

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 № 100

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 КВ № 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. БЛИК, 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 № 10 від 21.12.2023 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 № 10 of 21.12.2023).

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-f10001
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 663.18

Microbiological indicators of quality and safety of hard rennet cheese with linseed content during storage

D. Arutiunian, M. Kukhtyn[✉]

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

Article info

Received 12.06.2023
Received in revised form
13.07.2023
Accepted 14.07.2023

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

Arutiunian, D., & Kukhtyn, M. (2023). Microbiological indicators of quality and safety of hard rennet cheese with linseed content during storage. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 3–8. doi: 10.32718/nvlvet-f10001

Food fortification is one of the most important processes for improving the nutritional quality and quantity of food products. Currently, the development of new recipes for dairy products is one of the driving forces of the dairy industry. The purpose of this study was to determine the suitability of the developed hard cheese with flax seeds for storage under the conditions defined by the standard. Microbiological studies were performed according to standard methods, which included the preparation of samples for the study, carrying out tenfold dilutions and sowing them on selective and storage media. Coliform bacteria and lactic acid microorganisms were determined according to DSTU 7357:2013, Salmonella and Listeria bacteria according to DSTU EN 12824:2004 and DSTU ISO 11290-1:2003, respectively. The developed Gouda-type hard cheese with flax seeds showed high microbiological indicators, which characterize its safety and quality, during storage at the temperature regime $t... +5 \pm 1$ °C for 45 days. In particular, according to the amount of coliform bacteria, the product during 45 days of storage had a titer one order of magnitude higher than the maximum allowable limit (0.01 g), and according to the content of *Staphylococcus aureus*, it had an amount almost 20 times lower than the maximum allowable standard. Pathogenic microorganisms such as *L. monocytogenes* and *Salmonella* spp. were not detected in 25 g of the product during the entire storage period. At the end of the storage period, the number of lactic acid bacteria in the cheese was $8.0 \pm 0.1 \times 10^8$ CFU/g. Therefore, the hard rennet cheese with flax seeds developed by us should show functional properties, both due to the content of flax seeds – a source of omega-3 fatty acids, and due to the vital activity of lactic acid microflora.

Key words: flax seeds, omega-3 fatty acids, hard cheese, microbiological indicators, storage.

Мікробіологічні показники якості та безпечності твердого сичужного сиру з вмістом лляного насіння за зберігання

Д. А. Арутюнян, М. Д. Кухтин[✉]

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

Збагачення харчових продуктів є одним із найважливіших процесів для підвищення поживної якості та кількості харчових продуктів. Зараз розробка нових рецептур молочних продуктів є однією з рушійних сил молочної промисловості. Метою даного дослідження було визначити придатність розробленого твердого сиру з насінням льону до зберігання за умов визначених стандартом. Мікробіологічні дослідження виконували за стандартними методиками, які включали підготовку проб до дослідження, проведення десятикратних розведень та посів їх на селективні та накопичувальні середовища. Бактерії групи кишкових паличок і молочнокислі мікроорганізми визначали згідно з DSTU 7357:2013, бактерії роду сальмонела і лістерія згідно з DSTU EN 12824:2004 та DSTU ISO 11290-1:2003 відповідно. Розроблений твердий сир типу Гауда з насінням льону під час зберігання за температурного режиму $t... +5 \pm 1$ °C протягом 45 днів проявляє високі мікробіологічні показники, які характеризують його безпечність та якість. Зокрема за кількістю БГКП продукт протягом 45 днів зберігання мав титр на один порядок вищий, ніж гранично допустима межа (0,01 г), а за вмістом золотистого стафілококу мав практично в 20 разів меншу кількість за максимально допустиму

стандартом. Патогенних мікроорганізмів, таких як *L. monocytogenes* та *Salmonella spp.*, не виявляли у 25 г продукту протягом усього терміну зберігання. На закінчення терміну зберігання кількість молочнокислих бактерій у сирі становила $8,0 \pm 0,1 \times 10^8$ КУО/г. Отже, розроблений нами сир твердий сичужний з насінням льону повинен проявляти функціональні властивості як за рахунок вмісту насіння льону – джерела омега-3 жирних кислот, так і за рахунок життєдіяльності молочнокислої мікрофлори.

Ключові слова: насіння льону, омега-3 жирні кислоти, сир твердий, мікробіологічні показники, зберігання.

Вступ

Сьогодні харчові продукти призначені не лише для втамування голоду та забезпечення необхідних поживних речовин для людини, а й також для запобігання захворюванням, пов'язаним з харчуванням, і покращення фізичного та психічного благополуччя споживачів (Lialyk et al., 2020; Horiuk et al., 2020; Karpyk et al., 2021). Розширення знань про взаємозв'язок між поживними речовинами та здоров'ям призвело до кількох нових категорій продуктів, таких як функціональні харчові продукти та нутрицевтики.

Функціональні продукти харчування спрямовані на запобігання захворюванням або зниження ризику захворювання, але не можуть претендувати на лікування (Feizollahi et al., 2018). Це харчові продукти, збагачені біоактивними інгредієнтами (вітаміни, мінерали, антиоксиданти, омега-3 жирні кислоти, рослинні екстракти, пробіотики тощо), які продемонстрували користь для здоров'я та профілакують виникнення багатьох хвороб (Anal, 2019; Kalicka et al., 2019; Kukhtyn et al., 2021). При регулярному споживанні харчових продуктів з високою харчовою та біологічною цінністю вони здійснюють профілактичні та лікувальні функції і в результаті позитивно впливають як на окремі органи і системи, так і на організм людини загалом (Dalevska et al., 2021; Kukhtyn et al., 2022).

З різних груп нутрицевтиків найбільшою популярністю користуються продукти, що містять або збагачені омега-3 жирними кислотами (Ganesan et al., 2014; Nguyen et al., 2019). Незамінні жирні кислоти, наприклад α -ліноленова кислота (C18: 3 омега-3), ейкозапентаєнова кислота (омега-3), докозагексаєнова кислота (омега-3) і лінолева кислота (C18: 2, омега-6), не синтезуються організмом людини, тому їх необхідно отримати із продуктами харчування (Sokoła-Wysoczańska et al., 2018). Ненасичені жирні кислоти використовуються для заміни насичених жирних кислот в різних продуктах, оскільки високий рівень споживання останніх негативно впливає на здоров'я людей (Briggs et al., 2017).

Омега-3 жирні кислоти можуть бути включені в нові продукти для лікувального та здорового харчування. Сучасні харчові звички спричинили значне зниження щоденного споживання омега-3 жирних кислот до рівнів менших, ніж рекомендовані кількості, і, як наслідок, потреба збагачувати їжу омега-3 жирними кислотами зростає (Lialyk et al., 2019). Таким чином, попит на продукти, багаті омега 3, зростає в усьому світі і, як очікується, буде продовжувати зростати. За даними Міжнародного товариства з вивчення жирних кислот і ліпідів, щоденне споживання довголанцюгових поліненасичених омега-3 жирних кислот населенням має становити близько 650

мг/добу поліненасичених жирних кислот і 2,2 г/добу альфа-ліноленової кислоти (Iafelice et al., 2008).

Тверді сири – це категорія високобілкових молочних продуктів, у яких жирнокислотний склад представлений в основному насиченими жирними кислотами (Dal Bello et al., 2017). Тому збагачення сирів есенціальними кислотами буде сприяти збільшенню вмісту останніх у раціоні. Проте при виборі сировини як джерела, багатого на омега-3 жирні кислоти, ми виходили з таких міркувань. Сировина повинна бути доступною та традиційною для ринку України, вирощуватися у наших кліматичних умовах, бути невибагливою до тривалого зберігання, недорогою та мати значний вміст омега-3 жирних кислот. Тому проаналізувавши асортимент рослинних продуктів, багатих на омега-3 жирні кислоти (горіхи, насіння гарбуза, оливки, лляне насіння, соя, ріпакова олія) (Daly et al., 2010; Dal Bello et al., 2017) свій вибір зупинили на лляному насінні, адже воно повністю підходило і відповідало нашим вимогам щодо джерела есенціальних кислот для додавання у технологію виробництва твердого сичужного сиру. Крім того, використання замість лляного насіння лляної олії може змінити натуральний молочний продукт на сирний, що може вплинути на сприйняття споживачами. Нами було розроблено твердий сичужний сир типу Гауда, який збагатили омега-3 жирними кислотами шляхом додавання до його рецептури насіння льону.

Мета дослідження

Метою роботи було визначити мікробіологічні показники твердого сиру сичужного з насінням льону за його зберігання протягом 45 діб.

Матеріал і методи досліджень

Робота виконана в науково-дослідній лабораторії кафедри харчової біотехнології і хімії та на молокопереробному підприємстві “Чортківський сирзавод”. При цьому підготовлене насіння льону за запатентованим нами способом додавали до сирного зерна після процесу його відокремлення від сироватки. Перемішували насіння разом із сирним зерном для рівномірного розподілу, потім ставили сирне зерно із льоном у форми для стікання сироватки.

Мікробіологічні дослідження виконували за стандартними методиками, які включали підготовку проб до дослідження, проведення десятикратних розведень та посів їх на селективні і накопичувальні середовища. Зокрема БГКП (бактерії групи кишкових паличок) та молочнокислі мікроорганізми визначали згідно з DSTU 7357:2013, бактерії роду сальмонела і лістерія згідно з DSTU EN 12824:2004 та DSTU ISO 11290-1:2003 відповідно.

Отримані дані піддавалися статистичній обробці з використанням програми Statistic 10. Визначали середнє арифметичне – m , стандартну похибку середньої величини – $M \pm m$. Різницю між порівнюваними величинами вважали достовірною при $P \leq 0,05$.

Результати досліджень

Для встановлення терміну придатності розробленого нами нового виду твердого сиру сичужного із насінням льону (рис. 1) було проведено комплекс досліджень з обґрунтуванням змін показників, які характеризують споживчі властивості продукту (органолептичні, фізико-хімічні, хімічні) та показники мікробіологічної стійкості.

Для цього визначали зміни у свіждозрілому сири та протягом усього терміну зберігання. Адже мікробіологічна стійкість молочного продукту насамперед залежить від розвитку в ньому санітарно-показових мікроорганізмів, технічно-шкідливих та патогенних під час визначеного часу зберігання. Відповідно до прийнятих у стандарті (DSTU 6003:2008) нормативів

тверді сири зберігають за температури від $0...+6\text{ }^\circ\text{C}$ протягом 45 діб. Було досліджено зміни основних мікроорганізмів, які впливають на мікробіологічну стійкість продукту під час зберігання. Результати наведено в табл. 1.



Рис. 1. Твердий сир (типу Гауда) з насінням льону після дозрівання

Таблиця 1

Мікробіологічні показники твердого сиру сичужного з насінням льону за його зберігання ($t... + 5 \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ протягом 45 діб), ($x \pm SE$; $n = 5$)

Показники	Термін зберігання, 1 доба/міс.	Вимоги ДСТУ 6003:2008	Сир твердий сичужний з насінням льону
БГКП	1 доба	В 0,01 г продукту не дозволено	> 1
	15		> 1
	30		1
	45		1
<i>Staphylococcus aureus</i>	1 доба	Не більше 500 КУО/г	Не виявлено
	15		Не виявлено
	30		14,3 ± 1,1
	45		22,5 ± 1,4
<i>L. monocytogenes</i> та <i>Salmonella spp.</i>	1 доба	В 25 г продукту не дозволено	Не виявлено
	15		Не виявлено
	30		Не виявлено
	45		Не виявлено

З даних, наведених в табл. 1, спостерігаємо збереженість високих мікробіологічних показників, які визначаються стандартом на даний молочний продукт (DSTU 6003:2008) протягом усього терміну зберігання. Зокрема за кількістю бактерій групи кишкових паличок (БГКП) розроблений сир твердий протягом 45 діб зберігання мав титр на один порядок вищий, ніж гранично допустима межа (0,01 г), яка визначена ДСТУ 6003:2008. Тобто за вмістом БГКП сир твердий з льоном мав практично в 10 разів меншу контамінованість протягом 45-добового зберігання за $t... + 5 \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$, що вказує на наявність значної мікробіологічної стійкості.

Таких патогенних бактерій, як *Staphylococcus aureus*, протягом 15 діб зберігання взагалі не виявляли в 1 г сиру з льоном, а на закінчення встановленого 45-добового терміну зберігання кількість клітин золотистого стафілокока в 1 г продукту становила $22,5 \pm 1,4$ КУО/г, що практично в 20 разів менша кількість, ніж максимально визначена стандартом на цей вид сиру.

Загальновизнаних потенційно патогенних мікроорганізмів *L. monocytogenes* та *Salmonella spp.* не виявляли у 25 г продукту як на першу добу дослідження, так протягом 45-добового зберігання за визначених температур.

У технології виготовленого сиру твердого з насінням льону під час сквашування молочної сировини використовують заквасочні мікроорганізми мезофільних молочнокислих бактерій. Хоча ДСТУ 6003:2008 не регламентує їх мінімальну і максимальну кількість, нами визначено вміст молочнокислих бактерій протягом 45-добового терміну зберігання. Адже чим довше зберігають свою життєздатність молочнокислі мікроорганізми у сири твердому, тим краще проявляються його функціональні властивості. Результати досліджень зміни молочнокислої мікробіоти у сири твердому з насінням льону протягом 45-добового терміну зберігання за $t... + 5 \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ наведено на рис. 2.

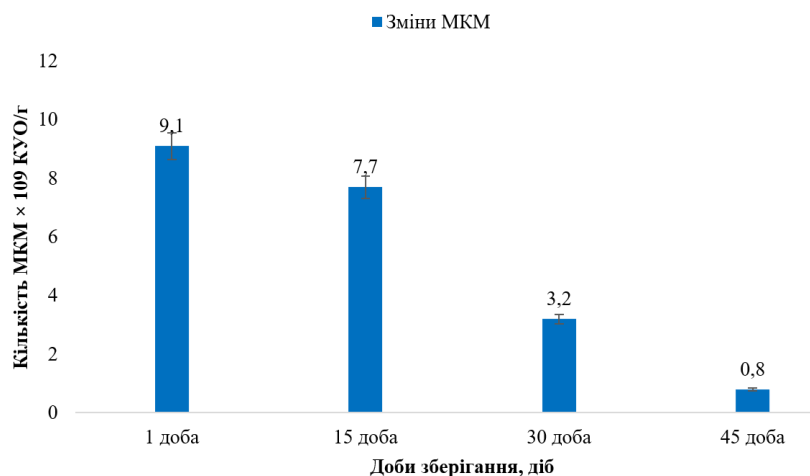


Рис. 2. Зміни молочнокислих мікроорганізмів за зберігання твердого сиру з насінням льону протягом 45 діб ($t... + 5 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$)

З аналізу даних [рис. 2](#) спостерігаємо поступове зменшення кількості молочнокислих бактерій у сирі твердому з насінням льону за його холодильного зберігання протягом 45 діб. Зокрема протягом дослідженого терміну зберігання кількість молочнокислих бактерій в середньому зменшилася на один порядок – з $9,1 \pm 0,1 \times 10^9$ КУО/г до $8,0 \pm 0,1 \times 10^8$ КУО/г. Водночас навіть за такого відмирання молочнокислих бактерій їхня кількість у виготовленому сирі вважається достатньою для того, щоб молочний продукт мав функціональні властивості, пов'язані з активністю молочнокислої мікробіоти.

Обговорення

Збагачення харчових продуктів є одним із найважливіших процесів для підвищення поживної якості та кількості харчових продуктів ([Dabija et al., 2020](#); [Dalevska et al., 2021](#)). Зараз розробка нових рецептур молочних продуктів є однією з рушійних сил молочної промисловості. Метою даного дослідження було визначити придатність розробленого твердого сиру з насінням льону до зберігання за умов, визначених стандартом. Адже у нашому продукті міститься насіння льону, яке було підготовлене (зnezаражене) за розробленим нами способом. Необроблене насіння льону на поверхні завжди містить сапрофітні види як неспоривих, так і споривих бактерій, які можуть розвиватися під час ферментації виробу та його зберігання ([Lialyk et al., 2019](#)). Тому важливо було виявити зміни мікробіологічних процесів у даному продукті за його зберігання. Дослідження вказують, що мікробіологічні показники сичужних сирів, як і будь-яких інших молочних продуктів, за зберігання мають тенденцію до погіршення ([Kukhtyn, 2008](#); [Dal Bello et al., 2017](#)), такі вироби стають небезпечними для споживачів. Отримані нами дані виявили, що титр БГКП протягом 15 діб зберігання за режиму $t... + 5 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$ не змінювався і становив більше ніж 1, тобто в 1 г сиру даної групи мікроорганізмів не виділяли. На тридцять і сорок п'яту добу дослідження титр БГКП зменшився до 1, водночас навіть такі значення вмісту БГКП вказують на високі мікробіологічні показники даного

виду молочного продукту. Це дає підставу вважати, що додавання підготовленого за розробленим способом насіння льону у технологію виробництва твердого сиру не знижувало його мікробіологічних показників за вмістом БГКП. Аналогічні результати було отримано при визначенні у сирі умовно-патогенних бактерій (золотистого стафілокока) та патогенних сальмонел і лістерій, які на закінченні терміну зберігання продукту не перевищували нормативів ДСТУ 6003:2008. Наші результати досліджень узгоджуються з даними ([Dal Bello et al., 2017](#)), які вказують, що при ефективному зnezараженні насіння льону чи інших наповнювачів, які вводяться у молочний продукт, його мікробіологічна стійкість не погіршується.

Отже, підсумовуючи, зазначаємо, що розроблений сир твердий з льоном має добру мікробіологічну стійкість під час зберігання за температури, яка пропонується стандартом на даний продукт, оскільки протягом 45-добового зберігання основні групи мікроорганізмів не перевищували допустимої кількості, що дозволяє його реалізовувати та зберігати за звичайних умов холодильника.

Висновки

Розроблений твердий сир типу Гауда з насінням льону під час зберігання за температурного режиму $t... + 5 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$ протягом 45 діб проявляв високі мікробіологічні показники, які характеризують його безпечність та якість. Зокрема за кількістю БГКП продукт протягом 45 діб зберігання мав титр на один порядок вищий, ніж гранична допустима межа (0,01 г), а за вмістом золотистого стафілокока мав практично в 20 разів меншу кількість, ніж максимально допустиму стандартом. Патогенних мікроорганізмів, таких як *L. monocytogenes* та *Salmonella* spp., не виявляли у 25 г продукту протягом усього терміну зберігання. На закінченні терміну зберігання кількість молочнокислих бактерій у сирі становила $8,0 \pm 0,1 \times 10^8$ КУО/г.

Отже, розроблений нами сир твердий сичужний з насінням льону повинен проявляти функціональні властивості як за рахунок вмісту насіння льону – дже-

рела омега-3 жирних кислот, так і за рахунок життєдіяльності молочнокислої мікрофлори.

