – фізичні небезпечні чинники

Висновки

Результати ідентифікації і оцінки небезпек потрібно актуалізувати під час проведення верифікації, яка має підтверджувати, що:

- план управління небезпеками реалізований і результативний;

- рівні небезпек – в рамках прийнятних рівнів;

- вхідні дані для аналізу небезпек актуалізуються.

А також у випадках, якщо:

- встановлено невідповідність продукції, виникла надзвичайна ситуація, що може вплинути на безпечність сировини та готової продукції ;

- вчинені зміни в діяльності підприємства, пов'язані зі зміною технологій, обладнання тощо;

- внесені доповнення або зміни до нормативних вимог з питань безпечності кави, якісних критеріїв її переробки, зберігання та реалізації.

Передбачаємо, що перспективність досліджень полягає в можливості застосовувати наведений алгоритм у ідентифікації небезпечних чинників як однієї з методик реалізації першого принципу HACCP у виробництві кави натуральної смаженої. Також одержані результати є передумовою для виконання наступних досліджень з визначення критичних контрольних точок та встановлення запобіжних заходів управління для забезпечення виробництва кави смаженої меленої, згідно з нормами безпечності та якості.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Banko, M. (2023). 15 ukraïnskikh brendiv kavy. Ofitsiina storinka «bzh.life». URL: <https://bzh.life/ua/mesta-iveshi/1684599346-15-ukrayinskih-palyaren-ta-brendiv-kavi> (in Ukrainian).
- Derzhavni sanitarni pravyla ta normy DSanPiN 8.8.1.2.3.4-000-2001 (2001). Dopustymi dozy, kontsentratsii, kilkosti ta rivni vmistu pestytsydiv u silskohospodarskii syrovyni, kharchovykh produktakh, povitri robochoi zony, atmosferному povitri, vodi vodoimyshch, hrunti URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0137588-01?find=1&text=%D0%BA%D0%B0%D0%B2%D0%B0#w1_4 (in Ukrainian).
- DSTU ISO 10470:2007. Kava zelena. Kontrolna karta defektiv. [Chynnyi vid 2009-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- DSTU ISO 4149:2016 (2017). Kava zelena syra. Metody vizualnoho doslidzhennia i vyznachennia zapakhu, vmistu storonnikh domishok i defektiv (ISO 4149:2005, IDT) [Tekst]. Chynnyi vid 2017-01-01. Kyiv: UkrNDNTs (Natsionalnyi standart Ukrainy) (in Ukrainian).
- DSTU ISO 9116:2005 (2018). Kava zelena. Nastanova shchodo metodiv opysu kharakterystyk (ISO 9116:2005, IDT) [Tekst]. Chynnyi vid 20.07.2018. Kyiv: UkrNDNTs (in Ukrainian).
- Food Standards Agency (2017). Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP). URL: <https://www.food.gov.uk/business-guidance/hazard-analysis-and-critical-control-point-haccp>.
- HACCP Principles & Application Guidelines (2022). Food and Drug Administration. URL: <https://www.fda.gov/food/hazard-analysis-critical-control-point-haccp/haccp-principles-application-guidelines>.
- Hwang, E.-S., & Moon, S. (2022). Quality Characteristics and Acrylamide Content Based on Coffee Bean Roasting Conditions. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 51(7), 697–705. DOI: 10.3746/jkfn.2022.51.7.697.
- Kainash, A. P., & Budnyk, N. V. (2013). Problemy identyfikatsii kavy naturalnoi smazhenoi v zernakh: materialy Kh Mizhnar. Nauk.-prakt. konf., Poltava, 24 berez. 2023 r. PUET, 70–74 (in Ukrainian).
- Laukalēja, I., Krūma, Z., & Cinkmanis, I. (2022). Impact of The Roast Level on Chemical Composition of Coffee from Colombia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*, 76(1), 145–151. DOI: 10.2478/prolas-2022-0022.
- Omelchenko, N. V., Braïlko, A. S., & Raznichev, D. V. (2022). Zakonodavche i normatyvne zabezpechennia bezpechnosti ta yakosti kavy v YeS ta Ukraini. Suchasni napriamy rozvytku ekonomiky, pidpriemnytstva, tekhnolohii ta yikh pravovoho zabezpechennia: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. Lviv : vyd-vo Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu, 320–323 (in Ukrainian).
- Pro osnovni pryntsyipy ta vymohy do bezpechnosti ta yakosti kharchovykh produktiv (1997). Zakon Ukrainy vid 23.12.1997 r. № 771/97-VR. Data onovlennia: 31.03.2023 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text> (in Ukrainian).
- Pro zatverdzhennia Derzhavnykh hihienichnykh pravyl i norm «Rehlament maksymalnykh rivniv okremykh zabrudniuuchykh rehovyn u kharchovykh produktakh» (2013). Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia №368 vid 13.05.2013. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13?find=1&text=%D0%BA%D0%B0%D0%B2%D0%B8#n16> (in Ukrainian).
- Pro zatverdzhennia Vymoh shchodo rozrobky, vprovadzennia ta zastosuvannia postiino diuchykh protsedur, zasnovanykh na pryntsyypakh Systemy upravlinnia bezpechnistiu kharchovykh produktiv (NASSR)». Nakaz Ministerstva aharnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy № 590 vid 01.10.2012 «Zi zminamy, vnesenymy zghidno z Nakazom Ministerstva aharnoi polityky ta prodovolstva № 429 vid 17.10.2015. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1704-12#Text> (in Ukrainian).
- Shapovalova, N. P., & Kravchenko, O. V. (2016). Faktory formuvannia ta zberihannia yakosti kavy naturalnoi smazhenoi. *Molodyi vchenyi*, 5, 272–276. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2016_5_69 (in Ukrainian).
- Specialty Coffee Association Standards. URL: <https://sca.coffee/research/coffee-standards>.

- Vezzulli, F., Triachini, S., Mulazzi, A., Lambri, M., & Bertuzzi, T. (2022). Acrylamide: impact of precursors concentration, origin, post-harvesting process and roasting level in high-quality arabica and Robusta coffee. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(12), 7468–7476. DOI: 10.1111/ijfs.15900.
- Vorobiov, K., & Hurzhii, N. (2022). Rynok kavy v Ukraini: tendentsii ta perspektyvy. *Ekonomika ta suspilstvo*, 40. DOI: 10.32782/2524-0072/2022-40-67 (in Ukrainian).
- Za 5 rokiv import kavy Ukrainoiu vyris na 63% (2021). *Ukrainskyi klub aharnoho biznesu*, 2021. URL: https://ucab.ua/ua/pres_sluzhba/novosti/za_5_rokiv_import_kavi_ukrainoyu_viris_na_63 (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9920
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.146:666.144:615.451.2

Changes in the quality of sour milk curds with candied fruit and dry licorice root during storage

V. O. Nagovska, O. Ya. Bilyk[✉], N. B. Slyvka, O. R. Mykhaylytska

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 14.03.2023
Received in revised form
17.04.2023
Accepted 18.04.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel: +38-097-662-97-01
E-mail: bilyk_oksi@ukr.net

Nagovska, V. O., Bilyk, O. Ya., Slyvka, N. B., & Mykhaylytska, O. R. (2023). Changes in the quality of sour milk curds with candied fruit and dry licorice root during storage. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 116–120. doi: 10.32718/nvlvet-f9920

In recent years, there has been a scientific interest in healthy nutrition, namely the development and consumption of products, which have a beneficial effect on the human body and can reduce the risk of various diseases. The work aimed to investigate the change in the quality of sour milk curds with candied fruit and dry licorice root during storage. The research was carried out at the Ivano-Frankivsk DP, as well as in the laboratory of the Department of Technology of Milk and Dairy Products of the Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv. When determining the titrated acidity in curds with candied fruit without licorice root during the storage period at a temperature of 4 ± 2 °C, it increases from 200 °T to 230 °T. In sour milk curds with candied fruit and dry licorice root, the titrated acidity on the first day of storage was 220 °C T, and on the fifth day – 230 °T. Since, according to the standard, fermented milk curds with candied fruit can be stored for no more than 3 days, based on the conducted research, we conclude that the newly made curds are entirely safe for consumption during the above period. Analyzing the microbiological indicators of newly created sour milk curds with candied fruit and dry licorice root, we can conclude that this product is harmless to health, as its sanitary condition meets the standard's requirements. Thus, using dry licorice root in producing sour milk curds with candied fruit as a non-dairy additive does not impair the microbiological indicators of this type of curd.

Key words: fermented milk products, candied fruit, licorice root, titrated acidity, microbiological indicators.

Introduction

Sour milk cheese is a sour product made by fermenting milk, buttermilk, or its mixture with milk and leavening preparations using acid, acid-rennet, or thermo-acid protein coagulation methods. According to the accepted classification, sour milk cheese is divided into the following types depending on the fat content: fatty, semi-fat, and low-fat. The method of protein coagulation, hardware and technological design of the process, etc., can also be the basis of the distribution. Cheese products include cheese products and semi-finished cheese products. Cheese products occupy the largest segment in the production of the products mentioned above (Nazarenko, 2014; Mostova & Klusovych, 2015; Popescu, 2015; Telezhenko et al., 2018; Aini et al., 2019; Gao et al., 2021).