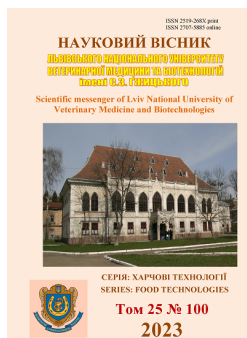
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Anal, A. K. (2019). Quality ingredients and safety concerns for traditional fermented foods and beverages from Asia: A review. *Fermentation*, 5(1), 8. DOI: 10.3390/fermentation5010008.
- Berhilevych, O. M., Kasianchuk, V. V., Vlasenko, I. H., & Kukhtyn, M. D. (2008). *Mikrobiolohiia moloka i molochnykh produktiv*. Sumy: Universytetska knyha (in Ukrainian).
- Briggs, M. A., Petersen, K. S., & Kris-Etherton, P. M. (2017). Saturated fatty acids and cardiovascular disease: replacements for saturated fat to reduce cardiovascular risk. In *Healthcare*, 5(2), 29. DOI: 10.3390/healthcare5020029.
- Dabija, A., Oroian, M., Codinã, G. G., & Rusu, L. (2020). Assessment the influence of the main technological factors on yogurt quality. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 21(1), 83–94. URL: <https://www.proquest.com/openview/741e9566df15a9e242a97db8760921be/1?pq-origsite=gscholar&cbl=716381>.
- Dal Bello, B., Torri, L., Piochi, M., Bertolino, M., & Zeppa, G. (2017). Fresh cheese as a vehicle for polyunsaturated fatty acids integration: effect on physico-chemical, microbiological and sensory characteristics. *International journal of food sciences and nutrition*, 68(7), 800–810. DOI: 10.1080/09637486.2017.1301891.
- Dalevska, D., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Kopchak, N., Salata, V., Horiuk, Y., & Uglyar, T. (2021). Changes in organoleptic, microbiological and biochemical properties of kefir with iodine addition during the storage. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15, 732–740. DOI: 10.5219/1679.
- Daly, D. F., McSweeney, P. L., & Sheehan, J. J. (2010). Split defect and secondary fermentation in Swiss-type cheeses—A review. *Dairy science & technology*, 90(1), 3–26. DOI: 10.1051/dst/2009036.
- DSTU 6003:2008. *Syry tverdi. Zahalni tekhnichni umovy*. [Chynnyi vid 2008-12-22]. Vyd. ofits. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2008. 18 s. (in Ukrainian).
- DSTU 7357:2013. *Moloko ta molochni produkty. Metody mikrobiolohichnoho kontroliuvannia*. [Chynnyi vid 22-08-2013]. Vyd. ofits. Kyiv: Minekonomrozvytku Ukrainy, 2014. 34 s. (in Ukrainian).
- DSTU EN 12824:2004. *Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Horyzontalnyi metod vyavliannia Salmonella (EN 12824:1997, IDT)*. [Chynnyi vid 2005-01-07]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. 23 s. (in Ukrainian).
- DSTU ISO 11290-1:2003. *Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv ta kormiv dlia tvaryn. Horyzontalnyi metod vyavliannia ta pidrakhovuvannia Listeria monocytogenes. Chastyna 1. Metod vyavliannia (ISO 11290-1:1996, IDT)*. [Chynnyi vid 2004-01-10]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. 21 s. (in Ukrainian).
- Feizollahi, E., Hadian, Z., & Honarvar, Z. (2018). Food fortification with omega-3 fatty acids; microencapsulation as an addition method. *Current Nutrition & Food Science*, 14(2), 90–103. DOI: 10.2174/1573401313666170728151350.
- Ganesan, B., Brotherson, C., & McMahon, D. J. (2014). Fortification of foods with omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(1), 98–114. DOI: 10.1080/10408398.2011.578221.
- Horiuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Vergeles, K. M., Kovalenko, V. L., Verkholiuk, M. M., Peleno, R. A., & Horiuk, V. V. (2018). Characteristics of enterococci isolated from raw milk and hand-made cottage cheese in Ukraine. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 9(2), 1128–1133. URL: [https://www.rjpbcs.com/pdf/2018_9\(2\)/\[139\].pdf](https://www.rjpbcs.com/pdf/2018_9(2)/[139].pdf).
- Iafelice, G., Caboni, M. F., Cubadda, R., Di Criscio, T., Trivisonno, M. C., & Marconi, E. (2008). Development of functional spaghetti enriched with long chain omega-3 fatty acids. *Cereal Chemistry*, 85(2), 146–151. DOI: 10.1094/CCHEM-85-2-0146.
- Kalicka, D., Znamirowska, A., Pawlos, M., Buniowska, M., & Szajnar, K. (2019). Physical and sensory characteristics and probiotic survival in ice cream sweetened with various polyols. *International Journal of Dairy Technology*, 72(3), 456–465. DOI: 10.1111/1471-0307.12605.
- Karpyk, H., Kukhtyn, M., Selskyi, V., Nazarko, I., Pokotylo, O., & Haidamaka, M. (2021). Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 3–7. DOI: 10.32718/nvlvet-f9601.
- Kukhtyn, M. D. (2008). *Mikrobiolohichni normatyvy efektyvnosti tekhnolohii oderzhannia moloka syroho ekstra-gatunku*. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 2, 45–46 (in Ukrainian).
- Kukhtyn, M., Kravchenyuk, K., Selskyi, V., Pokotylo, O., Vichko, O., Kopchak, N., & Hmelar, A. (2022). Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 14–19. DOI: 10.32718/nvlvet-f9703.
- Kukhtyn, M., Salata, V., Horiuk, Y., Kovalenko, V., Ulko, L., Prosyanyi S., Shuplyk, V., & Kornienko, L. (2021). The influence of the denitrifying strain of *Staphylococcus carnosus* No. 5304 on the content of nitrates in the technology of yogurt production. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15, 66–73. DOI: 10.5219/1492.
- 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.

- 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.
- Nguyen, Q. V., Malau-Aduli, B. S., Cavalieri, J., Nichols, P. D., & Malau-Aduli, A. E. (2019). Enhancing omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acid content of dairy-derived foods for human consumption. *Nutrients*, 11(4), 743. DOI: 10.3390/nu11040743.
- Sokoła-Wysoczańska, E., Wysoczański, T., Wagner, J., Czyż, K., Bodkowski, R., Lochyński, S., & Patkowska-Sokoła, B. (2018). Polyunsaturated fatty acids and their potential therapeutic role in cardiovascular system disorders—a review. *Nutrients*, 10(10), 1561. DOI: 10.3390/nu10101561.



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-f10002
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.072:638.178

Comparative analysis of physicochemical parameters of buckwheat perga of honey of different regional origins

R. S. Svyatnenko , A. I. Marynin, S. I. Litvynchuk, O. M. Poznyak

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 15.06.2023
Received in revised form
17.07.2023
Accepted 18.07.2023

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., & Poznyak, O. M. (2023). Comparative analysis of physicochemical parameters of buckwheat perga of honey of different regional origins. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 9–13. doi: 10.32718/nvlvet-f10002

Studies of beekeeping products reveal the presence of a significant complex of biologically active substances in them, which arouses great interest among scientists and specialists in the field of medicine and nutrition. One of the little-studied products – perga, is characterized by a unique composition of complex compounds, characterized by their natural harmony, bioavailability and synergistic interaction. This research substance, which is the result of the active activity of bees, includes a balanced spectrum of biologically active components that can affect various aspects of human health. In particular, its potential is considered in the context of strengthening immunity, increasing energy reserves and general support of physiological processes. Such a well-known product can become an important addition to the diet and an approach to maintaining optimal health. The physico-chemical and organoleptic characteristics of buckwheat perga from different regions were studied in order to establish possible differences in their composition and quality. The analysis of perga samples from the Boryspil and Pereyaslav-Khmelnytsky districts showed that the mass fraction of mechanical impurities in both cases is 0 %, confirming their high quality and purity. It was determined that the moisture content of the perga from Boryspil district is 8.7 %, and from Pereyaslav-Khmelnytskyi – 7.6 %, which may be due to differences in the conditions of collection and storage. The pH level in perga from Boryspil district is 5, and from Pereyaslav-Khmelnytskyi – 3.9, which indicates possible differences in chemical conditions. The study also revealed a difference in the mass content of flavonoid compounds: in perga from Boryspil district, this indicator is 3.7 %, and from Pereyaslav-Khmelnytskyi – 2.5 %. The organoleptic analysis showed a high index of color (5 points) for both areas, indicating stability and intensity of color. Taste and smell received 4.8 and 4.5 points, respectively, confirming the presence of high-quality aroma and taste. Appearance and consistency were also highly rated (4.4 and 4.8 points), indicating the variety and naturalness of the lumps and their crumbly structure. The general analysis confirms the presence of differences in the composition and characteristics of buckwheat perga from different regions. These differences may be related to environmental factors, but they correspond to DSTU 7074:2009.

Key words: perga, organoleptic indicators, physical and chemical indicators, mass fraction of flavonoid compounds, granules.

Порівняльний аналіз фізико-хімічних показників гречаної перги меду різного регіонального походження

Р. С. Святненко , А. І. Маринін, С. І. Літвинчук, О. М. Позняк

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Дослідження продуктів бджільництва виявляють наявність в них вагомого комплексу біологічно активних речовин, що викликає великий інтерес серед вчених та спеціалістів з медичної сфери харчування. Один із малодосліджених продуктів – перга, вирізняється своєю складовою складних сполук, властивою їй природною гармонією, біодоступністю та взаємодією синергетич-

ного характеру. Ця досліджувана речовина, що є результатом активної діяльності бджіл, включає в себе збалансований спектр біологічно активних компонентів, що можуть впливати на різноманітні аспекти здоров'я людини. Зокрема розглядається його потенціал у контексті зміцнення імунітету, підвищення енергетичних резервів та загальної підтримки фізіологічних процесів. Такий відомий продукт може стати важливим доповненням до дієти та підхід до підтримання оптимального стану здоров'я. Досліджено фізико-хімічні та органолептичні характеристики гречаної перги з різних регіонів з метою встановлення можливих відмінностей у їхньому складі та якості. Аналіз зразків перги з Бориспільського та Переяслав-Хмельницького районів показав, що масова частка механічних домішок в обох випадках дорівнює 0 %, підтверджуючи їх високу якість та чистоту. Визначено, що вміст вологи у перзі з Бориспільського району складає 8,7 %, а з Переяслав-Хмельницького – 7,6 %, що може бути зумовлено відмінностями в умовах збору та зберігання. Рівень рН у перзі з Бориспільського району становить 5, а з Переяслав-Хмельницького – 3,9, що вказує на можливі різниці в хімічних умовах. Дослідження також виявило різницю у масовому вмісті флавоноїдних сполук: у перзі з Бориспільського району цей показник становить 3,7 %, а з Переяслав-Хмельницького – 2,5 %. Органолептичний аналіз продемонстрував високий показник колориту (5 балів) для обох районів, що вказує на стійкість та інтенсивність кольору. Смак та запах отримали відповідно 4,8 та 4,5 бала, підтверджуючи наявність високоякісного аромату та смаку. Зовнішній вигляд та консистенція також отримали високу оцінку (4,4 та 4,8 бала), вказуючи на різноманітність та природність грудочок та їх розсипчасту структуру. Загальний аналіз підтверджує наявність різниць у складі та характеристиках гречаної перги з різних районів. Ці відмінності можуть бути пов'язані з факторами довколишнього середовища, але вони відповідають ДСТУ 7074:2009.

Ключові слова: перга, органолептичні показники, фізико-хімічні показники, масова частка флавоноїдної сполуки, гранули.

Вступ

Останнім часом зацікавленість споживачів та попит на натуральні продукти спонукали до проведення глибоких досліджень щодо харчових властивостей бджолоїної перги. Перга – це продукт, який виготовляється бджолами з пилку квітів. Бджоли збирають пилку з квітів, змішують його з нектаром та власною слиною, і формують кульки, які відкладають воском в спеціальних комірках вулика. Ці кульки пилку і називають пергою.

Бджолоїна перга багата на вуглеводи, білки, ліпіди і також містить різноманітні мікроелементи, такі як мінерали, вітаміни, фенольні сполуки та незамінні амінокислоти. Цей продукт володіє такими терапевтичними властивостями, як протизапальні, антиоксидантні, протимікробні дії (Thakur & Nanda, 2020).

Пергу часто використовують як доповнення до раціону, особливо для людей, які ведуть активний спосіб життя або займаються спортом (Mārgāoan et al., 2019; Thakur & Nanda, 2020).

Abouda Z. та ін. вивчали антибактеріальну активність екстрактів перги проти деяких патогенних бактерій. Результати досліджень показали, що всі зразки мають сильну антимікробну біологічну активність на штами бактерій. Крім того, грамположитивні бактерії були більш чутливі до перги, ніж грамнегативні (Abouda et al., 2011).

У статті (Mārgāoan et al., 2019) було проведено аналіз біоактивних речовин, таких як фенольні сполуки, флавоноїди, фітостероли, амінокислоти та вітаміни, які містяться в пилку та бджолоїній перзі. Дослідження показали, що ці продукти мають високий вміст антиоксидантів, які можуть захищати організм від окислювального стресу та запобігати розвитку різних захворювань. Згідно з результатами дослідження, пилку та перга також містять значну кількість флавоноїдів, які відомі своїми протизапальними та антиканцерогенними властивостями. Крім того, вони містять розчинні дієтичні волокна, які сприяють нормалізації шлунково-кишкового тракту та підтримці здорової мікрофлори кишечника.

Авторами (Didaras et al., 2020) було проведено аналіз досліджень, що вивчають антимікробні властивості пилку та перги. Дослідники встановили, що

пилку та перга мають потенційну здатність боротися з різними мікроорганізмами, включаючи бактерії, гриби та деякі види вірусів. Згідно з отриманими результатами, виявлено, що пилку та перга містять різні біологічно активні сполуки, такі як флавоноїди, фенольні сполуки та амінокислоти, що відповідають за їхню антимікробну активність. Деякі з цих сполук проявляють дію проти патогенних мікроорганізмів та можуть мати потенційне застосування у медицині для боротьби з інфекційними захворюваннями.

У статті автори (Bakour et al., 2019) провели детальний аналіз хімічного складу перги, включаючи вміст біологічно активних сполук, таких як флавоноїди, фенольні сполуки, амінокислоти та вітаміни. Дослідження показало, що перга має значний вміст антиоксидантів, які сприяють захисту організму від окислювального стресу та запобігають розвитку різних захворювань. Також виявлено, що перга має потенційну здатність підтримувати здоров'я серцево-судинної системи та поліпшувати імунну відповідь організму.

У статті (Semkiw & Skubida, 2021) автори проаналізували переваги виробництва перги, зокрема її відмінності від меду, можливості використання в харчовій промисловості та її ринковий потенціал. Дослідження показало, що виробництво перги може стати додатковим джерелом доходу для пасічних ферм. Згідно з отриманими результатами встановлено, що перга має високу харчову цінність, оскільки в ній зберігається багато корисних речовин, таких як вітаміни, мінерали та флавоноїди. Також виявлено, що перга може бути використана у виробництві функціональних харчових продуктів, дієтичних добавок та косметичних засобів.

Колектив авторів (Andelković et al., 2012) досліджував фізико-хімічні характеристики пилку та перги, зібраної весною. Вони вивчали показники, такі як вологість, вміст протеїну, цукрів, мінеральних речовин та фенольних сполук. Згідно з отриманими результатами встановлено, що якість пилку та перги може значно варіюватись залежно від конкретних умов збору та обробки.

Харчова цінність бджолоїного хліба різна і залежить від таких факторів, як ботанічне походження, географічне розташування, кліматичні умови, тип

грунту, діяльність бджоляра та види бджіл (Andelković et al., 2012; Khalifa et al., 2020), оскільки ці чинники впливають на його хімічний склад.

Мета дослідження

Метою дослідження було встановлення фізико-хімічних характеристик та органолептичних властивостей гречаної перги з різних регіонів.

Матеріал і методи досліджень

Зразки перги були зібрані, оброблені та піддані оцінці згідно з вимогами ДСТУ 7074:2009 “Перга” (DSTU 7074:2009, 2010). Визначення кількісного вмісту флавоїдних сполук визначали за допомогою спектрофотометра СФ-46, рН перги визначали за допомогою Seven Compact pH meter S220. Масову частку води, механічних домішок та органолептичні показники якості перги (зовнішній вигляд, консистенцію, колір, запах і смак) визначали за стандартизованими методиками (DSTU 7074:2009, 2010).

Результати та їх обговорення

Задля визначення якості перги застосовуються фізико-хімічні показники, які дозволяють отримати детальну інформацію про її склад та властивості.

Масова частка флавоїдних сполук є важливим параметром перги меду, оскільки вона вказує на наявність та кількість флавоїдів, які є важливими біоактивними речовинами. Нормальний рівень масової частки флавоїдних сполук може коливатися від 1 % до 5 % та більше – залежно від джерела перги та умов збору. Флавоїди є природними сполуками, які можуть мати антиоксидантну, протизапальну, антимікробну та імуномодельюючу дію. Зміна масової частки флавоїдних сполук може вказувати на вплив різних факторів, таких як тип рослин, з яких збирається перга, та умови збору (Kolayli & Keskin, 2020).

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники перги гречаної різних джерел регіонального походження

Показник	Перга гречана Бориспільського району	Перга гречана Переяслав-Хмельницького району	ДСТУ 7074:2009 “Перга”
Масова частка механічних домішок %	0	0	не більше ніж 0,1
Масова частка води	8,7	7,6	5,0–8,0
Масова частка флавоїдної сполуки, %	3,7	2,5	не менше ніж 2,5
Показник рН	5	3,9	3,5–5,0

З результатів таблиці 1 встановлено, що масова частка механічних домішок у зразках перги гречаної з обох районів, а саме Бориспільського та Переяслав-Хмельницького, становить 0 %, що свідчить про високу якість та чистоту цих зразків.

Дослідження масової частки води в перзі з Бориспільського району становить 8,7 %, тимчасом як в перзі з Переяслав-Хмельницького району цей показник складає 7,6 %. Це вказує на можливі різниці в умовах збору та зберігання перги між цими двома районами.

Масова частка флавоїдних сполук може бути індикатором біологічної активності та якості перги меду. Вищий рівень флавоїдів може свідчити про більшу користь для здоров'я через їхні біологічно активні властивості (Kolayli & Keskin, 2020).

Масова частка води є важливою фізико-хімічною характеристикою перги меду, оскільки вона відображає вміст вологи та може вказувати на якість та збереженість продукту. Нормальний рівень масової частки води в перзі меду зазвичай становить від 13 % до 30 % залежно від типу перги та умов її збору та сушіння. Зміни в масовій частці води можуть сигналізувати про процеси, які впливають на якість та стабільність перги. Збільшення вмісту вологи може бути наслідком некоректного збирання, сушіння або зберігання, що спричиняє збільшення можливостей росту бактерій чи плісняви. З іншого боку, надмірно низька масова частка води може вказувати на пересушеність перги, що може призвести до втрати біологічно активних компонентів (Milek et al., 2023).

Показник рН є важливим фізико-хімічним показником перги меду, оскільки він відображає його характеристики та може служити показником якості. Нормальний рівень рН для перги зазвичай перебуває в діапазоні від 3,5 до 5,0, що свідчить про його слабку кислотну або слабку лужну природу. Зміна показника рН може мати важливі наслідки для властивостей перги меду. Наприклад, високий рівень рН може свідчити про вплив зовнішніх чинників, таких як неконтрольоване збирання або обробка, що може призвести до втрати біологічно активних речовин. Низький рівень рН натомість може бути результатом високої концентрації органічних кислот, які можуть бути важливими для антиоксидантної та протизапальної активності перги (Khalifa et al., 2020; Melnyk et al., 2023).

Результати досліджень фізико-хімічних показників перги гречаної різних джерел регіонального походження наведені в таблиці 1.

Щодо рН значень, встановлено, що перга з Бориспільського району має рН рівень 5, тимчасом як перга з Переяслав-Хмельницького району відрізняється більш кислотним середовищем з рН 3,9.

У результаті досліджень було встановлено, що масова частка флавоїдних сполук у перзі з Бориспільського району становить 3,7 %, тимчасом як у перзі з Переяслав-Хмельницького цей показник складає 2,5 %.

Загалом аналіз отриманих даних свідчить про наявність певних відмінностей у хімічному складі та

характеристиках перги гречаної з різних районів, що може бути пов'язане з різними факторами, такими як тип рослин, географічні умови та методи збору, але всі вони відповідають ДСТУ 7074:2009.

Органолептичні показники – це властивості продукту, які можна оцінити за допомогою органів чуття (зір, нюх, смак, дотик) (Svyatnenko et al., 2023; Sviatnenko et al., 2023). За органолептичними показниками перга – це м'які, злегка підсушені, рихлі грудочки від темно-жовтого до коричневого кольору

кисло-солодкого з гіркотою смаку і характерним пилковим, медовим запахом. Результати досліджень органолептичних показників перги різного походження наведені на рис. 1.

Результати органолептичних показників показані у вигляді профілограф (рис. 1), де показники оцінювалися за шкалою від 1 до 5 балів. Оцінки вказують на якісні характеристики меду, такі як колір, запах, зовнішній вигляд, смак та консистенція.

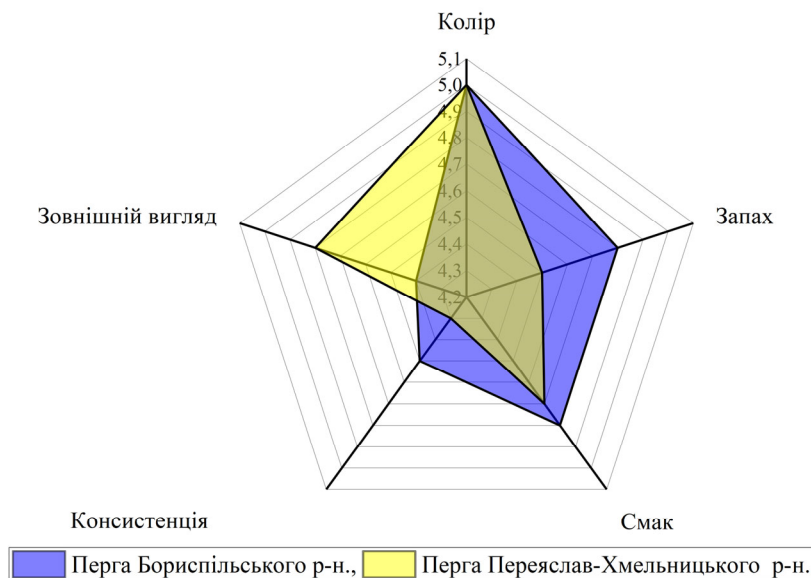


Рис. 1. Профілограма органолептичних показників дослідних зразків перги гречаного меду Бориспільського та Переяслав-Хмельницького районів

Аналізуючи набуті результати оцінки органолептичних показників перги з різних районів (Бориспільського та Переяслав-Хмельницького), встановлено, що колір перги в обох районах отримав високий показник – 5 балів, що свідчить про стабільність та насиченість кольорової гами продукту. Дане спостереження зазвичай вказує на наявність специфічних пігментів, що природно присутні в перзі.

Смак та запах як характеристики з чуттєвої області відобразили себе на рівні 4,8 та 4,5 відповідно. Ці результати підтверджують присутність високоякісного медового аромату та смаку, а також певних хімічних сполук, які надають продукту характерні особливості. Гіркота в смаку, зокрема в Переяслав-Хмельницькому районі, може бути пов'язана з відмінностями в хімічному складі меду залежно від рослинного середовища.

Зовнішній вигляд та консистенція перги також отримали високі оцінки – відповідно 4,4 та 4,8 бала. Це свідчить про природність та різноманітність грудочок, а також підкреслює м'яку та розсипчасту структуру продукту, яка може виникати в результаті різних факторів, таких як температурні умови та ступінь вологості.

Висновки

У підсумку дослідження фізико-хімічних та органолептичних характеристик гречаної перги з різних регіонів було встановлено низку важливих аспектів.

Виявлено, що гречана перга з обох розглянутих районів вирізняється високою якістю, оскільки масова частка механічних домішок в зразках дорівнює 0 %. Це підтверджує відповідність продукту вимогам стандарту.

Аналіз вмісту вологи у перзі показав певні різниці між регіонами. Ці варіації можуть виникнути внаслідок впливу різних умов збору та зберігання. Також було виявлено різницю у рівні рН, що може бути пов'язано з хімічними особливостями областей, де була зібрана перга.

Аналіз масового вмісту флавоноїдних сполук також показав певні варіації. Ці різниці можуть відображати різноманітність факторів, що впливають на хімічний склад гречаної перги.

З органолептичного аналізу випливає, що гречана перга з обох районів характеризується високою стійкістю кольору, наявністю характерного медового аромату та смаку. Гіркота смаку в одному з районів може свідчити про наявність певних хімічних сполук, характерних для даного регіону.

Перспективи подальших досліджень. Отримані результати дослідження гречаної перги з різних регіонів

створюють підґрунтя для подальших досліджень та розвитку в різних напрямках. Однією з потенційних перспектив є детальне вивчення факторів, що впливають на хімічний склад перги, таких як тип рослин, географічне розташування та кліматичні умови.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Abouda, Z., Zerdani, I., Kalalou, I., Faïd, M., & Ahami, M. T. (2011) The antibacterial activity of Moroccan bee bread and bee-pollen (fresh and dried) against pathogenic bacteria. *Research Journal of Microbiology*, 6(4), 376–384. DOI: 10.3923/jm.2011.376.384.
- Anđelković, B., Jevtić, G., Mladenović, M., Marković, J., Petrović, M., & Nedić, N. (2012). Quality of pollen and honey bee bread collected in spring. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 1, 275–277. URL: <https://keypublishing.org/jhed/wp-content/uploads/2020/07/11-Bojan-Anđelković.pdf>.
- Bakour, M., Fernandes, Â., Barros, L., Sokovic, M., & Ferreira, I. C. (2019). Bee bread as a functional product: Chemical composition and bioactive properties. *LWT*, 109, 276–282. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.02.008.
- Didaras, N. A., Karatasou, K., Dimitriou, T. G., Amoutzias, G. D., & Mossialos, D. (2020). Antimicrobial activity of bee-collected pollen and beebread: State of the art and future perspectives. *Antibiotics*, 9(11), 811. DOI: 10.3390/antibiotics9110811.
- DSTU 7074:2009. *Perha. Tekhnichni vymohy*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 2010. 11 s. (in Ukrainian).
- Khalifa, S. A., Elashal, M., Kieliszek, M., Ghazala, N. E., Farag, M. A., Saeed, A., ... & El-Seedi, H. R. (2020). Recent insights into chemical and pharmacological studies of bee bread. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 300–316. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.08.021.
- Kolayli, S., & Keskin, M. (2020). Natural bee products and their apitherapeutic applications. *Studies in Natural Products Chemistry*, 66, 175–196. DOI: 10.1016/B978-0-12-817907-9.00007-6.
- Mărgăoan, R., Stranț, M., Varadi, A., Topal, E., Yücel, B., Cornea-Cipcigan, M., ... & Vodnar, D. C. (2019). Bee collected pollen and bee bread: Bioactive constituents and health benefits. *Antioxidants*, 8(12), 568. DOI: 10.3390/antiox8120568.
- Melnyk, O. P., Marynin, A. I., Shevchenko, O. Yu., Litvynchuk, S. I., & Sviatnenko, R. S. (2023). Vykorystannia metodu yamr-spektroskopii dlia doslidzhennia identyfikatsii ta falsyfikatsii medu. *Visnyk LTEU. Tekhnichni nauky*, 34, 21–31. DOI: 10.32782/2522-1221-2023-34-03.
- Milek, M., Mołoń, M., Kula-Maximenko, M., Sidor, E., Zaguła, G., & Dżugan, M. (2023). Chemical Composition and Bioactivity of Laboratory-Fermented Bee Pollen in Comparison with Natural Bee Bread. *Biomolecules*, 13(7), 1025. DOI: 10.3390/biom13071025.
- Semkiw, P., & Skubida, P. (2021). Bee bread production – a new source of income for beekeeping farms?. *Agriculture*, 11(6), 468. DOI: 10.3390/agriculture11060468.
- Sviatnenko, R. S., Marynin, A. I., Shevchenko, O. Iu., Pozniak, O. M., & Litvynchuk, S. I. (2023). Fyzyko-khimichni ta orhanoleptychni pokaznyky medu riznoho botanichnoho ta odnoho rehionalnoho pokhodzhennia. *Naukovyi zhurnal “Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriya: Tekhnichni nauky”*, 34(73), 110–114. DOI: 10.32782/2663-5941/2023.3.2/19 (in Ukrainian).
- Svyatnenko, R., Marynin, A., Litvynchuk, S., & Pasichnyi, V. (2023). Study on the quality of honey from different botanical sources and one re-gional origin. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(99), 56–60. DOI: 10.32718/nvlvet-f9910.
- Thakur, M., & Nanda, V. (2020). Composition and functionality of bee pollen: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 98, 82–106. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.02.001.



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-f10003
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.521

Sliced semi-finished products with vegetable raw materials

N. V. Novgorodska¹✉, I. M. Bernyk¹, O. P. Razanova¹, O. M. Savinok²

¹Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine

²Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

Article info

Received 15.06.2023

Received in revised form

17.07.2023

Accepted 18.07.2023

Vinnytsia National Agrarian
University, Sontachna Str., 3,
Vinnytsia, 21008, Ukraine.
Tel.: +38-096-662-15-23
E-mail: nadia.novgorodska@gmail.com

Odessa National Maritime
University, Mechnikova St., 34,
Odessa 65029, Ukraine.
Tel.: +38-097-343-34-77
E-mail: savoksamit12@gmail.com

Novgorodska, N. V., Bernyk, I. M., Razanova, O. P., & Savino, O. M. (2023). Sliced semi-finished products with vegetable raw materials. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 14–19. doi: 10.32718/nvlvet-f10003

Numerous studies of nutrition problems have shown the urgent need to create functional products that carry micronutrients for a wide range of the population. At present, recipes and technologies of combined meat semi-finished products in different thermal conditions using raw materials of animal and vegetable origin have been developed and scientifically substantiated. The production of combined semi-finished products using proteins of animal and vegetable origin expands the product range, contributes to the rational use of raw materials to provide the population with high-quality food products. The article substantiates the use of plant components in meat products for their nutritional enrichment. The article presents the results of studying the possibility of using lentil flour and pumpkin seed fiber as binders in the production of minced meat products. The change in the moisture-holding capacity of minced poultry samples obtained using bread and the mentioned plant additives was studied. According to the results of the organoleptic evaluation, the rational ratio of wheat bread and vegetable composition (lentil flour + pumpkin seed fiber) was determined. According to the results of organoleptic studies, it was found that with an increase in the mass fraction of red lentil flour in the product, the color of the minced meat, consistency and taste slightly change. We have chosen a sample with the replacement of wheat bread with a vegetable additive, i.e., 3 % pumpkin seed fiber + 5 % red lentil flour for further research. We have found that the introduction of a plant additive in the amount of 3 % pumpkin seed fiber + 5 % red lentil flour into the formulation of the composition increases the moisture content by 4.33 %, the moisture-binding capacity of meat increases by 10.09 %, protein by 0.82 %, carbohydrates by 2.56 %, dietary fiber by 0.9 % and 0.25 % in pH. At the same time, there is a decrease in fat content by 8.83 % and weight loss during heat treatment by 5.56 %.

Key words: chopped semi-finished products, lentils, pumpkin fiber, quality.

Січені напівфабрикати з рослинною сировиною

Н. В. Новгородська¹✉, І. М. Берник¹, О. П. Разанова¹, О. М. Савінок²

¹Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

²Одеський національний морський університет, м. Одеса, Україна

Численні дослідження, щодо вивчення проблем харчування показали гостру необхідність створення функціональних продуктів, носіїв мікроелементів, призначених для широкого кола населення. В даний час розроблено і науково обґрунтовано рецептури та технології комбінованих м'ясних напівфабрикатів у різному термічному стані з використанням сировини тваринного та рослинного походження. Виробництво комбінованих напівфабрикатів з використанням білків тваринного та рослинного походження не лише розширює асортимент, що випускається, а й сприяє раціональному використанню сировинних ресурсів, забезпеченню населення якісними продуктами харчування. У статті обґрунтовується використання рослинних компонентів у технології м'ясних продуктів з метою їхнього збагачення за харчовою цінністю. Наводяться результати вивчення можливості використання борошна сочевиці та клітковини насіння гарбуза як сполучних компонентів при виготовленні виробів з м'ясного фаршу. Вивчено зміну вологостійкості здатності модельних зразків фаршу з м'яса птиці, отриманих з використанням хліба та зазначених рослинних добавок. Згідно з результатами органолептичної оцінки визначено раціональне співвідношення хліба пшеничного та рослинної

композиції (борошно сочевиці + клітковина насіння гарбуза). За результатами органолептичних досліджень було встановлено, що при збільшенні масової частки борошна сочевиці червоної у складі продукту децю зазнає змін колір фаршу, консистенція та смак. Після дослідження модельних зразків фаршів для подальших досліджень було обрано зразок із заміною хліба пшеничного рослинною добавкою – 3 % клітковини насіння гарбуза + 5 % борошна сочевиці червоної. Виявлено, що при введенні у рецептуру композиції рослинної добавки у кількості 3 % клітковини насіння гарбуза + 5 % борошна сочевиці червоної підвищується вміст вологи на 4,33 %, значення ВЗЗ збільшується на 10,09 %, білка на 0,82 %, вуглеводів на 2,56 %, харчових волокон на 0,9 % та 0,25 на рН. Поряд із цим спостерігається зменшення вмісту жиру на 8,83 %, втрат маси при тепловій обробці на 5,56 %.

Ключові слова: січені напівфабрикати, сочевиця, клітковина гарбуза, якість.

Вступ

В останні роки створення м'ясопродуктів на основі сполучення м'ясної і рослинної сировини набуло широкого поширення. Сучасні харчові технології дають змогу моделювати та проектувати технологічні процеси та споживчі властивості готової продукції. Розробка технологій м'ясних продуктів, що містять рослинні наповнювачі, дає змогу розширювати асортимент продукції цільового призначення з регульованим складом білків, жирів, біологічно активних компонентів для різних видів харчування, з урахуванням вікових, індивідуальних потреб та соціального попиту (Bolshakova et al., 2016).

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про стійкий інтерес фахівців галузі до розвитку теоретичних основ і практичних аспектів розроблення нової м'ясної продукції з залученням до її складу різних добавок полісахаридної та білкової природи з метою повнішої реалізації функціонально-технологічних властивостей основної сировини та збагачення кінцевої продукції харчовими волокнами, вітамінами, мінеральними речовинами. При виробництві функціональних м'ясних продуктів використовують сою, висівки, крупи, морську капусту, овочеві порошки, клітковину, модифіковані крохмалі (Kochubei-Lytvynenko & Cherniushok, 2017).

М'ясо та м'ясні продукти в даний час є важливим джерелом білка в раціоні людини, їхня якість змінюється залежно від внутрішніх і зовнішніх параметрів, які іноді можуть бути сформовані, щоб зробити продукт більш бажаним. Харчові волокна овочів та круп, що входять у створювані нами фарші – це комплекс складних вуглеводів: клітковини (целюлози), геміцелюлози, пектинів, камеді (Gummi), слизу, а також лігніну, що не є вуглеводом (полімер ароматичних спиртів) (Font-i-Furnols & Guerrero, 2014; Kumar et al., 2015), які перетравлюються в організмі людини, а розщеплюються лише частково в товстому кишечнику під впливом наявної там мікрофлори.

Використання шроту розторопші у м'ясних січених напівфабрикатах дозволило отримати високофункціональні фарші з гарними органолептичними показниками та високими значеннями вологоутримуючої здатності. Високі показники смаку і запаху виявлені у зразках з біологічно активним комплексом розторопші в кількості 2 % і 4 % до маси яловичини. Однак у зразках біологічно активним комплексом розторопші в кількості 6 % переважає сторонній присмак і запах розторопші. Найкращими органолептичними характеристиками (колір, запах, смак) володіє зразок, до м'ясної системи якого вносили шрот розторопші в кількості 5 % до маси яловичини (Novgorodska et al., 2021).

За даними (Bakhsh et al., 2021), додавання текстурованого рослинного білка (TVP) на основі сої в яловичі котлети в кількості 10–40 % призвело до значно нижчого ($P < 0,05$) вмісту вологи та жиру, тимчасом як було виявлено вищий вміст сирової клітковини порівняно з яловичою котлетою як контролем. Крім того, готові котлети показали більш високі рівні рН ($P < 0,05$), з координатами кольору, які виражали світліші, жовтуваті та трохи червоніші показники, ніж сирі котлети.

Виявлено вплив заміни 20 % м'яса свинини у варених ковбасах ізолітом горохового протеїну (PPI), екструдатами гороху з низьким вмістом вологи (LME) і екструдатом гороху з високим вмістом вологи (HME) на поживні, техніко-функціональні та сенсорні властивості емульгованих варених ковбас (Broucke et al., 2022).

Використання клітковини льону збільшує вологоутримуючу здатність фаршу, зберігає соковитість у січених виробках, поліпшує процес формування виробів, а також зовнішній вигляд та збільшує вихід готового продукту, найкращі показники виявлені при додаванні клітковини у кількості 7,5 % від маси фаршу (Novgorodska, 2018).

Мета дослідження

Мета роботи – наукове обґрунтування застосування борошна із насіння сочевиці в рецептурі м'ясних січених напівфабрикатів для підвищення їх харчової та біологічної цінності.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися за загальноприйнятими методиками згідно з вимогами чинних технічних умов та державних стандартів.

Для визначення можливості використання рослинних добавок у технології виробництва м'ясних січених напівфабрикатів було виготовлено п'ять партій досліджуваних зразків котлет "Добрі".

Контрольний зразок було виготовлено за класичною загальноприйнятою рецептурою, в рецептурі дослідних зразків хліб пшеничний було замінено на обрані рослинні добавки у визначеній кількості. Як рослинні добавки додавали борошно із сочевиці, клітковину із насіння гарбуза, використання яких було обумовлено їхніми цінними властивостями.

Виробництво дослідних зразків січених напівфабрикатів із м'яса птиці проводили за класичною технологією. Рецептури дослідних зразків наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Рецептури дослідних зразків січених напівфабрикатів

Зразок	Харчова рослина добавка
Контрольний	без додавання
Дослідний № 1	3 % клітковини насіння гарбуза + 3 % борошна сочевиці
Дослідний № 2	3 % клітковини насіння гарбуза + 5 % борошна сочевиці
Дослідний № 3	3 % клітковини насіння гарбуза + 7 % борошна сочевиці
Дослідний № 4	3 % клітковини насіння гарбуза + 10 % борошна сочевиці

Класична рецептура січених напівфабрикатів містить у своєму складі 13 % пшеничного хліба. Згідно з метою роботи було проведено часткову та повну заміну пшеничного хліба на борошно сочевиці та клітковини насіння гарбуза.

Під час проведення досліджень у січених напівфабрикатах визначали органолептичні властивості, фізико-хімічний склад та мікробіологічні показники за загальноприйнятими методиками.

Так, під час проведення аналізу отриманих результатів орієнтувалися на вимоги нормативної документації ДСТУ 4437:2005 “Напівфабрикати м’ясні та м’ясо-рослинні посічені. Технічні умови” (DSTU 4437:2005, 2006).

Якість напівфабрикатів оцінювали на основі результатів органолептичної оцінки сирих виробів і дегустації приготованих з них продуктів. Органолептичні показники посічених напівфабрикатів визначали відповідно до стандарту ДСТУ 4436:2005 “Напівфабрикати м’ясні та м’ясо-рослинні посічені. Технічні умови” та ДСТУ 4823.2:2007 “Продукти м’ясні” (DSTU 4823.2:2007, 2009).

Органолептичні показники у експериментальних зразках оцінювали профільним методом з використанням п’ятибальної шкали і графічно зображували у вигляді профілограм. Під час органолептичного дослідження перевіряли зовнішній вигляд, форму, колір, запах і вигляд на розрізі. Після кулінарного оброблення оцінювали смак, аромат і соковитість готових виробів.

Масу напівфабрикатів контролювали зважуванням. При цьому допустиме відхилення маси одного виробу становило $\pm 5\%$.

Для вивчення фізико-хімічних показників відібрані зразки додатково подрібнювали та визначали: масову частку вологи, жиру та кухонної солі.

Вологозв’язувальну здатність у дослідних фаршевих системах визначали методом пресування, вологотримувальну здатність визначали як різницю між масовою часткою вологи у фарші та кількістю вологи, що відокремилася в процесі термічного оброблення.

Активну кислотність – з допомогою рН-метру. Визначення вмісту вологи у фаршевих системах проводили прискореним методом висушування на приладі Чижової.

Вихід готової продукції визначали за різницею ваги м’ясних виробів до і після термічного оброблення.

Мікробіологічне дослідження м’ясних продуктів проводили відповідно до загальноприйнятих методик. У посічених напівфабрикатів визначали кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), наявність бактерій

групи кишкових паличок (БГКП), патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду сальмонелла та *L. monocytogenes*. Вірогідність результатів експериментальних досліджень забезпечувалася триразовою повторністю визначень.

Результати та їх обговорення

За результатами органолептичних досліджень було встановлено, що при збільшенні масової частки борошна сочевиці червоної у складі продукту дещо зазнає змін колір фаршу, консистенція та смак.

При повній заміні хліба пшеничного у рецептурі на рослину добавку (3 % клітковини насіння гарбуза + 10 % борошна сочевиці червоної) (13 %) відбуваються такі зміни: фарш в сиromу вигляді стає щільним, набуває неприємного коричневого кольору, після відповідної термічної обробки колір змінюється на сірий, а готовий виріб має тверду, несоковиту щільну консистенцію, сильно приплюснуту форму та виражений бобовий присмак.

При зниженні концентрації борошна сочевиці у січених напівфабрикатах менше ніж на 10 % показники залишаються без особливих змін, але наявність невеликої частки хліба зменшує гіркоту та надає соковитості готовому продукту.

Балову оцінку органолептичні показники модельних зразків фаршів наведено у табл. 3.

За консистенцією усі зразки не відрізнялися від контрольного, за винятком 4 зразка, що містить 10 % борошна сочевиці. Цей зразок мав найгірші показники щодо контрольного зразка.

За смаком усі зразки, за винятком 4 зразка, були кращими або рівними контрольному зразку.

Після дослідження модельних зразків фаршів для подальших досліджень було обрано зразок № 2 із заміною хліба пшеничного рослиною добавкою – 3 % клітковини насіння гарбуза + 5 % борошна сочевиці червоної.

Котлети контрольні та дослідні зразки були виготовлені, упаковані та зберігалися охолодженими за температури 4 °С, замороженими при температурі -18 °С.

Охолоджені котлети зберігалися протягом 36 годин, заморожені – 126 діб. При дослідженні впливу рослинної комплексної добавки на якісні характеристики січених напівфабрикатів – котлет “Добрі” були вивчені такі показники, як хімічний склад, водоутримуюча здатність, рН, амінокислотний та жирнокислотний склад, мікробіологічні та органолептичні показники втрати маси при термообробці. Якісні характеристики котлет наведено у табл. 4.