Sour milk cheese is a product of a highly digestible universal purpose. In addition to direct consumption, it is

used to prepare various dishes and as a basis for a wide range of cheese products. The main feature that characterizes sour milk cheese and determines its high nutritional and biological value is the increased protein content (10–16 %) compared to whole milk (3.2–3.3 %). Most of the proteins in sour milk cheese are casein. The protein composition of sour milk cheese includes all essential amino acids (Ryzhkova, 2013; Kitchenko, 2014; Lialyk, 2015; Horiuk, 2016; Samilyk, 2017; Lappa et al., 2022).

Curd products are made from sour milk cheese obtained from pasteurized milk or buttermilk or its mixture with milk, with the addition of cream, butter, flavoring and aromatic fillers and food additives with or without further heat treatment (for thermized curd products), and are intended for direct consumption. Semi-finished products from sour milk cheese are produced in special workshops at dairy enterprises following the regulatory documentation for these products. For direct use, cottage

cheese semi-finished products require additional processing: mechanical or thermal (Nagovska et al., 2016; Sukhorska et al., 2017; Hachak et al., 2018).

The development and production of dairy products using raw materials of plant origin is one of the priority areas of the dairy industry. For the organization of the production of such products, preference is given to an integrated approach, which is connected with the intensification of traditional technologies of dairy products, on the one hand, and the use of non-traditional sources, mainly of plant origin, on the other (Slyvka et al., 2019, 2022; Nagovska et al., 2023).

The production of sour milk curds with candied fruit and dry licorice root will expand the range of products, give them therapeutic and preventive properties, and reduce the cost of milk per unit of production.

For the first time, licorice was used in China, along with ginseng root (Hnitsevych & Volnova, 2010; Kwon et al., 2020; Ding et al., 2022). Licorice is often used for children, expectant mothers, and the elderly, as it is safe and has general strengthening effects. Its value for official and folk medicine is due to its anti-inflammatory, expectorant, and antispasmodic effects. Licorice stimulates the body, helps increase immunity, and combats systemic inflammation and excessive fat deposition. Has weak antidepressant effects. The healing properties of licorice root are determined by its unique composition of biologically active components. The plant contains asparagine, glycyrrhizin, and several acids – glycyrrhizic, ascorbic, glycyrrhizic, and some others, which form the main effect on the body. In addition, the plant contains coumarins, terpene compounds (saponins), sterols, and bioflavonoids. Licorice root is also rich in mineral components - iron, copper, aluminum, selenium, zinc, manganese, potassium, etc (Hnitsevych & Kravchenko, 2011; Poperechnyi et al., 2012).

The aim of the research

To investigate the change in the quality of sour milk curds with candied fruit and dry licorice root during storage.

Material and methods

The experimental part of the work was carried out at the Ivano-Frankivsk City Dairy Product and in the laboratory of the Department of Technology of Milk and Dairy Products of the Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv.

Determination of mass fraction of moisture. An accelerated method was used to determine the mass fraction of moisture based on drying the sample at a temperature of 150 °C for an hour. A 3–5 g sample weight is mixed with 6–7 g of sand and placed in a drying cabinet. The mass fraction of moisture is calculated according to the formula:

$$B = (X_2 - X_3) / (X_2 - X_1)$$

where X_1 , X_2 , X_3 – mass of sand and gravel weighed and, after drying, g

Determination of the acidity of sour milk cheese. Devices and reagents: burettes, porcelain mortars, 50 ml pipettes, technochemical scales, 0.1 n. NaOH solution, distilled water (temperature 35–40 °C), and a dropper with an alcoholic phenolphthalein solution.

Technique of work:

1. Place a portion of cheese (5 g) in a porcelain mortar and grind well in 50 ml of distilled water heated to 35–40 °C.

2. Add 2–3 drops of phenolphthalein and titrate to 0.1 n. alkali solution until a faint pink color appears, which does not disappear within 1 minute.

3. The number of milliliters of alkali used for titration is multiplied by 20, and the product's acidity is obtained in degrees Turner.

Determination of the number of lactic acid bacteria. This standard applies to food and fermented milk products, leavens, bacterial concentrates, and bacterial preparations of lactic acid bacteria and establishes a method for determining viable lactic acid microorganisms and their maximum possible number (MPN). The method is based on sowing a certain amount of the product and (or) its dilutions in liquid or agarized selective nutrient media, cultivating the crops under optimal conditions, and, if necessary, determining the morphological and biochemical properties of the detected microorganisms and their counting. The method is designed to establish compliance with microbiological indicators of the quality of food and fermented milk products, leavens, bacterial concentrates, and bacterial preparations of lactic acid bacteria with regulatory and technical documentation requirements to clarify the causes of food product defects.