Таблиця 2

Органолептичні показники модельних зразків

Назва показника	Контроль	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4
Зовнішній вигляд		Вироби мають округлу форму, без механічних пошкоджень. Напівфабрикати рівномірно обкачені паніровочними сухарями			
Вигляд на розрізі	світло-рожевого кольору	Фарш має однорідну структуру, рівномірно перемішаний ледь сірого кольору	світло-сірого кольору	сірого кольору	сірого кольору
Консистенція	некрихка, щільна, соковита	Ніжна, рідкувата, без порожнин в середині	В міру щільна, пружна, ніжна, соковита	некрихка, щільна, соковита	Тверда, не соковита
Смак і запах	Присмний запах смаженого м'яса, в міру солоний смак, без сторонніх присмаків	Смак та запах добавки майже не відчувається	Присмний, легкий горіховий присмак та аромат	Злегка відчутний смак сочевиці, в міру солоний, ледь відчутний запах бобів	Відчутний присмак і запах бобових

Таблиця 3

Органолептичні показники м'ясних модельних зразків з використанням рослинної сировини (балів)

Зразки	Зовнішній вигляд	Колір	Аромат	Консистенція	Смак
	Бали				
Контрольний зразок	4,51 ± 0,14	4,50 ± 0,12	4,05 ± 0,13	4,75 ± 0,12	4,25 ± 0,13
Дослідні зразки					
Рівень заміни пшеничного хліба, %					
Зразок № 1	4,51 ± 0,13	4,50 ± 0,14	4,28 ± 0,12	4,74 ± 0,12	4,49 ± 0,11
Зразок № 2	4,51 ± 0,12	4,51 ± 0,09	4,49 ± 0,13	4,73 ± 0,10	4,76 ± 0,12
Зразок № 3	4,27 ± 0,13	4,26 ± 0,12	4,27 ± 0,12	4,51 ± 0,11	4,51 ± 0,08
Зразок № 4	4,27 ± 0,11	4,25 ± 0,13	4,12 ± 0,13	4,26 ± 0,13	4,22 ± 0,12

Таблиця 4

Хімічний склад та фізико-хімічні показники котлет

Показники	Контрольний зразок	Дослідний зразок
Масова частка вологи, %	62,30 ± 0,17	66,63 ± 0,15
Масова частка золи, %	2,22 ± 0,11	2,42 ± 0,08
Масова частка білку, %	15,33 ± 0,13	16,15 ± 0,16
Масова частка жиру, %	15,79 ± 0,07	6,96 ± 0,06
Масова частка вуглеводів, %	2,23	4,79
Харчові волокна, %	2,15 ± 0,08	3,05 ± 0,07
ВЗЗ, % до загальної вологи	68,32 ± 0,16	78,41 ± 0,13
Втрати маси при тепловій обробці, %	22,33 ± 0,37	16,77 ± 0,28
pH	5,97 ± 0,12	6,22 ± 0,13

Виходячи з аналізу таблиці 4, виявлено, що при введенні до рецептури композиції рослинної добавки у кількості 3 % клітковини насіння гарбуза + 5 % борошна сочевиці червоної зростає вміст вологи на 4,33 %, значення ВЗЗ збільшується на 10,09 %, білка на 0,82 %, вуглеводів на 2,56 %, харчових волокон на 0,9 % та 0,25 на рН. Поряд із цим спостерігається зниження вмісту жиру на 8,83 %, втрат маси при тепловій обробці на 5,56 %.

Зменшення втрат маси при термообробці та збільшення виходу продукту значною мірою залежить від стану білкової системи та зміни мікроструктури. Очевидно, дослідний зразок, збагачений рослинною добавкою, що містить харчові волокна, має більш високий рівень гідратації м'язових білків, що впливає на зміну зв'язування вологи з компонентами продукту і позначається на здатності системи утримувати вологу

при термічній обробці.

Важливим показником, що визначає якість продукту, є його органолептична оцінка – зовнішній вигляд, колір на розрізі, аромат, смак, консистенція, соковитість. Дані органолептичної оцінки наведено на рис. 1.

Аналіз даних свідчить про те, що використання рослинної добавки позитивно впливає на всі органолептичні показники. Поліпшення таких органолептичних показників, як зовнішній вигляд, колір, аромат, смак, коливається в межах 0,1–0,2 бала. Консистенція продукту поліпшується у дослідному зразку щодо контрольного на 0,1 бала.

Було вивчено динаміку зміни фізико-хімічних показників котлет у процесі зберігання. Дані щодо вмісту вологи, водозв'язуючої здатності, втрат маси при тепловій обробці наведено в таблиці 5.

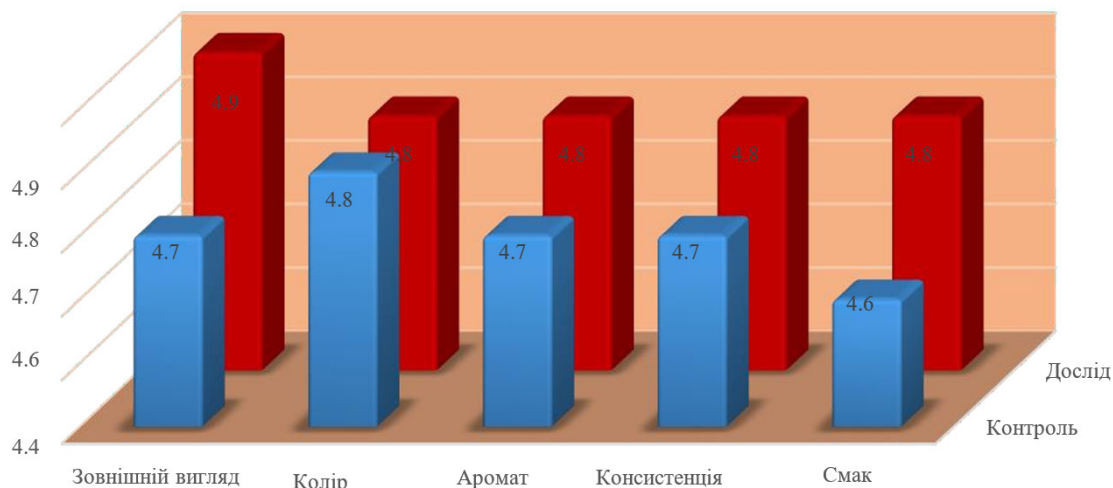


Рис. 1. Органолептичні показники напівфабрикатів

Таблиця 5

Фізико-хімічні показники січених напівфабрикатів (котлет) у процесі зберігання (при температурі +4 °C ± 2)

Зразок	Термін зберігання, годин	Загальний вміст вологи, %	Водозв'язувальна здатність, % до загальної вологи	Втрати маси при тепловій обробці, %
Контрольний зразок	0	62,33 ± 0,15	68,35 ± 0,17	22,32 ± 0,36
	12	62,25 ± 0,12	68,27 ± 0,12	22,54 ± 0,24
	24	62,15 ± 0,20	68,15 ± 0,19	22,88 ± 0,31
	28	62,02 ± 0,13	67,86 ± 0,14	23,21 ± 0,27
	32	61,86 ± 0,17	67,63 ± 0,21	23,46 ± 0,28
	36	61,63 ± 0,17	67,31 ± 0,17	23,75 ± 0,32
Дослідний зразок	0	66,66 ± 0,13	78,43 ± 0,15	16,77 ± 0,27
	12	66,57 ± 0,14	78,34 ± 0,133	16,91 ± 0,22
	24	66,48 ± 0,23	78,23 ± 0,09	17,14 ± 0,23
	28	66,35 ± 0,10	78,12 ± 0,15	17,33 ± 0,20
	32	66,19 ± 0,13	77,88 ± 0,12	17,45 ± 0,21
	36	66,02 ± 0,14	77,67 ± 0,17	17,63 ± 0,23

Таблиця 6

Зміна фізико-хімічних показників котлет у процесі зберігання -18 °C ± 1

Зразок	Термін зберігання, годин	Загальний вміст вологи, %	Водозв'язувальна здатність, % до загальної вологи	Втрати маси при тепловій обробці, %
Контрольний зразок	0	62,32 ± 0,16	68,37 ± 0,17	22,31 ± 0,37
	18	62,12 ± 0,14	67,68 ± 0,14	22,82 ± 0,21
	36	61,91 ± 0,11	67,34 ± 0,15	23,17 ± 0,23
	72	61,72 ± 0,15	66,78 ± 0,18	23,43 ± 0,22
	90	61,54 ± 0,14	66,42 ± 0,23	23,91 ± 0,24
	108	61,31 ± 0,18	66,11 ± 0,15	24,16 ± 0,21
	126	61,03 ± 0,13	65,81 ± 0,17	24,34 ± 0,32
	Дослідний зразок	0	66,65 ± 0,12	78,43 ± 0,14
18		65,42 ± 0,16	78,22 ± 0,16	16,97 ± 0,23
36		65,23 ± 0,13	77,83 ± 0,18	17,22 ± 0,21
72		65,07 ± 0,19	77,35 ± 0,12	17,56 ± 0,24
90		64,83 ± 0,21	77,18 ± 0,14	17,98 ± 0,23
108		64,58 ± 0,16	76,87 ± 0,18	17,93 ± 0,22
126		64,29 ± 0,12	76,42 ± 0,17	18,14 ± 0,24

Як видно з даних таблиці, у зразках котлет “Добрі”, порівняно з контролем, вміст загальної вологи та водозв'язуючої здатності дещо вищий. Ця тенденція відзначається протягом періоду зберігання. У процесі зберігання у зразках котлет “Добрі” та у контролі вміст загальної вологи знижується.

Встановлено, що у зразках котлет “Добрі” після охолодження та протягом усього періоду зберігання вміст зв'язаної вологи був вищим, ніж у контрольних зразках, що, ймовірно, пояснюється введенням у рецептуру котлет “Добрі” рослинної добавки.

Заморожені продукти зберігалися при температурі $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ протягом 4 місяців. Три місяці зберігання згідно з документацією та додатково 1 місяць для виявлення можливості збільшення термінів придатності. Було вивчено динаміку зміни фізико-хімічних показників котлет у процесі зберігання. Дані щодо загального вмісту вологи, водозв'язуючої здатності, втрат маси при тепловій обробці наведені у таблиці 6.

З даних таблиці 6 у зразках котлет "Добрі", порівняно з контрольным зразком котлет, вміст загальної вологи та водозв'язувальна здатність дещо вища. Ця тенденція спостерігається протягом періоду зберігання.

Висновки

Згідно з результатами органолептичної оцінки визначено раціональне співвідношення хліба пшеничного та рослинної композиції (борошно сочевиці + клітковина насіння гарбуза).

Встановлено, що при збільшенні масової частки борошна сочевиці червоної у складі продукту дещо занає змін колір фаршу, консистенція та смак.

Виявлено, що при введенні до рецептури композиції рослинної добавки підвищується ВЗЗ фаршу, вміст білка, вуглеводів. Поряд із цим спостерігається зменшення вмісту жиру та втрат маси при тепловій обробці.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bakhsh, A., Lee, S.-J., Lee, E.-Y., Hwang, Y.-H., & Joo, S.-T. (2021). Characteristics of beef patties substituted by different levels of textured vegetable protein and taste traits assessed by electronic tongue system. *Foods*, 10(11), 2811. DOI: 10.3390/foods10112811.
- Bolshakova, V. A., Onyshchenko, V. M., & Skurikhina L. A. (2016). Doslidzhennia funktsionalno-tekhnolohichnykh vlastyvostei dobavok polisakharydnoi pryrody. *Rozvytok kharchovykh vyrobnytstv, restorannoho ta hotelnoho hospodarstv i torhivli: problemy, perspektyvy, efektyvnist: tezy dop. Mizhnar. nauk.-prakt. konf.*, m. Kharkiv, 19 travnia 2016 r. Kharkiv: KhDUKht, 1, 97–98 (in Ukrainian).
- Broucke, K., Van Poucke, C., Duquenne, B., De Witte, B., Baune, M.-C., Lammers, V., & Van Royen, G. (2022). Ability of (extruded) pea protein products to partially replace pork meat in emulsified cooked sausages. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 78, 102992. DOI: 10.1016/j.ifset.2022.102992.
- DSTU 4437:2005 (2006). *Napivfabrykaty miasni ta miasoroslynni posicheni. Tekhnichni umovy*. 01.07.2006. Kyiv : Derzhspozhyvstandart (in Ukrainian).
- DSTU 4823.2:2007 (2009). *Produkty miasni. Orhanoleptychne otsiniuvan-nia pokaznykiv yakosti. Chastyna 2. Zahalni vymohy*. [Chynnyi vid 01.01.2009]. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (Natsionalnyi standart Ukrainy) (in Ukrainian).
- Font-i-Furnols, M., & Guerrero, L. (2014). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat science*, 98(3), 361–371. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.06.025.
- Kochubei-Lytvynenko, O. V., & Cherniushok, O. A. (2017). Elektrofizychni sposib zbahachennia sukhoi molochnoi syrovatky mineralnymy elementamy. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. 3. Gzhytskoho*, 19(75), 115–119. DOI: 10.15421/nvlvet7523 (in Ukrainian).
- Kumar, Y., Yadav, D. N., Ahmad, T., & Narsaiah, K. (2015). Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(6), 796–812. DOI: 10.1111/1541-4337.12156.
- Novgorodska, N. V. (2018) *Vykorystannia roslynnoi klitkovyny u miasnykh napivfabrykatak. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii*, 3(102), 159–168 (in Ukrainian).
- Novgorodska, N. V., Bernyk, I. M., & Solomon, A. M. (2021). Otsinka yakosti farshevykh system z vykorystanniam roslynnoi syrovyny. *Prodovolchi resursy*, 9(17), 119–128. DOI: 10.31073/foodresources2021-17-12 (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-f10004
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.54:365.82

Effect of *Flammulina velutipes* mushroom and soybean oil as a fat substitute on the quality of chicken sausage

T. I. Fotina[✉], O. Y. Koshel, S. M. Sabadash

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Article info

Received 15.06.2023
Received in revised form
17.07.2023
Accepted 18.07.2023

Sumy National Agrarian
University, Herasyma
Kondratyeva Str., 160, Sumy,
40021, Ukraine.
Tel.: +38-096-662-15-23
E-mail: nadia.novgorodska@gmail.com

Odessa National Maritime
University, Mechnikova St., 34,
Odessa 65029, Ukraine.
Tel.: +38-099-711-36-79
E-mail: eshkina97@gmail.com

Fotina, T. I., Koshel, O. Y., & Sabadash, S. M. (2023). Effect of *Flammulina velutipes* mushroom and soybean oil as a fat substitute on the quality of chicken sausage. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(100), 20–25. doi: 10.32718/nvlvet-f10004

Low-fat meat products are the major trends in developing healthier meat products. Attention is drawn that the animal fat is essential for emulsified meat products to enhance the stability, flavor, cooking yield, and texture. The low energy density and healthier ingredients can replace some or all of the fat in emulsified meat products according to some studies. As can be noted that compound fat substitutes, such as vegetable protein and carrageenan, vegetable oil and vegetable fibre, cellulose, and water, improved texture better than single fat substitutes. Nevertheless, the character of the emulsified meat product will eventually decrease as the amount of animal fat is reduced. Therewith, a little information is available about using *Flammulina velutipes* and soybean oil as fat alternatives in the manufacture of chicken meat products. The chicken sausage was used as the research object, and *Flammulina velutipes* and soybean oil were used as fat substitutes to study their effects on the quality of the chicken sausage. Chicken meat, salt and sodium polyphosphate were used for preparation of the sausages. Firstly, the mushroom and soybean oil were mixed in a ratio of 1:1.5, replacing the fats of 25 %, 50 %, 75 % and 100 % respectively. Then, cooking yield, folding test, pH, color, and sensory evaluation were measured. The experimental results showed that when adding *Flammulina velutipes* and soybean oil, the cooking yield, pH, L* and b* value were increased; folding test values for the 75 % and 100 % experimental groups decreased; chicken sausage with 50% fat replacement had the highest sensory score. In summary, replacing 50% of the fat in chicken sausage with *Flammulina velutipes* and soybean oil was optimal. The addition of *Flammulina velutipes* and soybean oil increased the brightness and yellowness of the chicken sausages. The low addition of *Flammulina velutipes* and soybean oil decreased the redness of the sausage, which increased when *Flammulina velutipes* and soybean oil completely replaced the fat *Flammulina velutipes* and soybean oil compound is a promising fat substitute in the development of low-fat meat products.

Key words: *Flammulina velutipes* mushroom, meat, soybean oil, fat substitute, chicken sausage, quality.

Вплив гриба *Flammulina velutipes* та соєвої олії як заміників жиру на якість курячих сосисок

Т. І. Фотіна[✉], О. Ю. Кошель, С. М. Сабадаш

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

М'ясні продукти з низьким вмістом жиру є основними трендами під час розробки м'ясних продуктів для здорового харчування. Слід звернути увагу на те, що тваринний жир необхідний для емульгованих м'ясних продуктів для підвищення стабільності, смаку, виходу та покращення текстури. Згідно з деякими дослідженнями, сировина з низькою енергетичною цінністю та більш корисні інгредієнти можуть замінити частину або весь жир у емульгованих м'ясних продуктах. Варто зазначити, що такі заміники жиру, як рослинний білок і карагенан, рослинна олія і рослинна клітковина, целюлоза і вода, досить суттєво покращують консистенцію готового продукту. Крім того, досить небагато інформації щодо використання *Flammulina velutipes* і соєвої олії як альтернативних заміників жиру при виробництві продуктів з курячого м'яса. Курячі сосиски були об'єктом дослідження, а

Flammulina velutipes і соєва олія використовувались як заміники жиру. Для приготування сосисок використовували куряче м'ясо, сіль і поліфосфат натрію. Було вивчено вплив цих компонентів на якісні показники курячих сосисок. Спочатку комбінували грибну сировину та соєву олію у співвідношенні 1:1,5, замінивши жири 25 %, 50 %, 75 % та 100 % відповідно. Потім вимірювали вихід, текстурні показники, рН, колір і сенсорні показники. Експериментальні результати показали, що при додаванні *Flammulina velutipes* і соєвої олії збільшувались вихід, значення рН, L^* і b^* ; значення текстурних показників для 75 % і 100 % експериментальних зразків знизилися; курячі сосиски з 50 % заміною жиру виявили найкращі сенсорні показники. Загалом, заміна 50 % жиру в курячих сосисках на *Flammulina velutipes* і соєву олію була оптимальними. Додавання *Flammulina velutipes* і соєвої олії посилює яскравість і жовтизну курячих сосисок. Низьке додавання *Flammulina velutipes* і соєвої олії зменшило почервоніння ковбаси, яке посилюється, коли *Flammulina velutipes* і соєва олія повністю замінили жир. *Flammulina velutipes* і соєва олія є перспективним заміником жиру при розробці нежирних м'ясних продуктів.

Ключові слова: гриб *Flammulina velutipes*, м'ясо, соєва олія, заміна жиру, курячі сосиски, якість.

Introduction

Meat and meat products are nutritious. Animal fat is essential for emulsified meat products to enhance the stability, flavor, cooking yield, and texture (De Carvalho et al., 2020). Nevertheless, animal fat has significant energy value and is potentially harmful to human health (Varga-Visi & Toxanbayeva, 2017; Kaynakci & Kili, 2021). One of the major trends in developing healthier meat products is low-fat meat products (Kumar, 2019). However, the character of the emulsified meat product will eventually decrease as the amount of animal fat is reduced (Zhang et al., 2022).

According to some studies, low energy density and healthier ingredients can replace some or all of the fat in emulsified meat products, such as soy protein, collagen, vegetable oil, pectin, cellulose, *Pleurotus eryngii*, *Agaricus bisporus*, and so on (Han & Bertram, 2017; Shin et al., 2020; Zahari et al., 2020; Zhang et al., 2022). There have been claims that *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* improved the moisture and dietary fibre level of low-fat frankfurters (Ceron-Guevara et al., 2020). *Agaricus bisporus* enriched the rheological properties of meat batter (Nan et al., 2022). Compound fat substitutes, such as vegetable protein and carrageenan, vegetable oil and vegetable fibre, cellulose, and water, improved texture better than single fat substitutes (Zhang et al., 2022). Whereas, little information is available about using *Flammulina velutipes* and soybean oil as fat alternatives in the manufacture of chicken sausage.

Aim of this research

In this context, the effect of *Flammulina velutipes* mushrooms and soybean oil as fat substitutes in the production of chicken sausages was investigated by determining the cooking yield, folding test, pH, color, sensory qualities of chicken sausage. This study can serve as a reference for applying *Flammulina velutipes* and soybean oil in low-fat chicken sausage.

Materials and methods

Fresh chicken breast meat, pork-back fat, *Flammulina velutipes* (*Fv*) mushroom, sugar, Non-GMO Soybean oil (SO), white pepper powder, salt, sodium polyphosphate were obtained from Century Hualian Supermarket, Hualan Avenue, Xinxiang. Potassium chloride was analytically pure grade.

Raw material treatment. Fresh *Fv* mushroom were cleaned under running water when their roots have been removed. Next, *Fv* mushroom were dried (40 °C for 25 h), ground and sieved through a 40 mesh sieve. Finally, mushroom powder was sealed in polyethylene plastic bags and stored in a desiccator. The extra fat and connective tissue from fresh chicken breasts were removed. Pork skin, lean meat, and connective tissue were removed from pork-back fat. After grinding in a grinder with a 6 mm perforated plate (MM-12, Guangdong, China), chicken breast meat and pork-back fat were loaded separately into vacuum bags and then stored at -40 °C.

Preparation of chicken sausage. Chicken breasts and pork-back fat were thawed in advance. *Fv* mushroom and SO were mixed in a ratio of 1:1.5 in advance. According to the recipe in Table 1, chicken meat, salt, and tripolyphosphate were loaded into a chopper for chopping at 1500rpm for 60s and then stayed for 3min. Next, 1/3 of ice water was added for chopping at 1500rpm for 60s and then stayed for 3min. Pork-back fat, mixture of *Fv*-mushroom and soybean oil (*Fv*-SO), sugar, white pepper, and 1/3 ice water were added for chopping at 1500rpm for 120 s and then stayed for 3min. Finally, the remaining 1/3 of ice water was added for chopping at 3000rpm for 60 s (Nan et al., 2022). To produce chicken sausage, the chicken batter was filled into an impermeable cellulose casing using a stuffer (Model EC-12, Mainca Co., Spain). After manually twisting and tying the sausage links, the sausage was stored at 4 °C for 30 min. The sausages were then cooked for 30 minutes in an 80 °C water bath. Finally, the sausages were chilled in an ice-water bath to a final temperature of less than 10 °C before being stored overnight at 4 °C. Each type of sausage was made in three batches, and three sausages from each batch were chosen for the next analysis.

Method for determination of cooking yield (CY). According to the methods of Juhui C. & Hack-Youn K. (2019) with slight modifications, about 30 g (m_1) of raw chicken was loaded into a centrifuge tube and centrifuged for 10 min at a centrifugal force of 500 g. The tube was then placed in a water bath at 80 °C for 30 min and then removed to obtain cooked chicken batters. The centrifuge tube was quickly immersed in ice water and cooled for 10 min, then the cooked chicken batters was removed from the centrifuge tube, and the surface water and grease were wiped off before measuring the weight of the cooked chicken batters (m_2). The cooking yield was calculated according to the following formula. The measurement was carried out three times for every formulation.

$$CY = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

Method of folding test. According to the methods of Kamani et al. (2019) with slight modifications, a five-point grading scale was used to assess the folding test results. The sausage was cut into 3 mm thick pieces. To examine how they broke, the slices were carefully folded

in half. They were ranked as follows: (1) finger pressure breaks, (2) immediate cracks when folded in half, (3) gradual cracks when folded in half, (4) no cracks visible after folding in half, and (5) no cracks visible after folding twice. The measurement was carried out three times for every formulation.

Table 1
Experimental scheme

Ingredient/g	Fat replacement /%				
	0	25	50	75	100
Chicken	60	60	60	60	60
Pork-back fat / g	20	15	10	5	0
FV + SO	0	2+3	4+6	6+9	8+12
Ice water	20	20	20	20	20
Salt	2	2	2	2	2
Sodium polyphosphate	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Sugar/g	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
White pepper /g	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

Method for determination of pH. According to the methods of Nan et al. (2021) with slight modifications, in a homogenizer (T25, IKA, Germany), 10 g of chicken sausage and 100 g of 0.1 mol/L potassium chloride solution were blended and homogenized for 1 minute at 8,000 rpm. The homogenates were filtered using Whatman No. 4 filter paper (Whatman, Maidstone, England), and a pH meter (Model 340, Mettler-Toledo GmbH Analytical, Schwerzenbach, Switzerland) was used to test the pH of the filtrate. The measurement was carried out three times for every formulation.

Method for determination of color. According to the methods of Zahari et al. (2020) with slight modifications, chicken sausage was cut into a cylinder of length 2 cm. The color of its center part was measured with CR-400 color meter, and the L* value (brightness), b* value (yellowness) and a* value (redness) were recorded. The measurement was carried out five times for every formulation.

Method of sensory evaluation. According to the methods of Wang et al. (2019) with slight modifications, sensory evaluation of the sausages were done by eight professionally trained college students (four males, four

females; ages between 18 and 24) under homogeneous daylight at room temperature. Samples were prepared for each panelist and they were asked about their perceptions on taste, color, texture, flavor, and overall acceptability. This assessment was sensory rated using a nine-point hedonic scale (Extreme like = 9; Very like = 8; Comparatively like = 7; Somewhat like = 6; Neither like nor dislike = 5; Somewhat dislike = 4; Moderately dislike = 3; Very dislike = 2; Extremely dislike = 1).

Statistical analysis. Using IBM SPSS 20.0 statistical software, the one-way ANOVA and means comparison test (Duncan) were performed to analyze the effects of the various formulations. The significance level was set at 5 %. Mean and standard deviation were used to express the data.

Results and discussion

Table 2 shows the effects of different amounts of FV-SO on the CY of chicken sausage. As can be seen from Table 2, compared to CK, the CY of chicken sausage increased significantly when adding FV-SO ($P < 0.05$).

Table 2
CY of chicken sausage

Fat replacement /%	0	25	50	75	100
CY	90.17 ± 0.22e	93.95 ± 0.38d	96.05 ± 0.88c	97.14 ± 0.02b	97.66 ± 0.24a

a–eMeans within a line with different letters are significantly different ($P < 0.05$)

Meanwhile, T₄ had a significantly lower CL ($P < 0.05$). Cooking yield measured the ability of the system to bind water and fat after protein denaturation and aggregation. The CY of the sausages increased significantly ($P < 0.05$) with the increase in the amount of FV-SO, which indicated that the addition of FV-SO significantly increased the ability of the protein gel system to bind water and fat. This may be related to the components of cellulose, hemicellulose and lignin contained in mushrooms that have good oil and water absorption (Kurt &

Genççelep, 2018). Meanwhile, the addition of soybean oil improved the emulsification of myofibrils and formed a better network structure, thus locking in more water and fat.

Folding test. The elasticity of a texture can be assessed through sensory examination utilizing the folding test. Table 3 lists the outcomes of the folding test. There were no significant differences between the four experimental groups containing FV-SO ($P > 0.05$).

Table 3
Result of folding test of chicken sausage

Fat replacement /%	0	25	50	75	100
Folding test value	5 ± 0a	4.67 ± 0.58ab	4.67 ± 0.58ab	4.33 ± 0.58b	4 ± 0b

a–b Means within a line with different letters are significantly different (P < 0.05)

Folding test values were not significantly different between the samples of 25 % and 50 % and CK (P > 0.05), and were significantly lower in the samples of 75 % and 100 % than in CK (P < 0.05). Folding ability has a close connection with the creation of a protein gel network during the cooking process. Myofibrillar proteins in meat emulsion are responsible for the formation of this network (Zhuang et al., 2017; Wang et al., 2021; Nan et al., 2022). According to Table 3, excess FV-SO inhibited the formation of this protein network and significantly decreased

gel strength and folding ability in the final sausage. Overall, the folding test results revealed that replacement of fat by proper amount of FV-SO maintains the gel elasticity in the cooked.

pH. According to Table 4, with the increase in the amount of FV-SO, the pH value of sausage increased significantly (P < 0.05), which was agree with Choe et al. (2018) who discovered that adding winter mushroom powder to meat batter increased its pH.

Table 4
pH of chicken sausage

Fat replacement/%	0	25	50	75	100
pH	6.34 ± 0.07c	6.32 ± 0.08c	6.51 ± 0.05b	6.60 ± 0.02a	6.62 ± 0.01a

a–c Means within a line with different letters are significantly different (P < 0.05)

This could be because proteins in mushroom powder act as a buffer. A higher pH value promoted the development of meat gels, leading in a better gel structure and stronger gel strength. According to the results of the aforementioned analysis, adding FV-SO increased the pH of the sausage, which would be beneficial to improve the gel structure of the sausage.

Color. The color features of meat products are critical for the product's reception by consumers (Vidal et al., 2020). According to Table 5, the addition of FV-SO significantly increased the L* and b* values of the sausages compared to CK, but the L* values gradually decreased and b* values gradually increased as the amount of FV-SO increased.

Table 5
Color of chicken sausage

Fat replacement /%	L*	a*	b*
0	79.03 ± 0.54d	2.06 ± 0.05b	9.04 ± 0.12d
25	81 ± 0.5a	1.6 ± 0.07d	10.94 ± 0.14c
50	79.93 ± 0.16b	1.88 ± 0.11c	12.33 ± 0.34b
75	79.16 ± 0.16c	2.25 ± 0.17b	12.58 ± 0.24b
100	78.42 ± 0.31d	2.66 ± 0.1a	14.38 ± 0.21a

a–d Means within a column with different letters are significantly different (P < 0.05)

The a* values of 25 % and 50 % sausages were significantly lower compared to CK (P < 0.05). This results might be connected to the FV-SO's unique color, which may be linked to the color of soybean oil and the different solubilities of the pigments in mushrooms in water and oil. In conclusion, the addition of FV-SO increased the

brightness and yellowness of the sausage, and the low addition of FV-SO decreased the redness of the sausage, which increased when FV-SO completely replaced the fat.

Sensory evaluation. The sensory results of the sausages are presented in Table 6.

Table 6
Sensory parameters of chicken sausage

Fat replacement/%	Taste	Color	Texture	Flavor	Overall acceptability
CK	7.56 ± 0.25b	7.35 ± 0.24a	7.28 ± 0.22b	8.02 ± 0.34b	7.58 ± 0.41a
25 %	8.14 ± 0.22b	6.31 ± 0.31b	7.34 ± 0.22b	8.15 ± 0.45b	7.67 ± 0.32a
50 %	8.92 ± 0.29a	5.24 ± 0.26c	7.83 ± 0.21a	8.34 ± 0.14b	8.21 ± 0.45a
75 %	8.73 ± 0.24a	4.32 ± 0.27d	7.24 ± 0.25b	8.72 ± 0.31ab	7.02 ± 0.21b
100 %	7.59 ± 0.33b	3.89 ± 0.35d	6.67 ± 0.31c	8.89 ± 0.35a	6.51 ± 0.42b

a–c Means within a column with different letters are significantly different (P < 0.05)

The flavors of the sausages with FV-SO all reached a score of 7 or more, indicating that the consumers liked the change in flavor induced by the addition of FV-SO, where the experimental groups of 50 % and 75 % having significantly higher flavor values than CK ($P < 0.05$). The color score values decreased significantly with the addition of FV-SO ($P < 0.05$), where the color scores of 75 % and 100% experimental groups were below 5, indicating that consumers disliked the color changes induced by the addition of FV-SO. 50 % experimental group scored significantly higher than that of CK on the texture ($P < 0.05$), suggesting that the addition of FV-SO in moderation was beneficial to the structural state of the sausages, which is in agreement with the results of the folding test of the present study. The flavor scores of the sausages with FV-SO did not significantly decrease ($P > 0.05$) and were all higher than 8, and the flavor scores of the 100 % experimental group were significantly higher than those of the CK ($P < 0.05$), suggesting that consumers liked the flavor of the sausages with FV-SO. The overall acceptability of the 25 % and 50 % experimental groups was not significantly different from that of the CK ($P > 0.05$). Taken together, the 50 % experimental group had significantly higher flavor and tissue status than CK ($P < 0.05$), while its flavor and overall acceptability were not significantly different from CK ($P > 0.05$), and although its color score was significantly lower than that of CK ($P < 0.05$), it had reached a score of 5 or more, i.e., acceptable to consumers. Therefore, the 50 % experimental group had the highest overall sensory score.

Conclusion

Replacement of fat in chicken sausages with FV-SO significantly increased CY and pH of sausages, which will be beneficial to improve the gel structure of the sausage. Replacement of fat by proper amount of FV-SO maintained the elasticity of the chicken sausage. The addition of FV-SO increased the brightness and yellowness of the sausage, and the low addition of FV-SO decreased the redness of the sausage, which increased when FV-SO completely replaced the fat. Chicken sausage with 50 % fat replacement with FV-SO had the highest sensory score.

Prospects for further research. FV-SO is a promising fat substitute for producing low-fat meat products.

Information on conflict of interest.

There are no any conflicts of interest.

References

- Ceron-Guevara, M. I., Rangel-Vargas, E., Lorenzo, J. M., Bermudez, R., Pateiro, M., Rodriguez, J. A., Sanchez-Ortega, I., & Santos, E. M. (2020). Reduction of Salt and Fat in Frankfurter Sausages by Addition of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* Flour. *Foods*, 9, 760. DOI: 10.3390/foods9060760.
- Choe, J., Lee, J., Jo, K., Jo, C., Song, M., & Jung, S. (2018). Application of winter mushroom powder as an alternative to phosphates in emulsion-type sausages. *Meat science*, 143, 114–118. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.04.038.
- De Carvalho, F., Munkata, P., Pateiro, M., Campagnol, P., Domínguez, R., Trindade, M. A., & Lorenzo, J. M. (2020). Effect of replacing backfat with vegetable oils during the shelf-life of cooked lamb sausages. *LWT*, 122, 109052. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109052.
- Han, M., & Bertram, H. C. (2017). Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. *Meat science*, 133, 159–165. DOI: 10.1016/j.meatsci.2017.07.001.
- Juhui, C., & Hack-Youn, K. (2019). Quality characteristics of reduced fat emulsion-type chicken sausages using chicken skin and wheat fiber mixture as fat replacer. *Poultry science*, 98(6), 2662–2669. DOI: 10.3382/ps/pez016.
- Kamani, M. H., Meera, M. S., Bhaskar, N., & Modi, V. K. (2019). Partial and total replacement of meat by plant-based proteins in chicken sausage: evaluation of mechanical, physico-chemical and sensory characteristics. *Journal of food science and technology*, 56(5), 2660–2669. DOI: 10.1007/s13197-019-03754-1.
- Kaynakci, E., & Kili, Ç. B. (2021). Effect of replacing beef fat with safflower oil on physicochemical, nutritional and oxidative stability characteristics of wieners. *Food Science and Technology*, 41(1), 52–59. DOI: 10.1590/fst.07720.
- Kumar, Y. (2019). Development of Low-Fat/Reduced-Fat Processed Meat Products using Fat Replacers and Analogues. *Food Reviews International*, 37(3), 296–312. DOI: 10.1080/87559129.2019.1704001.
- Kurt, A., & Genççelep, H. (2018). Enrichment of meat emulsion with mushroom (*Agaricus bisporus*) powder: Impact on rheological and structural characteristics. *Journal of Food Engineering*, 237, 128–136. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2018.05.028.
- Nan, H., Stepanova, T. M., Kondratiuk, N. V., Nie, Y., & Li, B. (2022). Effects of *Agaricus bisporus* on gel properties of chicken myofibrillar protein. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(8), 5532–5541. DOI: 10.1111/ijfs.15898.
- Nan, H., Stepanova, T., Li, B., & Kondratiuk, N. (2021). Effect of *Agaricus bisporus* on gel properties and microstructure of chicken batters. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 36(3), 170–178. URL: <https://keypublishing.org/jhed/wp-content/uploads/2021/11/12.-Full-paper-Haijuan-Nan.pdf>.
- Nan, H., Zhou, H., Li, B., Stepanova, T., & Kondratiuk, N. (2022). Effects of *Agaricus bisporus* alone or in combination with soybean oil or water as fat substitutes on gel properties, rheology, water distribution, and microstructure of chicken batters. *Food Science and Technology*, 42, e116121. DOI: 10.1590/fst.116121.
- Shin, D. J., Lee, H. J., Lee, D., Jo, C., & Choe, J. (2020). Fat replacement in chicken sausages manufactured with broiler and old laying hens by different vegetable oils. *Poultry science*, 99(5), 2811–2818. DOI: 10.1016/j.psj.2020.01.008.
- Varga-Visi, É., & Toxanbayeva, B. (2017). Application of fat replacers and their effect on quality of comminuted meat products with low lipid content: A review. *Acta Alimentaria*, 46(2), 181–186. DOI: 10.1556/066.2016.0008.

- Vidal, V. A. S., Paglarini, C. S., Ferreira, A., Santos, J. R., & Pollonio, M. A. R. (2020). Influence of the addition of KCl and CaCl₂ blends on the physicochemical parameters of salted meat products throughout the processing steps. *Food Science and Technology*, 40(3), 665–670. DOI: 10.1590/fst.14919.
- Wang, L., Li, C., Ren, L., Guo, H., & Li, Y. (2019). Production of Pork Sausages Using *Pleurotus eryngii* with Different Treatments as Replacements for Pork Back Fat. *Journal of Food Science*, 84(11), 3091–3098. DOI: 10.1111/1750-3841.14839.
- Wang, Z., Sun, Y., Dang, Y., Cao, J., Pan, D., Guo, Y., & He, J. (2021). Water-insoluble dietary fibers from oats enhance gel properties of duck myofibrillar proteins. *Food chemistry*, 344, 128690. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.128690.
- Zahari, I., Ferawati, F., Helstad, A., Ahlstrom, C., Ostbring, K., Rayner, M., & Purhagen, J. K. (2020). Development of High-Moisture Meat Analogues with Hemp and Soy Protein Using Extrusion Cooking. *Foods*, 9(6), 772. DOI: 10.3390/foods9060772.
- Zhang, H., Zhang, W., Zeng, X., Zhao, X., & Xu, X. (2022). Recent progress of fat reduction strategies for emulsion type meat products. *Food Materials Research*, 2(1), 1–10. DOI: 10.48130/FMR-2022-0010.
- Zhuang, X., Zhang, W., Liu, R., Liu, Y., Xing, L., Han, M., Kang, Z. L., Xu, X. L., & Zhou, G. H. (2017). Improved gel functionality of myofibrillar proteins incorporation with sugarcane dietary fiber. *Food Res Int*, 100(1), 586–594. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.07.063.



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-f10005
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.04:664.01

Innovative meat products from non-traditional sources

I. Simonova[✉], U. Drachuk, B. Halukh, I. Basarab, H. Koval, S. Kinash

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

Article info

Received 19.06.2023
Received in revised form
20.07.2023
Accepted 21.07.2023

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

Simonova, I., Drachuk, U., Halukh, B., Basarab, I., Koval, H., & Kinash, S. (2023). Innovative meat products from non-traditional sources. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 26–34. doi: 10.32718/nvlvet-f10005

This scientific article presents a study on the quality and organoleptic characteristics of roasted venison meat as a potentially promising raw material for producing high-quality food products. The research encompasses an analysis of parameters such as appearance, consistency, aroma, taste, and juiciness. The study's results reveal that venison meat possesses a distinct gamey flavor and aroma, characterized by high taste intensity and meat firmness. The overall quality rating of the finished product stands at 4.82 points, with taste receiving a lower score compared to other attributes. The study also explores the influence of stress on the animal before slaughter on the pH level and moisture-holding capacity of venison meat. Furthermore, the article discusses the importance of monitoring the levels of heavy metals, such as lead and cadmium, in food products and confirms that the levels of these metals in venison meat comply with food safety standards. These findings are critical for ensuring consumer safety and determining the suitability of venison meat for consumption. The research also examines the prospects of using venison meat for delicacy production, leveraging its unique taste and aroma. It substantiates the advantages and limitations of utilizing this type of meat to pique consumer interest in new food products and expand the market. Finally, the article underscores the importance of further research into the quality and safety of venison meat, as well as the development and adherence to sanitary and technological procedures during the processing of venison carcasses to ensure a high-quality and safe end product. This scientific article sheds light on essential aspects of utilizing venison meat as a raw material for food production and contributes to a broader understanding of the potential of this type of meat in the food industry. The research findings make a significant contribution to comprehending the organoleptic properties of venison meat, its quality, and safety, which are pivotal for both producers and consumers.

Key words: roe deer meat, technology, pH, moisture retention capacity, organoleptic properties, heat treatment, quality, safety.

Інноваційні технології м'ясних продуктів з нетрадиційної сировини

I. I. Сімонова[✉], У. Р. Драчук, Б. І. Галух, І. М. Басараб, Г. М. Коваль, С. М. Кінаш

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

У науковій статті наведено результати дослідження якості та органолептичних характеристик запеченого м'яса козулі як потенційно перспективний вид сировини для виробництва високоякісних продуктів харчування. Дослідження включало в себе аналіз таких параметрів, як зовнішній вигляд, консистенцію, запах, аромат, смак та соковитість. Результати досліджень показали, що м'ясо козулі має специфічний смак та аромат дичини і вирізняється високою інтенсивністю смаку та твердістю м'яса. Загальна оцінка якості сировинного продукту склала 4,82 бала, при цьому смак отримав нижчий бал порівняно з іншими показниками. Дослідження також виявило вплив стресу тварини після пострілу до моменту смерті на рівень рН та вологуутримуючу здатність м'яса козулі. Крім того, в статті обговорюється важливість контролю за рівнем важких металів, таких як свинець і кадмій, у харчових продуктах і встановлено, що рівень цих металів у м'язовій тканині козулі відповідає нормам безпеки харчових продуктів. Такі дані важливі для встановлення безпеки споживачів та визначення придатності м'яса козулі для споживання.

Дослідження також розглядає перспективи використання м'яса козулі для виробництва делікатесів, зокрема завдяки його унікальному смаку та аромату. Обґрунтовано переваги та обмеження використання цього виду м'яса з метою підвищення інтересу споживачів до нових продуктів харчування та розширення ринку. Дана стаття наголошує на важливості подальших досліджень щодо якості та безпеки м'яса козулі, а також на необхідності розробки та дотримання санітарних норм та технологічних процесів під час обробки туші козулі з метою забезпечення високої якості та безпеки продукту. Ця наукова стаття висвітлює важливі аспекти використання м'яса козулі як сировини для виробництва харчових продуктів і допомагає розширити наше розуміння щодо потенціалу цього виду м'яса у харчовій промисловості. Результати дослідження роблять важливий внесок у розуміння органолептичних властивостей м'яса козулі, її якості та безпеки, що є ключовими для виробників та споживачів.

Ключові слова: м'ясо козулі, технологія, рН, вологоутримуюча здатність, органолептика, термічна обробка, якість, безпека.

Вступ

З давніх-давен полювання було традиційним заняттям населення в сільській місцевості. Сучасне полювання – це насамперед форма охорони природи, спрямована на пристосування чисельності диких тварин до змін середовища (Borkowski, 2001). Завдяки полюванню можна отримати дуже цінне м'ясо, яке задовольняє багато вимог та очікувань споживачів щодо харчової цінності, привабливих та унікальних органолептичних властивостей та є дієтичним м'ясом з низькою енергетичною цінністю (Daszkiewicz et al., 2013). М'ясо дичини належить до делікатесного м'яса, що дозволяє використовувати його для споживання туристами і популяризації його як з кулінарної, так і з культурної точки зору, що своєю чергою впливає на економіку регіону (Tomasevic et al., 2018; Ranucci et al., 2019). Останнім часом велика увага приділяється виробництву органічних продуктів харчування (Tomljanović et al., 2022). Це дозволяє відкрити нові шляхи реалізації для м'яса дичини і виробництва нових продуктів харчування з нього.