Identification of *Escherichia coli* bacteria (*E. coli*). The method is based on the ability of bacteria of the group of *Escherichia coli* (sporeless, gram-negative, facultatively anaerobic bacteria) to ferment lactose in a nutrient medium at a temperature of (37 ± 1) °C for 24 hours with the formation of acid and gas (BGCP).

Determination of the number of yeasts and molds is carried out. The method is based on sowing a certain amount of the product or its dilutions in a selective agar medium, cultivating the crops at (24 ± 1) °C for 5 days, counting all visible colonies of yeast and mold fungi, typical for macro- and (or) microscopic morphology.

Results and discussion

To establish how the quality of sour milk curds with candied fruit and dry licorice root changes during the storage period, their samples stored at a temperature of 4 ± 2 °C and air humidity not higher than 85 % were studied. According to SSTC 4503:2005, “Curd products. General technical conditions”, the storage period of non-thermalized sour-milk curds is 72 hours. To see whether curds' quality changes after their storage period ends, we will also analyze it after the period specified in the standard.

Table 1

Changes in the indicators of sour-milk curds with candied fruit and dry licorice root during storage

Storage period, days	Titrated acidity, °T		Mass fraction of moisture, %	
	sour milk cheeses with candied fruit	sour milk curds with candied fruit and dry licorice root	sour milk cheeses with candied fruit	sour milk curds with candied fruit and dry licorice root
1	200	220	66	66
2	210	220	66	66
3	220	220	66	68
5	230	230	70	70

As we can see from the values given in Table 1, titrated acidity in curds with candied fruit without licorice root increases from 200 °T to 230 °T during the storage period at a temperature of 4 ± 2 °C, i.e., by 30 °T. In sour-milk, curds with candied fruit and dry licorice root, titrated acidity on the first day of storage was 220 °T, and on the fifth day – 230 °T, i.e., the increase in acidity level will be only 10 °T.

According to SSTC 4503:2005, the storage period of sour milk curds is no more than 72 hours, that is, three days, but we also conducted research for 5 days of storage. That is why it is necessary to establish the microbiological indicators of curds with candied fruit and dry licorice root for one to five days, including storage, i.e., 120 hours.

The primary safety criteria for any products, including sour milk curds, are the following indicators: the titer of bacteria of the Escherichia coli group and MAFAM in 1 g of the product. These indicators should not be higher than specified in regulatory documents (TCC 25027034-004-99) when establishing the storage period of new types of products.

Table 2

Microbiological indicators of sour milk curds with candied fruit and dry licorice root during storage at temperature (4 ± 2) °C

Indicators	Sour milk curds with candied fruit				Sour milk curds with candied fruit and dry licorice root				Norm
	Duration of storage, days				Duration of storage, days				
	1	2	3	5	1	2	3	5	
Bacteria of the coliform group (coli-forms), absent in the mass of the product, g	0.1	0.1	0.01	0.01	0.1	0.1	0.01	0.01	0,001
Pathogenic microorganisms, including salmonella		Absent				Absent			not allowed
Microscopic fungi, CFU/g	3	3	3	4	2	2	3	4	-
Yeast, CFU/g	2	2	3	3	2	2	2	3	-

For example, Kesler's medium was used to establish the titer of Escherichia coli, and three dilutions of the product were made (0.1, 0.01, and 0.001 g). During five days of storage at $4-6$ °C, the indicator remained at 0.01 g. Also, the titer of Escherichia coli in curds with dry licorice root did not differ from curds without the addition of licorice.

In addition, in newly made curds with dry licorice root and curds without licorice, the number of microscopic fungi and yeast and the process of their growth during storage at temperature (4 ± 2 °C) were determined. Based

on the data in Table 2, it can be seen that the values of both types of cards are slightly different from each other. Therefore, it can be concluded that using dry licorice root in producing sour milk curds with candied fruit as a non-dairy additive does not worsen the microbiological indicators of this type of curds.

It is known that some types of yeast and microbiological fungi can develop at low temperatures. Therefore, their number increases slightly at the temperature (4 ± 2 °C), which is necessary for dairy products (Fig. 1).

In addition, to determine the shelf life of new products, it is essential to determine the number of microscopic fungi and yeast necessary for the long-term storage of products. Since dairy products are stored at a low temperature (4 ± 2 °C), the development of fungi and yeast is possible. At the same time, the protein and fat products change, and their marketability deteriorates. Also, the appearance and development of mold fungi in dairy products, particularly in sour milk cheeses and curds, leads to the advancement of toxins by 2–4 mm inside the product.