Популяція козулі європейської (*Capreolus capreolus*) у Прикарпатті України є достатньо велика, тому технологія продукції з її м'яса є актуальною.

Як описано у статті (Takeda et al., 2020) дичина, вирощена у відкритих мисливських угіддях, є одним з видів поживної їжі, яка має мінімальний негативний вплив на людину та високу поживну цінність. У дикій природі дичина вільно обирає напрямку руху та міграції, місця проживання та джерела їжі (Kostyunina et al., 2022). Харчова цінність м'яса дичини залежить від багатьох факторів, включаючи пору року, навколишнє середовище, клімат, стать і вік тварини. Численні дослідження (Daszkiewicz & Mesinger, 2018; Razmaite et al., 2020), виявили, що м'ясо дичини містить високий рівень повноцінного білка та низький рівень жиру з високим вмістом жирних кислот.

За даними (Hoffman & Wiklund, 2006; Valencak et al., 2015) внутрішньом'язовий жир диких тварин має оптимальне співвідношення, корисне для здоров'я, поліненасичених жирних кислот до насичених жирних кислот ω -6 до ω -3. З іншого боку, таке м'ясо може становити небезпеку для споживачів через погіршення умов у природному середовищі, зокрема регіоні, де перебуває тварина, що пов'язане з накопиченням важких металів і споживання тваринної їжі, забрудненої ними.

У роботах (Chmielewski et al., 2020) йде мова, що сполуки важких металів не піддаються біологічному розкладанню і не розкладаються. Вони зберігаються в

рослинах і споживаються тваринами та несуть небезпеку для споживачів.

Однією з особливостей, тобто проблем у виробництві/здобуванні м'яса диких тварин, яке є продуктом полювання, є метод умертвіння, який сильно відрізняється від того, що використовується для забійних сільськогосподарських тварин. Якщо забій ВРХ і свиней здійснюють на бойнях, то тварин, які вигулюються на волі, вбивають у дикій природі, переважно із застосуванням вогнепальної зброї. Цей метод умертвіння, зазвичай не є миттєвим і може мати певний вплив на параметри якості м'яса, особливо рН, колір, вміст води та вологоутримуючу здатність. Tomljanović et al. (2022) пояснюють, що стрес, викликаний пострілом, в період від поранення до смерті, призводить до накопичення глікогену в міжклітинному просторі. Під час загибелі тварини у м'язах є підвищена кількість нерозчиненого глікогену, продуктом перетворення якого є молочна кислота. При цьому рН м'яса знижується, що призводить до темнішого кольору та збільшення вологоутримуючої здатності в подальшому процесі дозрівання м'яса. У деяких випадках м'ясо дичини може мати дуже високі значення рН, що призводить до темного, твердого та сухого м'яса (DFD), яке має негативні характеристики з точки зору кінцевого споживача. Крім цього, м'ясо диких тварин дещо твердіше порівняно з м'ясом домашніх тварин, що пов'язано зі структурою м'язової тканини.

У західному регіоні України ратичні у фауні представлені 3 родами, 5 родами, 5 видами, а саме: свиня дика (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), олень благородний (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758), козуля європейська (*Capreolus capreolus* (Linnaeus 1758), лось (*Alces alces* (Linnaeus, 1758), зубр (*Bison bonasus* (Linnaeus, 1758)). Козуля європейська належить до мисливських видів тварин. Населяє всі типи мисливських угідь із очевидною прив'язаністю до рівнинно-передгірської частини. Стабільний ріст чисельності та полювання на них свідчить про значний потенціал адаптації до природних умов. Її популяція в останнє десятиліття збільшилася (Razanova, 2018).

За даними наукової літератури, зокрема Daszkiewicz, T., Mesinger, D. (2018) хімічний склад м'яса козулі різноманітний і характеризується низьким вмістом ліпідів порівняно з м'ясом баранини і яловичини. Крім того, в ліпідах м'язів диких тварин переважають структурні ліпіди з незамінними жирними кислотами і низьким відсотком внутрішньом'язового жиру. Інформацію щодо хімічного складу м'яса козулі наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники м'яса козулі порівняно з м'ясом інших сільськогосподарських тварин (Peshuk et al., 2017)

Вміст, %	Вид м'яса		
	Козуля	Баранина	Яловичина
Води	71,8	67,3	64,5
Білків	21,1	15,6	18,6
Жирів	6,0	16,3	16,0

Як видно з таблиці, м'ясо козулі має найбільшу кількість білка – 21,1 % і найменшу кількість жиру – 6,0 % порівняно з м'ясом баранини і яловичини.

М'ясо козулі належить до дієтичного, має червоно-коричневий колір. При споживанні і виробництві продуктів харчування найбільш цінним є м'ясо молодняку і однорічних тварин. Порівняно з м'ясом інших тварин м'ясо козулі найбільш ніжне, легко розварюється, має дрібнозернисту структуру, приємний смак дичини та легко засвоюється організмом (Peshuk et al., 2017).

Відомо, що стать тварини впливає на вміст білка і жиру в м'ясі козулі. Daszkiewicz et al. (2013) виявили, що їх вміст більший у м'ясі самців – 22,79 % і 1,46 %. Порівняно із ВРХ і вівцями м'ясо диких тварин має менший вміст ненасичених жирних кислот – 41 %, при чому в червоному м'ясі міститься лауринова кислота (C12:0), стеаринова кислота (C18:0) і ненасичені жирні кислоти, яких у раціоні людини часто не вистачає.

Збагатити раціон населення і відновити традиції споживання продуктів з м'яса диких тварин, приготованого за традиційними рецептами у сучасних умовах, можливо за рахунок популяризації делікатесних виробів із нетрадиційної м'ясної сировини. Такою сировиною виступає м'ясо козулі європейської, що і визначає актуальність даної роботи.

Мета дослідження

Мета роботи: вивчити можливість використання нетрадиційної м'ясної сировини (м'яса козулі європейської) в технології приготування традиційних страв у сучасних умовах.

Завдання:

1. Дати характеристику технології обвалювання туші козулі та розділу її на відруби.
2. Дослідити м'ясо козулі за технологічними показниками та на вміст токсичних елементів і відповідність їх за даними показниками безпеки.
3. Охарактеризувати напрями використання м'яса козулі у технології продуктів харчування.
4. Дослідити вироблений продукт – запечене м'ясо козулі за органолептичними показниками.

Матеріал і методи досліджень

Під час проведення досліджень було використано тушу самця козулі, що впольовано мисливцями в лісах Прикарпаття України в листопаді 2021 року. З відкритим воєнним нападом російської федерації на

Україну, що почався 24 лютого 2022 року, з метою запобігання загрози життю та заподіяння шкоди здоров'ю населення на території Львівської області полювання заборонено від 8 серпня 2022 до закінчення воєнного стану в Україні. Вік козулі приблизно 1 рік. Вік тварин оцінювали за зносом премолярів і молярів нижньої щелепи (Morow, 1993). Середня маса туші становила 15 кг. Час, що минув від заготівлі тварин до розділення туші, приблизно 12 год.

Визначення вологоутримуючої здатності, рН, сенсорний аналіз проведено у лабораторії кафедри технології м'яса, м'ясних та олійножирових виробів ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького.

Для вимірювання рН зразки м'яса (5 г) подрібнювали за допомогою м'ясорубки Zelmer (Німеччина). До гомогенізованих зразків фаршу доливали 50 мл дистильованої води і витримували протягом 3 хв. рН визначали через добу після смерті за допомогою рН-метра.

Визначення вологоутримуючої здатності (ВУЗ) м'яса здійснювали методом пресування за Р. Грау та Р. Хаммом у стандартній модифікації В. П. Воловинської та Б. І. Кельман. Цей спосіб полягає в приготуванні зразка м'яса масою 300 мг, який зважували на аналітичних вагах з точністю до 3-го знака. Наважку поміщали на попередньо зважене коло з поліетиленової плівки і переносили на беззолний паперовий фільтр таким чином, щоби проба лежала на фільтрі. Фільтр з пробю розташовували між двома пластинами з плексигласу. На поверхню пластини поміщали вазок масою 1 кг (Simonova et al., 2023). Тривалість пресування здійснювали 10 хвилин. Після чого на фільтрі обводили олівцем контур плями навколо пресованого м'яса і контур загальної плями на межі поширення вологої плями. За допомогою планіметра визначали площі обох вологих плям не менше трьох разів та використали середні значення з метою зменшення статистичної похибки. Потім ВУЗ м'яса розраховували згідно з формулою:

$$ВУЗ = \frac{(A - 8,4 * S)}{M} * 100,$$

де ВУЗ – вологоутримуюча здатність м'яса у відсотках; А – загальна кількість вологи у зразку м'яса в мг:

$$A = \frac{300 * B}{100}$$

В – 100 масова частка вологи в м'ясі у відсотках, значення якої отримують незалежно за даними хімічного аналізу з високою точністю – до 0,01 %; 8,4 – константа, яка отримана експериментальним шляхом, вона означає кількість вологи, що утримується 1 см³ фільтра; S – площа вологої плями (ВП) у см². Ця площа є різницею між площею загальної і м'ясної плям:

$$ВП = 3П - МП.$$

М – маса м'яса у зразку (300 мг з точністю до 1 мг).

Концентрацію важких металів (Pb, Cd, Zn та Cu) у м'ясі козулі визначали атомноабсорбційним методом на атомно-абсорбційному спектрометрі С-115М1. Перед проведенням досліджень здійснювали підготовку проб, здійснили екстракцію важких металів шля-

хом перемішування на магнітній мішалці протягом 1 год. Далі проводили розділення органічної та неорганічної фаз у ділильній лійці та переносили до випарної чаші для випаровування води. Прожарювання сухого залишку в муфельній печі СНОЛ 4 /110044 ПР за температури 550 °С протягом 2 год.

Після технологічної обробки туші козулі витримували в камері дозрівання, відруб тазостегнової частини, а саме задню ногу, вимочували в воді з ялівцем впродовж 4–6 год. Drachuk, U., Simonova, I., Halukh, V., Basarab, I., Romashko, I., 2018. Для приготування запеченого м'яса козулі використовували мокрий спосіб засолювання (готували 10 % розчин NaCl, додавали прянощі: перці чорний та духмяний горошком,

коріандр, лавровий лист) та витримували у ньому впродовж 12 год. Далі здійснили засолювання сухим способом, який відбувається шляхом натирання м'яса сумішшю солі, чорного перцю, часнику, подрібненого у пропорціях 10 : 2 : 50 г.

Підготування м'яса до кулінарної обробки здійснювали за старовинними рецептами Західної України з метою популяризації традиційної української кухні та збереження автентичних традицій приготування страв, оскільки продукти мисливства були популярними серед населення Галичини. Після цього м'ясо обсмажували на салі до рум'яної кірочки, загорнули дичину у фольгу та перенесли до духової шафи для запікання за температури 180 °С впродовж 2,5–3 год.



Рис. 1. Зображення тазостегнової частини козулі перед термічною обробкою



Рис. 2. Зображення тазостегнової частини козулі після термічної обробки



Рис. 3. Зображення запеченого м'яса козулі на розрізі

Сенсорний аналіз запеченого м'яса козулі після термічної обробки оцінювали за 5-бальною шкалою за показниками “зовнішній вигляд” (1 – невідповідний, 5 – дуже відповідний) колір (1 – дуже неприйнятний; 5 – дуже прийнятний), консистенція (1 – дуже невласлива; 5 дуже прийнятна), “запах, аромат” (1 – відсутній запах використаної сировини, 5 – дуже приємний запах), “смак” (1 – дуже неприйнятний; 5 – дуже прийнятний), соковитість (1 – дуже сухий; 5 – дуже соковитий). Для нейтралізації відчуттів під час проведення досліджень між дослідними зразками використовували воду та хліб. Комісія складалася з восьми членів кафедри технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького.

Результати дослідження

М'ясо дичини є екзотичною їжею, а вироби з нього є делікатесною продукцією. Як описано в роботах (Milczarek et al., 2021), диких тварин в природі зазвичай вбивають вогнепальною зброєю. Перед умертвінням тварина піддається сильному стресу, що значно впливає на якість м'яса через вплив на енергетичний метаболізм м'язів і безпосередньо впливає на розбіжності рН, які своєю чергою впливають на вологують-

римує здатність і колір. Terlouw C. et al. (2021) зазначають, що зміни в концентрації метаболітів і вмісту глікогену, тобто накопиченням більшої кількості глікогену в міжклітинному просторі, відбувається безпосередньо перед смертю.

Branciarri R. et al. (2022) дослідили: нерозчинений глікоген утворює основу для виробництва молочної кислоти в процесі автолізу, рН знижується, що призводить до зниження вологують здатності. За даними (Viganò et al., 2019), вода в м'язах затримується сарколемами клітин, тому істотні зміни в їх структурі впливають на вологують здатність, відбувається деградація білків. Рівень рН безпосередньо впливає на здатність міофібрилярних білків, міофібрин і м'язових клітин утримувати воду. Прискорене зниження рН пов'язане з розвитком низької вологують здатності. У роботах (Kasalka-Czarnał et al., 2023) пояснюється, що зниження рН в процесі наступних стадій автолізу викликає первинну зміну білків, у тому числі тих, які беруть участь у зв'язуванні води.

Щоб встановити відповідність м'яса за показником рН і мати уявлення, як процес умертвіння тварини вплинув на зміни вологують здатності, ми провели дослідження за цими показниками. Результати досліджень наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Значення рН і вологоутримуючої здатності м'яса козулі через добу після забою

Показник	Значення
рН	5,73
ВУЗ, %	74,91

Забруднення навколишнього середовища небезпечними сполуками та елементами антропогенного походження викликає все більше занепокоєння через його вплив на біосферу, тобто на мікрофлору і фауну, ґрунти, рослини включаючи людей і тварин (Živkov Baloš et al., 2015). Багато диких тварин піддаються впливу різноманітних токсичних речовин, споживаючи забруднені рослини або воду. Накопичення токсичних важких металів у рослинах і ґрунті може збільшити ризик їх передачі травоядним диким і сільськогосподарським тваринам.

Таблиця 3

Концентрація важких металів у м'ясі козулі європейської, мг/кг (Razanova, 2018)

Назва сировини	Вміст/ норми							
	Pb	ГДК	Cd	ГДК	Zn	ГДК	Cu	ГДК
М'ясо козулі європейської, впольованої в умовах лісостепу Правобережного (Razanova, 2018)	0,68	0,1	0,08	0,05	170	70	2,4	5,0
М'ясо козулі європейської, впольованої в лісах Прикарпаття*	0,05		0,01		54		1,8	

Примітка: * – власні дослідження

Аналіз інтенсивності забруднення важкими металами м'яса козулі європейської, впольованої в лісах Прикарпаття, показав: у м'язовій тканині спостерігалася менша їх концентрація порівняно з м'ясом козулі європейської, впольованої в умовах лісостепу Правобережного, а саме Pb – на 73 %, Zn – 68 %, Cu – 7,5 %. Вміст важких металів не перевищує граничнодопустимі межі, що свідчить про сприятливу екологічну ситуацію даного регіону та безпечність споживання даного продукту мисливства.

Після умертвіння тварини потрібно здійснити технологічну обробку туші козулі. На етапі знімання шкури роблять розрізи за допомогою ножа довкола путового суглоба, далі здійснюють повздовжній розріз шкури до паху на обох ногах по черзі. Після цього задні кінцівки відокремлюють шляхом підрізання сухожил. Шкура м'яка і ніжна, від м'язів відділяється легко завдяки генетичним особливостям козулі. У підвішеному стані туші відділяють голову шляхом перерізання горла, яремної вени, сухожил і кісток. З відокремленої голови вирізають язик, що належить до делікатесної продукції, шляхом повздовжнього розрізу нижньої щелепи. Далі тушу підвішують за путові суглоби і продовжують знімати шкуру за допомогою ножа методом “панчохи”. Роблять поперечні розрізи ножем від лопаток до грудної клітини. В основі сидничного м'язу роблять поперечні розрізи, підрізають

Надходження до організму людини важких металів викликає цілу низку порушень, які супроводжуються різноманітними захворюваннями та високим рівнем смертності серед населення (Beneddouch et al., 2014). Перше місце серед найбільш шкідливих для здоров'я тварин займають важкі метали. Незважаючи на те, що роль їх двояка і більшість із них необхідні для нормальної життєдіяльності організму, однак високі концентрації є токсичними, а деякі й небезпечними. Якщо питання безпеки та якості м'яса в Україні останнім часом вивчають досить активно, то проблема безпеки та якості м'яса диких тварин залишається зазвичай поза увагою науковців (Razanova, 2018). Оскільки тварини можуть вільно пересуватися та знаходити собі їжу, яка може бути забруднена небезпечними речовинами, а будь-які продукти, що споживаються людиною, мають бути якісними та безпечними для її життя, нами проведено дослідження вмісту важких металів у впольованому м'ясі козулі європейської. Результати дослідження наведено у таблиці 3.

пряму кишку, щоб запобігти забрудненню туші фекаліями. Далі повздовжнім розрізом від задніх ніг до горла продовжують знімання шкури.

Наступним етапом є нутрування. Роблять повздовжній розріз туші у підвішеному стані вздовж живота, кишки з внутрішнього боку підтримують рукою, запобігаючи їх пошкодженню ножем, розрізають тушу уздовж до шиї. Внутрішні органи витягують, починаючи із видалення прямої кишки, відокремлюють нирки, печінку, серце і діафрагму.

На наступному етапі роблять розріз грудної клітини і проводять миття туші від залишків шерсті, крові, забруднень.

Якість м'яса за санітарними показниками залежить від місця пострілу і швидкості смерті тварини, тому проводять зачищення туші – видалення згустків крові, гематом. Здійснюють повторне миття туші.

Язик, нирки, печінку, серце очищують, миють і охолоджують. Вони користуються широким попитом серед споживачів і належать до делікатесної продукції.

Відправляють тушу для повного остигання у камеру дозрівання за температури – 4–8 °С протягом 6–12 год з метою поліпшення органолептичних показників м'яса дичини. М'ясо козулі у парному стані має специфічний аромат і кислуватий смак. Технологічна схема зображена на рис. 4.

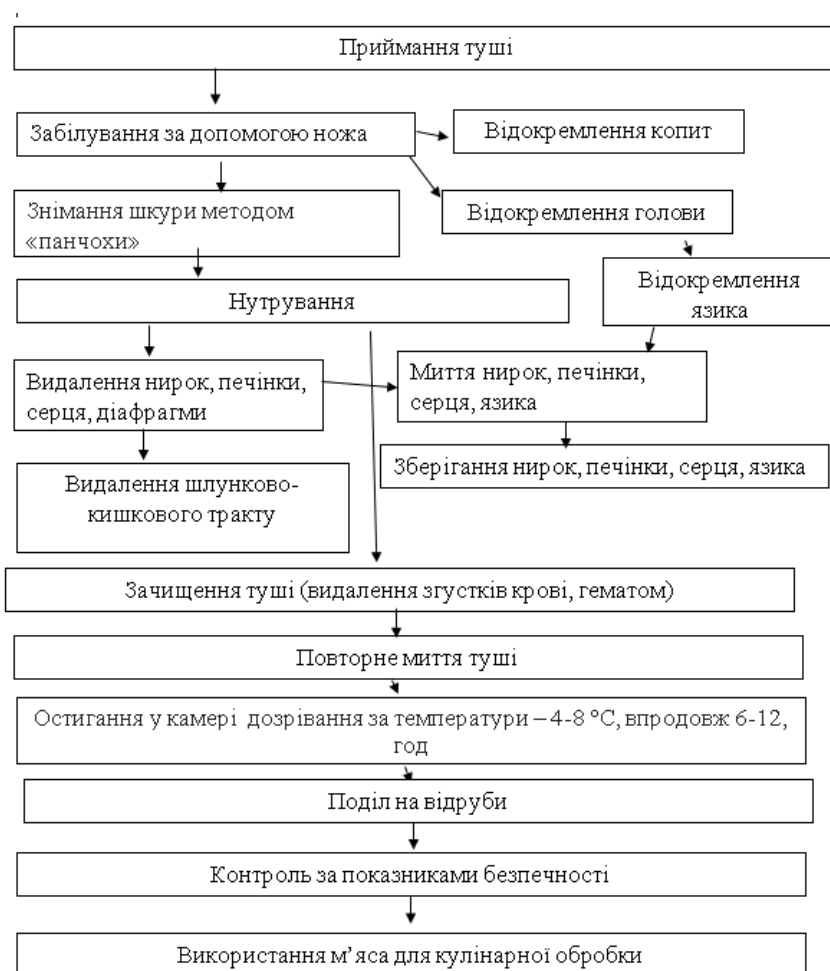


Рис. 4. Технологічна схема обробки туші козулі

Дозріле м'ясо туші ділять на відруби: здійснюють надрізи вздовж хребта з обох боків від задніх маклоків до ший і відділяють найдовший м'яз спини, залишаючи хребет. Потім відділяють лопатки. Від хребта відділяють реберну і грудну частини, отримують корейку (реберна і ниркова частина туші) і грудинку. Тазостегнову частину ділять на ліву і праву задні ноги. Схема поділу туші козулі на відруби зображена на рис. 5.