For microbiological studies, fermented milk curds with candied fruit and dry licorice root were selected for the 1st, 2nd, 3rd, and 5th days of storage at temperature ($4-6$ °C). Fermented milk curds with candied fruit without dry licorice root with the same term and storage temperature were selected for comparison.

Analyzing the microbiological indicators of newly created sour milk curds with candied fruit and dry licorice root, we can conclude that this product is harmless to health, as its sanitary condition meets the requirements of the standard.

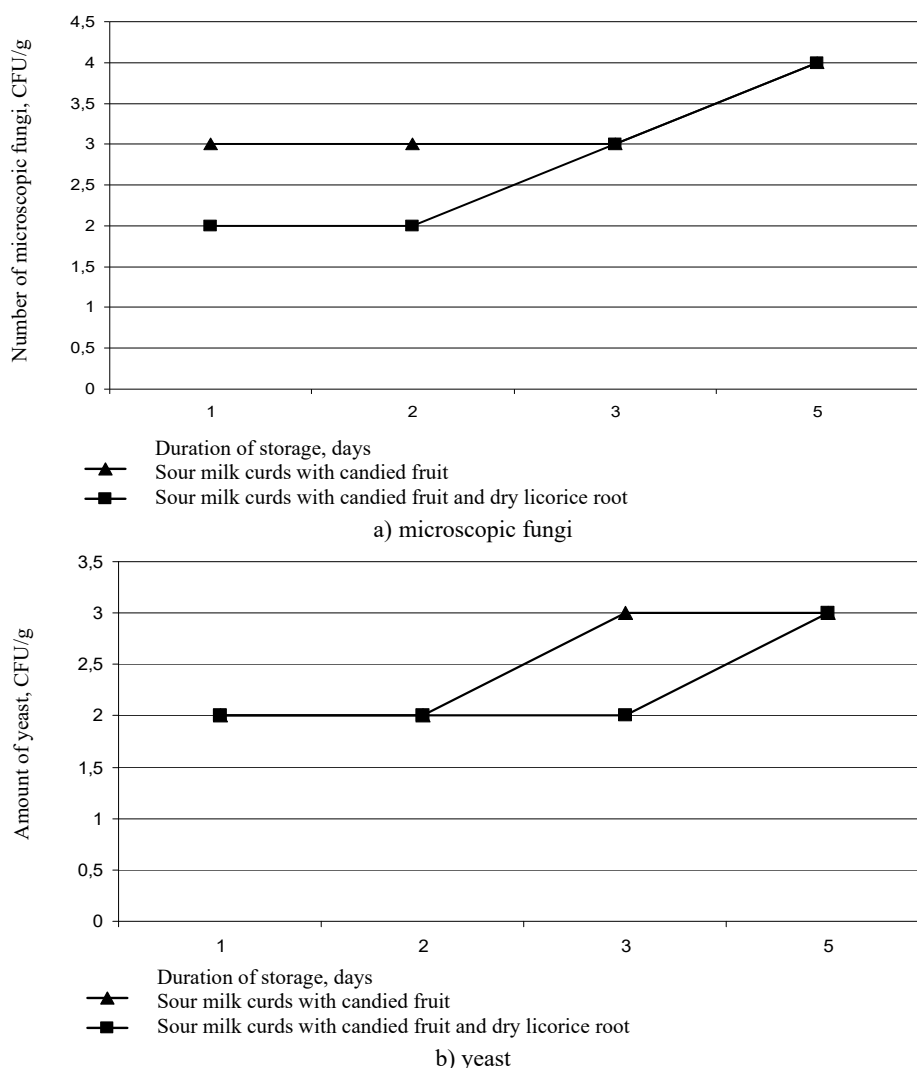


Fig. 1. Growth curves of: a) microscopic fungi; b) yeast

The presented figures show that the growth of fungi and yeast is small during the entire storage period, namely 5 days. Since, according to the standard, fermented milk curds with candied fruit can be stored for no more than 3 days; the newly created curds are entirely safe for consumption during the above period.

Conclusions

Curds with candied fruit and dried licorice root are functional products, as licorice contains natural anti-inflammatory steroids.

In producing curds with candied fruit and dry licorice root, it is not necessary to use new expensive equipment. For this, you can use the existing equipment of whole milk products at any factory.

In the production of sour milk curds with candied fruit and dry licorice root, the amount of sugar is reduced due to the introduction of licorice.