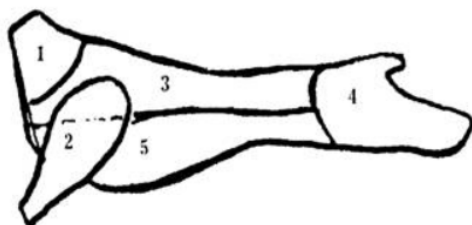


Рис. 5. Схема поділу туші козулі на відруби

Примітка: 1 – шийна частина; 2 – лопаткова частина; 3 – корейка (реберна і ниркова частина туші); 4 – тазостегнова частина; 5 – грудинка

Під час проведення сенсорного аналізу визначення якості готового виробу з м'яса козулі були оцінені показники зовнішнього вигляду, консистенції, запаху,

аромату, смаку, соковитості як такі, що максимально відображають вплив сировини у маринадах і прянощів. Результати наведено у таблиці 4.

Нами було застосовано систему бальної оцінки, що включає п'ять основних рівнів якості для оцінки кожного показника, що досліджується. Оскільки просте сумування балів може дати неточне уявлення про результати визначення якості продукту, в систему бальної оцінки для кожного показника якості було введено коефіцієнти вагомості. Під час розподілення коефіцієнтів вагомості враховували те, що сума коефіцієнтів показників якості повинна дорівнювати одиниці (Deinychenko, 2014).

Для смаку, як найбільш важливого показника якості, було встановлено коефіцієнт 0,3, адже використання ягідної сировини у маринадах впливає на характер даного показника. Для соковитості встановлено коефіцієнт 0,2, запаху, який впливає на відчуття смаку і залежить від використаної сировини і набору прянощів – 0,2; для зовнішнього вигляду – 0,2; для консистенції – 0,1.

Результати сенсорної оцінки якості запеченого м'яса козулі за 5-бальною системою з використанням коефіцієнтів вагомості наведено у таблиці 5.

Таблиця 4

Дегустаційний лист для визначення якості готових виробів з м'яса козулі

Показник	Кількість балів				
	1	2	3	4	5
Зовнішній вигляд	дуже неприємний	неприємний	задовільний	приємний	дуже приємний
Консистенція	жорстка	щільна	менш щільна	М'яка	дуже м'яка
Запах, аромат	неприємний, нетиповий	невиражений аромат	слабовиражений аромат	приємний, виражений аромат рослинної сировини	приємний, гармонійний аромат використаної сировини
Смак	неприємний, зі сторонніми присмака, пересолений	невиражений	слабовиражений, недостатньо солений	приємний, властивий виробам	дуже приємний, помірно-солений
Соковитість	дуже сухе, жорстке	сухе, жорстке	недостатньо соковите	соковите	дуже соковите

Таблиця 5

Результати сенсорної оцінки якості запеченого м'яса козулі

Показник	К	Кількість дегустаторів								X̄	X̄*К
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Зовнішній вигляд	0,2	5	5	5	4	5	5	5	5	4,9	0,98
Консистенція	0,1	5	5	5	4	5	5	5	5	4,9	0,49
Запах, аромат	0,2	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0	1,0
Смак	0,3	4	5	5	5	5	5	5	4	4,75	1,43
Соковитість	0,2	5	4	5	4	5	5	5	4	4,6	0,92
Загальний індекс якості, бали											4,82

В результаті проведення органолептичної оцінки якості за показником “зовнішній вигляд”, “консистенція” запечене м'ясо козулі набрало 4,9 бала, за показником “запах і смак” – 5,0 бала, “смак” – 4,75. Такі результати пояснюються особливістю м'ясної сировини і звичками у споживанні більш традиційних видів м'яса, зокрема яловичини і свинини.

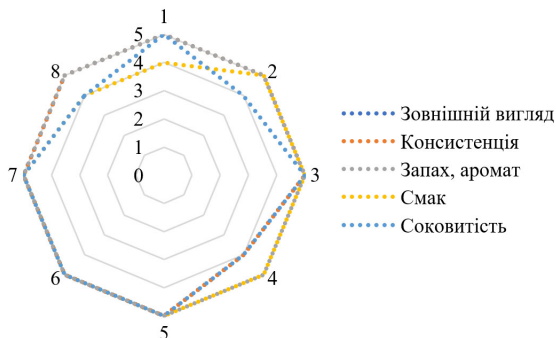


Рис. 6. Профілограма органолептичних показників запеченого м'яса козулі

Середня оцінка цього зразка становить 4,82 бала. Такі результати досліджень були очікуваними оскільки стрес, який виник в момент між пострілом і омертвінням, міг вплинути на органолептичні показники готового продукту. Використання NaCl і прянощів під час засолювання м'яса забезпечує краще поглинання води та впливає на ніжність і соковитість.

Обговорення

pH м'яса є результатом кількості глікогену, наявного в м'язах до відстрілу, що сильно залежить від

факторів, відповідальних за фізичний і психологічний стрес. За даними (Carrasco-García et al., 2020) вплив стресу під час відстрілу призводить до зниження аденозинтрифосфорної кислоти (АТФ), яка своєю чергою веде до виснаження концентрації м'язового глікогену. Значне виснаження запасів м'язового глікогену перед умертвінням призводить до підвищення кінцевого рН, результатом чого є глибокий вплив на кілька важливих ознак якості м'яса.

У роботі (Terlouw et al., 2021) проаналізовано, що чим швидше проходить частота серцевих скорочень за кілька хвилин до забою, тим більше знижується рН м'язів у початковому посмертному періоді. Багато факторів, таких як рН і посмертний протеоліз, впливають на вологоутримуючу здатність, змінюється кількість і розташування води в м'язах. Швидке зниження рН у поєднанні з високою температурою м'язів у початковому етапі посмертного періоду призводить до первинної зміни приблизно 20 % м'язових білків і функціональної властивості зв'язувати воду. Вологоутримуюча здатність м'яса важлива для збереження його соковитості та поліпшення органолептичних властивостей загалом. Stajkovic et al. (2019) зазначають, що вологоутримуюча здатність тісно пов'язана з кольором м'яса, а також впливає на інші фізичні властивості, включаючи структуру м'яса. Значення рН і вологоутримуючої здатності м'яса козулі після доби забою становить 5,73 та 74,91 %.

Основними токсичними елементами, що забруднюють навколишнє середовище, є свинець і кадмій (Lehel et al., 2016). Забруднення харчових продуктів їхніми сполуками багато в чому пов'язане з господарською діяльністю людини, використанням їх у бага-

твоя галузях промисловості, що водночас пов'язане з виділенням і накопиченням токсичних елементів у навколишньому середовищі (Szkoda et al., 2011). Аналіз вмісту Pb і Sb, Zn, Cu в м'язовій тканині показав низький рівень цих елементів, що підтверджує безпечність для людини даного м'яса дичини.

За результатами органолептичної оцінки якості запеченого м'яса козулі визначено, що колір м'яса козулі темніший ніж у м'ясі сільськогосподарських тварин, після термічної обробки м'ясо мало привабливий зовнішній вигляд. М'язи на розрізі мали темно-коричневий колір, що вплинуло на результати оцінки дегустаторів. Під час оцінювання “запаху” і “смаку” виявлено переважаючий запах і смак дичини м'яса. Інтенсивність смаку та твердість під час жування були визначальними при проведенні бальної оцінки, що і призвело до загальної оцінки якості запеченого м'яса козулі в 4,82 бала.

М'ясо дичини можна вважати перспективною сировиною для виробництва делікатесної продукції, оскільки умиртвіння тварини не погіршує технологічних показників м'яса під час підготовки туші до переробки і отримання готового продукту – запеченого м'яса козулі не потребують додаткових витрат на обладнання і витрат часу.

Висновки

М'ясо козулі належить до нетрадиційної м'ясної сировини. В результаті полювання тварина піддається стресу, що впливає на якість м'яса. Значення рН і вологостримуючої здатності м'яса козулі через добу після забою становить 5,73 та 74,91 %, що є важливим для збереження і підвищення його органолептичних властивостей та харчової цінності.

Аналіз інтенсивності забруднення важкими металами м'яса козулі європейської, впольованої в лісах Прикарпаття, показав, що їх вміст не перевищує гранично допустимі межі та становить Pb – 0,05 %, Cd – 0,01, Zn – 54, Cu – 1,8 мг/кг.

Після полювання здійснено технологічну обробку туші козулі та розділення її на відруби, що складаються з шийної, лопаткової, тазостегнової частин, корейки та грудинки.

З відрубу тазостегнової частини приготовано запечене м'ясо козулі, термічну обробку якого проводили при температурі 180 °C впродовж 2,5–3 год.

Проведено органолептичну оцінку якості за допомогою сенсорного аналізу запеченого м'яса козулі, яке отримало загальну оцінку 4,82 бала та характеризувалося високими органолептичними властивостями.

Подяка

Дякуємо за підтримку у написанні статті та сприянні у проведенні досліджень керівництву та колективу Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Beneddouch, B., Zellagui, R., & Beneddouch, E. (2014). Levels of Selected Heavy Metals in Fresh Meat from Cattle, Sheep, Chicken and Camel Produced in Algeria. *Annual Research & Review in Biology*, 4, 1260–1267. DOI: 10.9734/ARRB/2014/7430.
- Borkowski, J. (2001). Relations between deer population dynamics and game management. *Sylwan*, 145, 93–101.
- Branciar, R., Onofri, A., Cambiotti, F., & Ranucci, D. (2022). Effects of Animal, Climatic, Hunting and Handling Conditions on the Hygienic Characteristics of Hunted Roe Deer (*Capreolus capreolus* L.). *Foods*, 9, 1076. DOI: 10.3390/foods9081076.
- Carrasco-García, A. A., Pardío-Sedas, V. T., León-Banda, G. G., Ahuja-Aguirre, C., Paredes-Ramos, P., Hernández-Cruz, B. C., & Vega Murillo, V. (2020). Effect of stress during slaughter on carcass characteristics and meat quality in tropical beef cattle Asian-Australas. *J. Anim. Sci.*, 33, 1656–1665. DOI: 10.5713/ajas.19.0804.
- Chmielewski, J., Gworek, B., Florek-Łuszczki, M., Nowak-Starz, G., Wójtowicz, B., Wójcik, T., Zeber-Dzikowska, I., Strzelecka, A., & Szpringer, M. (2020). Heavy metals in the environment and their impact on human health. *Przem. Chem.*, 99, 50–57. DOI: 10.15199/62.2020.1.3.
- Daszkiewicz, T., & Mesinger, D. (2018). Fatty acid profile of meat (*Longissimus lumborum*) from female roe deer (*Capreolus capreolus* L.) and red deer (*Cervus elaphus* L.). *International journal of food properties*, 21(1), 2276–2282. DOI: 10.1080/10942912.2018.1508160.
- Daszkiewicz, T., & Mesinger, D. (2018). Fatty acid profile of meat (*Longissimus lumborum*) from female roe deer (*Capreolus capreolus* L.) and red deer (*Cervus elaphus* L.). *Int. J. Food Prop.*, 21, 2276–2282. DOI: 10.1080/10942912.2018.1508160.
- Daszkiewicz, T., Kubiak, D., Winarski, R., & Koba-Kowalczyk, M. (2012). The effect of gender on the quality of roe deer (*Capreolus capreolus* L.). *Small Rumin.*, 103, 169–175. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2011.09.044.
- Daszkiewicz, T., Wilga, K., Janiszewski, P., Smiecińska, K., & Kubiak, D. (2013). Quality comparison of meat from red deer (*Cervus elaphus* L.) harvested in Poland and Hungary. *Zywn-Nauk. Technol. Jakosc.*, 4, 77–89. DOI: 10.15193/zntj/2013/89/077-089.
- Deinychenko, H. V. (2014). Sensornyi analiz biofortyfikovanoho marynovanoho solodkoho pertsiu. *Skhidno-Ievropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohvii*, 2/12(68), 18–24 (in Ukrainian).
- 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.
- Hoffman, L. C., & Wiklund, E. (2006). Game and Venison-Meat for the Modern Consumer. *Meat Sci*, 74, 197–208. DOI: 10.1016/j.meatsci.2006.04.005.
- Kasałka-Czarna, N., Biegańska-Marecik, R., Proch, J., Orłowska, A., & Montowska, M. (2023). Effect of

- Dry, Vacuum, and Modified Atmosphere Ageing on Physicochemical Properties of Roe Deer Meat. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 73(2), 175–186. DOI: 10.31883/pjfn/163613.
- Kostyunina, O., Traspov, A., Economov, A., Seryodkin, I., Senchik, A., Bakoev, N., Prytkov, Y., Bardukov, N., Dosky, I., & Karpushkina, T. (2022). Genetic Diversity, Admixture and Analysis of Homozygosity-Descent (HBD) Segments of Russian Wild Boar. *Biology*, 11, 203. DOI: 10.3390/biology11020203.
- Lehel, J., Laczay, P., Gyurcsó, A., Jánoska, F., Majoros, S., Lányi, K., & Marosán, M. (2016). Toxic heavy metals in the muscle of roe deer (*Capreolus capreolus*)—food toxicological significance. *Environ. Sci. Pollut. Res*, 23, 4465–4472. DOI: 10.1007/s11356-015-5658-1.
- Mileczarek, A., Janocha, A., Niedzialek, G., Zowczak-Romanowicz, M., Horoszewicz, E., & Piotrowski, S. (2021). Health-Promoting Properties of the Wild-Harvested Meat of Roe Deer (*Capreolus capreolus* L.) and Red Deer (*Cervus elaphus* L.). *Animals*, 11, 2108. DOI: 10.3390/ani11072108.
- Morow, K. (1993). *How Old? A Guide to Age Estimation in Game Animals*; Swiat: Warsaw, Poland.
- Peshuk, L. V., Yancheva, M. O., Hashchuk, O. I., Kyrychenko, S. H. (2017). *Tekhnolohiia m'iasoproduktiv iz netradytsiinoi m'iasnoi syrovyny. Kyiv: "Tsentr uchbovoi literatury"* (in Ukrainian).
- Ranucci, D., Roila, R., Miraglia, D., Arcangeli, C., Vercillo, F., Bellucci, S., & Branciarri, R. (2019). Microbial, chemical-physical, rheological and organoleptic characterisation of roe deer (*Capreolus capreolus*) salami. *Italian Journal of Food Safety*, 8/8195, 137–142. DOI: 10.4081/ijfs.2019.8195.
- Razanova, A. M. (2018). Intensyvniat zabrudnennia m'iasa dykykh tvaryn vazhkymy metalamy v zoni lisostepu pravoberezhnoho na terytorii Vinnychchyny. *Dumka vchenoho*, 11, 162–170 (in Ukrainian).
- Razmaite, V., Pileckas, V., Šiuškėcius, A., & Juškeienė, V. (2020). Fatty Acid Composition of Meat and Edible Offal from Free-Living Red Deer (*Cervus elaphus*). *Foods*, 9, 923. DOI: 10.3390/foods9070923.
- Simonova, I. I., Halukh, B. I., Drachuk, U. R., & Basarab I. M. (2023). Udoskonalennia tekhnolohii marynovanykh napivfabrykativ z m'iasa ptytsi. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S. Z. Hzytskoho. Seriia Kharchovi tekhnolohii*. 25(99), 61–68. DOI: 10.32718/nvlvet-f9911 (in Ukrainian).
- Stajkovic, S., Vasilev, D., Teodorovic, V., & Karabasil, N. (2019). Postmortem glycolysis and pork quality. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 333, 012032. DOI: 10.1088/1755-1315/333/1/012032.
- Szkoda, J., Nawrocka, A., Kmiecik, M., & Zmudzki, J. (2011). Monitoring study of toxic elements in food of animal origin. *Environ. Prot. Nat. Resour*, 48, 475–484. DOI: 10.2478/bvip-2013-0092.
- Takeda, S., Kaneko, S., Sogawa, K., Ahhmed, A. M., Enomoto, H., Kawarai, S., Taira, K., Mizunoya, W., Minami, M., & Sakata, R. (2020). Isolation, evaluation, and identification of angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides from game meat. *Foods*, 9, 1168. DOI: 10.3390/foods9091168.
- Terlouw, C., Picard, B., Deiss, V., Berri, C., Hocquette, J. F., Lebret, B., Lefèvre, F., Hamill, R., & Gagaoua, M. (2021). Understanding the Determination of Meat Quality Using Biochemical Characteristics of the Muscle: Stress at Slaughter and Other Missing Keys. *Foods*, 10, 84. DOI: 10.3390/foods10010084.
- Tomasevic, I., Novakovic, S., Solowiej, B., Zdolec, N., Skunca, D., Krocko, M., Nedomova, S., Kolaj, R., Aleksiev, G., & Djekic, I. (2018). Consumers' perceptions, attitudes and perceived quality of game meat in ten European countries. *Meat Sci*, 142, 5–13. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.03.016.
- Tomljanovi'c, K., Grubešić, M., Medi'c H., Poto'cnik, H., Topolov'can, T., Kelava Ugarkovi'c, N., & Marušić Radov'čić, N. (2022). The Impact of Premortality Stress on Some Quality Parameters of Roe Deer, Wild Boar, and Red Deer Meat. *Foods*, 11, 1275. DOI: 10.3390/foods11091275.
- Valencak, T. G., Gamsjäger, L., Ohrnberger, S., Culbert, N. J., & Ruf, T. (2015). Healthy N-6/N-3 Fatty Acid Composition from Five European Game Meat Species Remains after Cooking. *BMC Res. Notes*, 8, 273–278. DOI: 10.1186/s13104-015-1254-1.
- Viganò, R., Demartini, E., Riccardi, F., Corradini, A., Besozzi, M., Lanfranchi, P., Luigi Chiappini, P., Cottini, A., & Gaviglio, A. (2019). Quality parameters of hunted game meat: Sensory analysis and pH monitoring. *Italian Journal of Food Safety*, 8(7724), 55–59. DOI: 10.4081/ijfs.2019.7724.
- Živkov Baloš, M., Mihaljev, Ž., Jakšić, S., Prica, N., Lazić, G., Kapetanov, M., Prodanov, J., Scientific, R., Institute, V., & Sad, N. (2015). The incidence of heavy metals and other toxic elements in roe deer (*capreolus capreolus*) tissues. *Arhiv veterinarske medicine*, 8(2), 3–10. DOI: 10.46784/e-avm.v8i2.109.



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-f10006
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.144:67:613.98

Functional foods are essential components of nutrition

A. Solomon✉

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 26.06.2023
Received in revised form
27.07.2023
Accepted 28.07.2023

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

Solomon, A. (2023). Functional foods are essential components of nutrition. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 35–42. doi: 10.32718/nvlvet-f10006

The most common category of functional nutrition is fermented milk products, which normalize the intestinal microflora and increase the immune status of the human body. Fermented milk products are characterized by high biological and nutritional values. This means a high degree of balance in the amino acid composition of milk proteins, compared to the so-called ideal food protein, the amino acid composition of which meets the needs of the human body. In addition, the proteins of fermented milk products are well digested by proteolytic enzymes of the gastrointestinal tract. The main casein proteins are capable of being broken down equally well by proteolytic enzymes in their native and denatured states. The macroorganism and intestinal microflora are a relatively stable and balanced ecological system, the balance of which, on the one hand, is determined by the physiological and immunological characteristics of the macroorganism, on the other, by the species and quantitative composition of microbial associations and the diversity of their biological activity. In a normal physiological state, the relationship between the macroorganism and the microflora is symbiotic in nature, and the latter has a significant impact on the general immunity and natural resistance of the host to infections, takes an active part in the processes of digestion and the synthesis of various biologically active substances. In turn, the macroorganism regulates the composition of the intestinal microflora due to factors such as the acidity of gastric juice and the content of bile salts. Fermented dairy products are the main suppliers of probiotic microorganisms that contribute to the maintenance and restoration of human microbial ecology. Probiotic cultures that provide beneficial effects 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*).

Key words: functional products, fermented milk products, bifidobacteria, dietary fiber, vitamins, minerals, probiotics.

Функціональні продукти – незамінні складові харчування

A. M. СОЛОМОН✉

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Найважливішою категорією функціонального харчування є кисломолочні продукти, які нормалізують мікрофлору кишечника та підвищують імунний статус організму людини. Кисломолочні продукти характеризуються високою біологічною та харчовою цінностями. Це означає високий ступінь збалансованості амінокислотного складу молочних білків порівняно з так званим ідеальним харчовим білком, амінокислотний склад якого відповідає потребам організму людини. До того ж білки кисломолочних продуктів добре перетравлюються протеолітичними ферментами шлунково-кишкового тракту. Причому основні білки казеїни здатні однаково добре розщеплюватися протеолітичними ферментами в нативному та денатурованому стані. Макроорганізм та кишкова мікрофлора є порівняно стабільною та збалансованою екологічною системою, рівновага якої, з одного боку, визначається фізіологічними та імунологічними особливостями макроорганізму, з іншого – видовим та кількісним складом мікробних асоціацій та різноманітністю їхньої біологічної активності. У нормальному фізіологічному стані взаємовідносини між макроорганізмом та мікрофлорою носять симбіотичний характер і остання істотно впливає на загальний імунітет та природну резистентність хазяїна до інфекцій, бере активну участь у процесах травлення, синтезу різноманітних біологічно активних речовин. У свою чергу, макроорганізм регулює склад кишкової мікрофлори завдяки таким факторам, як кислотність шлункового соку, вміст жовчних

солей. 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*).