Dry licorice root does not reduce the microbiological indicators of these curds, and they correspond to curds without licorice root.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

References

- Aini, N., Prihananto, V., Sustrawan, B., Romadhon, D., & Ramadhan, R. N. (2019). The Formulation of Cheese Analogue from Sweet Corn Extract. *Int J Food Sci.*, 2019, 8624835. doi: 10.1155/2019/8624835.
- Ding, Y., Brand, E., Wang, W., & Zhao, Z. (2022). Licorice: Resources, applications in ancient and modern times. *J Ethnopharmacol*, 298, 115594. DOI: 10.1016/j.jep.2022.115594.
- Gao, J., Li, X., Zhang, G., Sadiq, F.A., Simal-Gandara, J., Xiao, J., & Sang, Y. (2021). Probiotics in the dairy industry-Advances and opportunities. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 20(4), 3937–3982. DOI: 10.1111/1541-4337.12755.
- Hachak, Y., Gutyj, B., Bilyk, O., Nagovska, V., & Mykhaylytska, O. (2018). Effect of the cryopowder “Amaranth” on the technology of meolten cheese. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(11(91)), 10–15. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.120879.
- Hachak, Y., Gutyj, B., Bilyk, O., Nagovska, V., & Mykhaylytska, O. (2018). Investigation of the influence of “Amaranth” cryoadditive on organoleptic and microbiological parameters of processed cheeses.

- EUREKA: Life Sciences, 1, 18–24. DOI: 10.21303/2504-5695.2018.00555.
- Hnitsevych, V. A., & Kravchenko, N. V. (2011). Obgruntuvannya terminiv zberihannya napivfabrykatu na osnovi znezhyrenoho moloka z vykorystanniam ekstraktu korenja solodky. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli. Serii: Tekhnichni nauky*, 1, 141–144. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvpuetn_2011_1_30 (in Ukrainian).
- Hnitsevych, V. A., & Volnova, N. V. (2010). Doslidzhennia khimichnoho skladu ta biolohichnoi tsinnosti molochnoho napivfabrykatu z vykorystanniam ekstraktu korenja solodky. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli*, 2, 447–452. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2010_2_75 (in Ukrainian).
- Horiuk, Yu. V. (2016). Mikrobiolohichna otsinka bezpechnosti syru kyslomolochnoho "domashnoho" vyrobnytstva. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Serii: Veterynarni nauky*, 18(1(2)), 177–182. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2016_18_1\(2\)_35](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2016_18_1(2)_35) (in Ukrainian).
- Kitchenko, L. M. (2014). Vplyv baktofuhuvannya na pokaznyky yakosti moloka-syrovyny dlia syru kyslomolochnoho. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Tvarynnytstvo*, 2(2), 177–180. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2014_2\(2\)_41](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2014_2(2)_41) (in Ukrainian).
- Kwon, Y. J., Son, D. H., Chung, T. H., & Lee, Y. J. (2020). A Review of the Pharmacological Efficacy and Safety of Licorice Root from Corroborative Clinical Trial Findings. *J Med Food*, 23(1), 12–20. DOI: 10.1089/jmf.2019.4459.
- Lappa, I. K., Kachrimanidou, V., Alexandri, M., Papadaki, A., Kopsahelis, N. (2022). Novel Probiotic/Bacterial Cellulose Biocatalyst for the Development of Functional Dairy Beverage. *Foods*, 11(17), 2586. DOI: 10.3390/foods11172586.
- Lialyk, A. (2015). Development and research dairy products – cheese pasta with flaxseed oil during storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 17(1), 55–60. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/food/article/view/3285>.
- Mostova, L. M., & Klusovych, T. V. (2015). Upravlinnia yakistiu ta bezpechnistiu pry vyrobnytstvi kyslomolochnoho syru ozdorovchoho pryznachennia. *Vostochno-Evropeyskyi zhurnalпередовыkh tekhnolohiyi*, 2(10), 50–57. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2015_2\(10\)_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2015_2(10)_11) (in Ukrainian).
- Nagovska, V., Hachak, Y., Mykhaylytska, O., Slyvka, N., & Bilyk, O. (2016). Change of technological indicators for soft cheese with bran depending on the rye bran dose. *Technology Audit and Production Reserves*, 3 (3(29)), 29–33. DOI: 10.15587/2312-8372.2016.71225.
- Nagovska, V., Mykhaylytska, O., Slyvka, N., Bilyk, O., & Hachak, Y. (2023). Influence of the biologically active supplement "immunocort" on the production and quality of the "Mozzarella Ukrainian" cheese. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (11(121)), 31–40. DOI: 10.15587/1729-4061.2023.272399.
- Nazarenko, Yu. V. (2014). Udoskonalena tekhnolohiia syru kyslomolochnoho dlia dytiachoho kharchuvannya z podovzhenym terminom zberihannya. *Naukovi pratsi [Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnolohii]*, 46(2), 218–223. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2014_46\(2\)_57](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2014_46(2)_57) (in Ukrainian).
- Poperechnyi, A. M., Hnitsevych, V. A., Kornichuk, V. H., Kravchenko, N. V., & Kalarash, V. (2012). Vyznachennia vplyvu tekhnolohichnykh parametriv na kinetyku konvektyvnoho sushinnia napivfabrykatu na osnovi znezhyrenoho moloka z vykorystanniam ekstraktu korenja solodky. *Naukovi pratsi [Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnolohii]*, 41(1), 108–111. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2012_41\(1\)_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2012_41(1)_29) (in Ukrainian).
- Popescu, A. (2015). Research on the trends in milk production and consumption in Romania. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 15(1), 387–392. URL: https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.XV_1/Art58.pdf.
- Ryzhkova, T. M. (2013). Vplyv kombinatsiinykh soluchen zakvashivalnoi mikroflory na yakist ta vykhid kozynoho kyslomolochnoho syru. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 140. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdusg_2013_140_11 (in Ukrainian).
- Samilyk, M. (2017). Improving the technology of soft sour milk cheese by increasing biological value. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 19(80), 33–37. DOI: 10.15421/nvlvet8007.
- Slyvka, N., Bilyk, O., & Nagovska, V. (2022). Development of the technology of fermented milk drink with goji berries. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 65–71. DOI: 10.32718/nvlvet-f9711.
- Slyvka, N., Bilyk, O., Mikhailytska, O., & Nagovska, V. (2019). Improvement of technology of curd products with succade from pumpkin. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(92), 47–52. DOI: 10.32718/nvlvet-f9209.
- Sukhorska, O., Slyvka, N., & Bilyk, O. (2017). Analysis of main sources of bioflavonoids the creation of products of medical and prophylactic appointment. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 19(80), 107–110. DOI: 10.15421/nvlvet8022.
- Telezhenko, L., Bilenka, I., Zolovska, O., & Lazarenko, N. (2018). The development of technology of dairy-vegetative dessert with functional additives. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 20(90), 46–52. DOI: 10.32718/nvlvet9010.



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f99
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

Зміст

1.	Юкало В. Г., Дацишин К. Є. Комбінація сефадексів для виділення протеїнових фракцій з сироватки молока	3
2.	Кухтин М. Д., Салата В. З., Кушнірук Н. В. Вплив теплової обробки на вміст мікроорганізмів у молоці питному	8
3.	Ціж Б., Дзямські З. Особливості отримання і властивостей тонких плівок органічних напівпровідників	14
4.	Соломон А. М. Роль біфідобактерій при виробництві функціональних продуктів	20
5.	Салавеліс А. Д., Павловський С. М., Толстих В. Ю., Степанова В. С. Використання вимог сучасної стандартизації на харчових підприємствах	27
6.	Беспалов А. Л., Свідрак І. Г. Підвищення точності процесу автоматизованого відліку тонких довгих виробів	32
7.	Сторожук В. М., Мельников О. В., Яцюк Р. А., Чайковський Б. П., Ярошович І. Г., Шалько А. В. Нормативно-правові акти охорони праці в АПК при проведенні розробок та наукових досліджень	37
8.	Доленко А. О. Система моніторингу безпеки та якості виробництва салату на основі овочів та фруктів	43
9.	Афтаназів І. С., Шевчук Л. І., Свідрак І. Г., Строган О. І., Струтинська Л. Р. Підвищення точності пошуку координат морських мін засобами кінематичного проектування	49
10.	Святненко Р. С., Маринін А. І., Літвинчук С. І., Пасічний В. М. Дослідження якості меду різних джерел ботанічного та одного регіонального походження ...	56
11.	Сімонова І. І., Галух Б. І., Драчук У. Р., Басараб І. М. Удосконалення технології маринованих напівфабрикатів з м'яса птиці	61
12.	Гребельник О. П., Загоруй Л. П., Калініна Г. П., Качан А. Д., Надточій В. М., Федорук Н. М. Біологічна цінність білків пастеризованого молока кіз зааненської породи	69
13.	Котляр Є. О., Гладкіх Р. Д. Перспективи одержання олії з ядер кісточок різних сортів персиків	75
14.	Рудюк В. П., Пасічний В. М. Способи інтегрування молочних білків до рецептур напівкопчених ковбас	80
15.	Гачак Ю. Р., Михайлицька О. Р., Наговська В. О., Гутий Б. В., Ланиця І. Ф. Проектування технології козиного сиру з прянощами із застосуванням сепаратора-нормалізатора	86
16.	Михайленко В. М., Неміріч О. В. Властивості напівфабрикату високого ступеня готовності брауні “Cooking box” спеціального призначення на основі горіхового борошна	92
17.	Криськова Л. П., Покотило О. С. Жирнокислотний склад майонезу на основі соняшникової, лляної і конопляної олії	99

18. **Kholodenko I. V., Bila V. V., Bilyi V. Yu., Mashkin Y. O.**
Sensory indicators of suluguni cheese when using enzyme preparations of different origins in the technology of soft cheeses 104
19. **Сусол Н. Я., Бранець Р. М.**
Ідентифікація та аналіз небезпечних чинників під час виробництва кави натуральної смаженої меленої за принципами HACCP 108
20. **Nagovska V. O., Bilyk O. Ya., Slyvka N. B., Mykhaylytska O. R.**
Changes in the quality of sour milk curds with candied fruit and dry licorice root during storage .. 116



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f99
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

Content

- Yukalo V. G., Datsyshyn K. Ye.**
A combination of Sephadexes for the milk whey protein fractions isolation 3
- Kukhtyn M., Salata V., Kushniruk N.**
Effect of heat treatment on the content of microorganisms in drinking milk 8
- Tsizh B., Dziamski Z.**
Features of obtaining and properties of thin films organic semiconductors 14
- Solomon A.**
The role of bifidobacteria in the production of functional products 20
- Salavelis A., Pavlovsky S., Tolstykh V., Stepanova V.**
Using the requirements of modern standardization in food enterprises 27
- Bespalov A. L., Svidrak I. G.**
Increasing the accuracy of the process of automated counting of thin long products 32
- Storozhuk V. M., Melnikov A. V., Yatsiuk R. A., Chaikovskiy B. P., Yaroshovych I. G., Shalko A. V.**
Normative-legal acts of labor protection in the agricultural industry during development and scientific research 37
- Dolenko A. O.**
A system for monitoring the safety and quality of salad production based on vegetables and fruits ... 43
- Aftanaziv I. S., Shevchuk L. I., Svidrak I. G., Strogan O. I., Strutynska L. R.**
Increasing the accuracy of finding the coordinates of sea mines by means of kinematic design 49
- Svyatnenko R. S., Marynin A. I., Litvynchuk S. I., Pasichnyi V. M.**
Study on the quality of honey from different botanical sources and one regional origin 56
- Simonova I., Halukh B., Drachuk U., Basarab I.**
Improvement of poultry meat marinated semi-finished product technology 61
- Hrebelnyk O., Zahorui L., Kalinina H., Kachan A., Nadtochii V., Fedoruk N.**
Biological value of zaanen goats' pasteurized milk proteins 69
- Kotliar Ye., Gladkikh R.**
Prospects for obtaining oil from the kernels of the seeds of different varieties of peaches 75
- Rudyuk V., Pasichnyi V.**
Ways of integrating milk proteins into recipes of semi-smoked sausages 80
- Hachak Yu. R., Myhaylytska O. R., Nahovska V. O., Gutyj B. V., Lanytsia I. F.**
Designing the technology of goat cheese with spices using a separator-normalizer 86
- Mykhailenko V., Nemirich A.**
Properties of a semi-finished product with a high degree of readiness of brownies “Cooking box” for special purposes based on nut flour 92
- Kryskova L. P., Pokotylo O. S.**
Fatty acid composition of mayonnaise based on sunflower, flax and hemp oil 99
- Kholodenko I. V., Bila V. V., Bilyi V. Yu., Mashkin Y. O.**
Sensory indicators of suluguni cheese when using enzyme preparations of different origins in the technology of soft cheeses 104

19. **Susol N. Ya., Branets R. M.**
Hazard identification and analysis during the production of natural roasted ground coffee according to the principles of HACCP 108
20. **Nagovska V. O., Bilyk O. Ya., Slyvka N. B., Mykhaylytska O. R.**
Changes in the quality of sour milk curds with candied fruit and dry licorice root during storage .. 116

НАУКОВИЙ ВІСНИК
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
імені С.З. ГЖИЦЬКОГО
заснований у 1998 році

Scientific Messenger
of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

СЕРІЯ: ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ
SERIES: FOOD TECHNOLOGIES

Том 25 № 99

Підписано до друку 29.06.2023. Формат 60x84/8
Гарн. Times New Roman. Папір офсетний № 1. Ум. друк. арк. 14,53
Наклад 300 прим. Зам. № 29/06.

Друк ФОП Корпан Б.І.
Львівська обл., Пустомитівський р-н., с Давидів, вул. Чорновола 18
Ел. пошта: bkorpan@ukr.net, тел. 093-480-6141
Код ДРФО 1948318017, Свідоцтво про державну реєстрацію
В02 № 635667 від 13.09.2007