Ключові слова: ферментовані продукти, кисломолочні продукти, біфідобактерії, харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, пробіотики.

Вступ

Біфідобактерії – одна з найбільш важливих груп мікроорганізмів кишківника, які домінують у анаеробній флорі товстої кишки (Solomon, 2023).

Міжнародна молочна федерація називає біопродуктами такі суміші, в яких міститься не менше ніж 1^{10} біфідобактерій в 1 см. 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 є анаеробами, в молоці розвиваються дуже повільно (Tsisaryk et al., 2017; Nagovska et al., 2018).

Фахівцями досліджено можливість сумісного використання біфідо- і лактобактерій. Визначено, що значна кількість видів молочнокислих стрептококів і паличок стимулюють ріст біфідофлори в молоці, сприяють збільшенню кількості активних клітин біфідобактерій та інтенсивному накопиченню продуктів їх метаболізму (Naumenko, 2015; Musiy et al., 2017; Solomon, 2023).

Біфідобактерії беруть активну участь у поновленні нормальної мікрофлори кишківника при кишково-шлункових захворюваннях та після лікування антибіотиками. Для стимулювання їх розвитку необхідно використовувати адаптовані до молока штами біфідобактерій, забезпечити 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 (Kochetkova, 2013).

Необхідно визначити склад високоефективних культур мікроорганізмів, які поряд з високою продуктивністю, володіють високою та різноманітною біохімічною активністю. Правильний вибір біологічно активних штамів біфідо- та лактокультур для виробництва ферментованих молочних продуктів дозволяють отримати якість, що відповідає вимогам нормативних документів за органолептичними і фізико-хімічними показниками (Katz et al., 2016; Nachak et al., 2018; Slyvka et al., 2022).

В теперішній час для збагачення молочних продуктів біологічно активними речовинами і надання їм певних реологічних властивостей використовується велика кількість харчових добавок функціональних інгредієнтів: пребіотики, соєві компоненти стабілізу-

ючи добавки, злакові та фруктово-ягідні, плодово-овочеві наповнювачі харчові ароматизатори і барвники (Melnyk et al., 2019; Slyvka et al., 2019).

Головними аргументом на користь функціонального харчування є незадовільний стан здоров'я людей спровокований медико-соціальним становищем несприятливою екологією, стресами, значним погіршення якісного складу споживаної їжі.

Мета дослідження

Метою даної роботи є наукове обґрунтування та розроблення кисломолочного синбіотичного напою на основі молочної і рослинної сировини, який ферментовано пробіотичними бактеріями.

Матеріал і методи досліджень

Як молочну основу використано знежирене молоко, рослинних компонентів – рисове та вівсяне борошно, які містять у своєму складі мінеральні речовини – кальцій, магній, калій, фосфор, вітаміни – В₁, В₂, РР, ненасичені жирні кислоти – олеїнову і ліноленову, харчові волокна – β -глюкан.

Дослідження активної кислотності кисломолочних продуктів проводилося згідно ДСТУ 8550:2015, визначення кількості біфідобактерій ДСТУ 7355:2013.

Визначення активної кислотності (рН) потенціометричним методом за ДСТУ 8550:2015.

Методика проведення: Підготовка проби молока і кисломолочної продукції – за ДСТУ 7357:2013, ДСУУ ISO 707:2002.

У склянку місткістю 50 або 100 см³ наливають (40 ± 5) см³ молока температурою (20 + 2)°С та занурюють електроди приладу. Електроди не повинні дотикатись стінок і дна склянки. Через 10–15 с знімають показання за шкалою приладу. Для швидкого встановлення показань приладу вимірювання проводиться при колесному перемішуванні склянки з кисломолочним продуктом.

Показання приладу знімають через 3–5 с після встановлення стрілки. Після кожного вимірювання електроди датчика промивають дистильованою водою. У разі масових вимірювань рН молока залишки попередньої проби видаляють з електродів наступною пробую, а електроди промивають через кожні 3–5 вимірювань.

У проміжках між вимірюваннями електроди датчика занурюють у склянку з дистильованою водою.

Визначення кількості біфідобактерій шляхом вирощування у напіврідкому кукурудзяно-лактозному середовищі при $t = (38 \pm 1) ^\circ\text{C}$ згідно ДСТУ 7355:2013

Вироблені з використанням біфідобактерій кисломолочні продукти набувають лікувальних властивостей внаслідок того, що в них накопичуються в процесі

життєдіяльності заквашувальних мікроорганізмів ферменти, амінокислоти, органічні і антибактеріальні речовини. Найчастіше у виробництві використовуються п'ять видів біфідобактерій: *B. bifidum*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. breve*, *B. adolescentis*.

Для виробництва кисломолочних продуктів використовують переважно заквашувальні препарати, в яких біфідобактерії поєднуються з іншими мікроорганізмами, в основному молочнокислими, тому визначення вмісту біфідобактерій доволі складне. Це питання вирішується застосуванням спеціальних розчинів, які запобігають розвитку супутньої мікрофлори та не діють на біфідобактерії.

Результати та їх обговорення

Головним аргументом на користь функціонального харчування є незадовільний стан здоров'я людей, спровокований медико-соціальним становищем несприятливою екологією, стресами, значним погіршення якості складу споживаної їжі.

Нераціональне, розбалансоване харчування розглядають як одну з передумов розладу ліпідного обміну і підвищеного вмісту холестерину, що своєю чергою призводить до виникнення розвитку серцево-судинних захворювань. Споживання харчових продуктів, що містять у високих концентраціях лакто- і біфідобактерії, не тільки забезпечує енергетичні та структурні потреби, а й сприятливо діє на організм людини загалом чи на певні його системи та органи. Для виробництва ферментованих функціональних молочних продуктів з імуномодельючими властивостями можуть бути використані синбіотичні комплекси, до яких належать молочні екстракти коренів *Echinaceae purpurea* та *Echinacea pallida*, бактеріальний концентрат Liobas, Liobas LACID. Отримані ферментовані молочно-рослинні згустки можуть бути основою для виробництва ферментованих напоїв, кисломолочного та домашнього сиру, сирних виробів. Запропоновано як збагачувач використовувати мальтодекстрин, який отримано шляхом ферментативної обробки крохмалю. Він є не тільки вуглеводною добавкою, яка переважає в напоях спортсменів, а й виступає у ролі пребіотика в деяких біологічних препаратах. Мальтодекстрин суттєво впливає на вологотримуючу здатність згустку, на стійкість його до порушення, а також здатність до відновлення. Встановлено, що добавка мальтодекстрину у кількості 5 % забезпечує високу вологотримуючу здатність і поліпшує реологічні властивості кисломолочного напою. При використанні асептичного розливу і термізації тривалість зберігання таких йогуртів при 6 °C зростає до 90 діб.

При використанні вівсяної муки продукти збагачуються речовинами протиатеросклеротичної дії, солями калію і магнію, що особливо корисно для людей похилого віку, а також для людей з захворюваннями серцево-судинної системи, печінки, підшлункової залози.

Вівсяна мука містить велику кількість β -глюкану, який сприяє зниженню холестерину, уповільнює під-

вищення рівня цукру у крові після прийому їжі, забезпечує баланс цукру й інсуліну.

Рисова мука добре перетравлюється, багата крохмалем і ненасиченими жирними кислотами – олеїновою і ліноленою, використовується для відновлення апетиту після важкої хвороби.

Досліджено вплив теплової обробки на кисломолочні напої зі стабілізаторами. Ступінь залежності ефективної вологості від температури майже для всіх зразків кисломолочних напоїв зі стабілізаторами була на 25 % вища, ніж у контрольних зразках. Ступінь втрати ефективної в'язкості в діапазоні температур 4...18 °C може слугувати критерієм для оцінки стабілізуючого ефекту добавок, які характеризують стійкість структури до теплового навантаження. Пектини, які містяться в рослинній сировині та використовуються при виробництві широкого спектру продуктів в харчовій і фармацевтичній промисловості, належать до полісахаридів – гідроколідів. Пектини володіють функціональними властивостями стабілізатора з драглетуючими властивостями, що надає харчовим продуктам специфічної консистенції. Досліджено вплив пектину на коагуляцію білків молока та фізико-хімічні показники кисломолочних продуктів, отриманих при використанні кислотного та термокислотного методів коагуляції. Встановлено, що присутність пектину суттєво впливає на процес утворення гелю та осаду у разі коагуляції білків. Підвищення температури призводить до ущільнення та зневоднення білків молока, а присутність пектину дещо нейтралізує ці процеси. Значно поширився інтерес до використання біофлавоноїдів як харчової добавки в продуктах лікувально-профілактичного призначення. Це можна пояснити широким спектром їх біологічної активності, насамперед вітамінної, антимікробної та антиоксидантної дії.

Для уповільнення процесу окиснення вітаміну С в харчові продукти вводять антиоксиданти. Введення антиокислювача в молочні продукти також відвертає та гальмує процес окиснення жирів молока (Kapreliants, 2004).

Молоко після теплової обробки заквашували симбіотичною сумішшю чистих культур термофільної молочнокислої болгарської палички (*Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*) і термофільного молочнокислого стрептококу (*Streptococcus thermophilus*) у співвідношенні 1:4. В ролі антиокислювача використали дигідрокверцетин, який сертифіковано як харчову добавку. Досліджено кислотоутворюючу активність використаних молочнокислих культур в процесі зберігання, життєдіяльність молочнокислих мікроорганізмів і їх морфологію. Встановлено, що додання дигідрокверцетину і аскорбінової кислоти в кількості 0,02 % до маси жиру стимулює ріст і розвиток молочнокислих бактерій.

Запропоновано технологію отримання молочно-полісахаридних концентратів з певним складом і функціональними властивостями, в основі якої використовується процес фракціонування компонентів молочної сировини полісахаридами – пектином, похідними целюлози, альгінатами, мікробними полісахаридами, що дозволяє отримати казеїновий комплекс, сконцен-

трований у п'ять-сім разів, який не змінює свого розчинного колоїднодисперсного стану. Це рідина подібна до вершків 15–30 % жирності, яка повністю розчиняється у воді і молочній сировині. Теплова обробка до 100 °С не змінює його розчинності (Kapreliants & Iorhachova, 2003).

Комбінація кисломолочного продукту з полісахаридами рослинного походження стимулює ріст і активує корисну мікрофлору організму людини, посилює всмоктування кальцію. При виробництві функціональних напоїв запропоновано використовувати сироватко-полісахаридну фракцію (СПФ), яку отримують при розподіленні молока пектином. Встановлено, що СПФ сприяє збільшенню вмісту фосфоліпідів і зниженню рівня тригліцеридів, внаслідок чого зростає антиоксидантна активність крові, зменшується джерело утворення гідроперексидів, знижується кількість перекисних продуктів крові, що сприяє стабілізації клітинних мембран і підвищує стійкість організму до дії несприятливих факторів.

Перспективною сировиною для продуктів функціонального призначення визнано зернові культури та продукти їх переробки. Зародки і висівки пшениці багаті на мінеральні речовини – кальцій, фосфор, магній, залізо; вітаміни – токоферолі, тіамін, рибофлавін, піридоксин, ніацин, поліненасичені жирні кислоти.

Вуглеводи представлені у вигляді крохмалю, клітковини, геміцелюлози, лігніну, гумі та розчинних вуглеводів, до складу яких входить сахароза і вільні редуруючі цукри. Висівки вміщують велику кількість харчових волокон. Сполучення зернових компонентів з молочною основою значно підвищує харчову і біологічну цінність готового продукту.

При розробці кисломолочних функціональних продуктів використовували добавки з топінambuру у вигляді порошків подрібнених коренів топінambuру, інуліну, фруктозо глюкозного сиропу. Визначена оптимальна кількість добавок для йогуртів, ацидофіліну, сирної маси. Розроблені продукти мають однорідну консистенцію, приємний фруктовий присмак, кремний колір, рН 4,1...4.6.

Таким чином, до основних шляхів розвитку молочної промисловості в теперішній час слід зарахувати впровадження нових технологій кисломолочних продуктів, які дають змогу гарантувати безпечність і високу якість продукції, а також підбір відповідних мікроорганізмів і рослинних інгредієнтів, що дозволить значно розширити асортимент ферментованих молочних продуктів функціональної спрямованості та задовольнити вимоги споживачів.

Виробництво структурованих продуктів, в тому числі кисломолочних десертних виробів, є одним з секторів молочної промисловості, який швидко і динамічно розвивається. Визначення стабілізуючої системи для певних молочних десертних продуктів достатньо складне, тому що необхідно приховувати комплекс різних факторів, таких як фізико-хімічні властивості сировини і готової продукції, взаємодію складових компонентів, органолептичні показники, безпечність, вартість, і зручність при використанні. Зростання попиту на молочні десертні продукти сти-

мулює розробку і опановування нових технологій на багатьох молочних підприємствах (Musiy et al., 2020).

Вітчизняні виробники молочних продуктів почали опановувати випуск нових на нашому ринку десертних продуктів з використанням стабілізаторів, які завозяться з-за кордону. Але конкуренція поступово збільшується, що спонукає до відмови від використання імпортованих стабілізуючих систем і перехід на більш дешеві вітчизняні аналоги.

Населення України відчуває гостру потребу в продуктах, збагачених БАД, вітамінами, особливо антиоксидантного ряду, мінеральними речовинами, харчовими волокнами, комплексами фенольних сполук, різними наповнювачами, які мають оздоровчі та лікувально-профілактичні властивості. Створення і виробництво нових видів комбінованих кисломолочних продуктів дозволяє розширити асортимент, максимально використати всі компоненти молока, вторинну молочну сировину і різні збагачуючі компоненти рослинного походження, які сприяють підвищенню імунного статусу організму людини.

Одним з перспективних напрямків створення функціональних кисломолочних ферментованих продуктів є розробка комплексних заквасок на основі консорціумів пробіотичних бактерій різних таксономічних груп, які стійкіші до несприятливих факторів середовища і володіють більш високою активністю порівняно з заквасками, які виготовлені з використанням чистих монокультур.

Критеріями відбору штамів лакто- і біфідобактерій для заквашувальних композицій є їхня біологічна активність, тобто здатність забезпечити прогнозований функціональний вплив на організм людини, а також технологічні параметри, які дозволяють отримати десертні кисломолочні продукти з певними фізико-хімічними і реологічними властивостями.

Вибір біологічно активних штамів лакто- та біфідокультур для виробництва молочних ферментованих десертних продуктів здійснювали з числа штамів, які знайшли широке використання при виробництві кисломолочних функціональних продуктів. Нами проведено дослідження лактобактерій, що культивуються на кафедрі харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету, для визначення штамів, які мають найбільшу здатність зброджувати лактозу, протеолітичну активність, стійкість до кухонної солі, фенолу та антибіотиків, а також дослідження, які пов'язані з визначенням оптимальних умов культивування молочнокислих бактерій при виробництві десертних ферментованих продуктів функціонального призначення (Tsisaryk et al., 2022).

Для цього використали штам *Lactococcus lactis ssp. lactis*, який широко застосовується при виробництві кисломолочних продуктів. Культивування молочнокислих бактерій проводили на стандартному рідкому середовищі. Облік результатів досліджень проводили шляхом вимірювання оптичної щільності рідких поживних середовищ залежно від часу культивування на фотоелектроколориметрі КФК-3 за загальноприйнятою схемою.

Результати визначення оптимальних умов вирощування мікроорганізмів залежно від рН і температури наведено у **табл. 1** та **табл. 2**.

Таблиця 1

Залежність росту *Lactococcus lactis ssp. lactis* від рН поживного середовища

рН	Кількість клітин мікроорганізмів, КУО10 ⁷ /1 см ³
5,5	275 ± 3,3
6,0	288 ± 23,2
6,5	475 ± 3,5
7,0	496 ± 26,0
7,5	450 ± 21,4
8,5	10 ± 4,5

Таблиця 2

Залежність росту *Lactococcus lactis ssp. lactis* від температури

Температура, °С	Кількість клітин мікроорганізмів, КУО 10 ⁷ в 1 см ³
32	203 ± 35,5
37	495 ± 7,1
40	461 ± 18,4
45	161 ± 18,4
50	19 ± 1,2

Таблиця 3

Характеристика властивостей досліджених штамів лактобактерій

Вид лактобактерій	Кількість штамів	Кількість споживаної лактози, %	Рівень кислотоутворення, °Т	Кількість життєздатних клітин у згустку
<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	3	17,2 ± 4,7	157,6 ± 2,1	8,9 ± 0,2
<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>	3	15,1 ± 6,5	100,8 ± 4,4	8,5 ± 0,2
<i>Lactobacillus casei</i>	3	9,4 ± 6,3	145,7 ± 1,3	8,6 ± 0,2
<i>Lactobacillus plantarum</i>	3	5,9 ± 2,6	127,2 ± 3,2	8,1 ± 0,2
<i>S. thermophilus</i>	3	38,0 ± 7,3	99,8 ± 1,4	8,3 ± 0,2
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3	45,3 ± 6,9	291,9 ± 3,3	8,6 ± 0,2
<i>L. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	3	40,5 ± 7,1	305,0 ± 5,1	8,4 ± 0,2

При дії ферменту β-галактозидази на молочний цукор утворюються біфідогенні продукти, які підвищують активність біфідобактерій і стимулюють їх розвиток. Наведені дані свідчать, що всі досліджені штами придатні до розвитку у молоці.

Аналізуючи кислотоутворюючу здатність дослідних штамів молочнокислих бактерій, варто зазначити, що лактококи і стрептококи характеризуються високим рівнем кислотоутворення, але лактобацили *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* і *Lactobacillus acidophilus* перевищують інші молочнокислі бактерії за рівнем кислотоутворення. За даними фахівців, штами молочнокислих стрептококів *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *S. thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* продукують

Результати свідчать, що найбільший ріст молочнокислих бактерій *Lactococcus lactis ssp. lactis* – при рН 7,0 і температурі 37...40 °С, мінімальний – при рН 8,5 і температурі 50 °С. Лактоза, що міститься у молоці, є основною поживною речовиною для мікроорганізмів закваски. Нами проведено скринінг молочнокислих бактерій, які оцінювали за такими показниками, як здатність зброджувати лактозу, рівень кислотоутворення та протеолітична активність.

Як поживне середовище використовували знежирене молоко, стерилізоване при температурі (121 ± 2) °С з витримкою (15 ± 5) хв. Енергію кислотоутворення визначали за накопиченням молочної кислоти методом титрування розчином лугу (Solomon, 2018).

Результати проведених досліджень найбільш поширених штамів молочнокислих бактерій за кількістю збродженої за 24 год лактози, рівнем кислотоутворення та кількістю життєздатних клітин мікроорганізмів наведено в **табл. 3**.

Серед досліджених нами штамів високий рівень споживання лактози спостерігається у *Lactobacillus acidophilus*, *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*, *S. thermophilus*, що узгоджується з літературними даними. Відомо, що найбільший лактозозброджуючий потенціал мають термофільні молочнокислі стрептококи, серед яких найвищою β-галактозидазною активністю володіє використаний нами штам *Str. thermophiles*. Фермент β-галактозидаза термофільного стрептокока найбільш активно гідролізує лактозу молока при рН 6,7. Стимулюють активність β-галактозидази катіони молока (Vlasenko et al., 2009).

переважно L(+) –молочну кислоту, яка є більш фізіологічно сприятливою для організму людини. Ацидофільні палички *Lactobacillus acidophilus* пригнічують шкідливу мікрофлору – сальмонели, стафілококи тощо внаслідок здатності продукувати антибіотики ацидофілія і лактоцидин, дія яких посилюється в присутності молочної кислоти (Tutelian & Smyrnova, 2014).

Оцінку протеолізу білків зазначеними молочнокислими бактеріями визначали за приростом кількості вільних амінокислот у плазмі після осадження білків молока 5,0 % розчином трихлороцтової кислоти щодо контролю – вмісту вільних амінокислот у стерилізованому молоці до процесу ферментації (**табл. 4**).

Таблиця 4
Протеолітична активність лактобактерій

Вид лактобактерій	Кількість досліджених штамів	Приріст вільних амінокислот у плазмі молока, %	
		циклічні	ациклічні
<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	3	15–85	17–58
<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>	3	1–35	(-3)–27
<i>Lactobacillus casei</i>	3	(-4)–16	98–175
<i>Lactobacillus plantarum</i>	3	45–60	101–187
<i>S. thermophilus</i>	3	(-24)–78	(-30)–115
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3	22–154	191–673
<i>L. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	3	98–147	180–710

Наведені в табл. 4 дані свідчать, що досліджені штами лактобактерій мають різну протеолітичну активність. За думкою фахівців, сумарна кількість вільних амінокислот, що міститься у продукті, залежить від процесів протеолітичного розщеплення білків молока, тобто вивільнення амінокислот і пептидів, та одночасного їх споживання в процесі розвитку молочнокислих культур. Найбільший приріст вільних амінокислот спостерігається при ферментації молока лактобактеріями видів *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* і *L. acidophilus* (Tutelian & Smyrnova, 2014).

Серед досліджених штамів лактобактерій присутні такі, що знижують кількість вільних амінокислот порівняно з початковим рівнем. Такі штами мікроорганізмів для розвитку у молоці потребують додаткового внесення азотовмісних сполук або сумісного використання з іншими молочнокислими культурами, які володіють значною протеолітичною активністю, такими як *L. acidophilus* або *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*. Результати проведених нами пошуків свідчать, що всі досліджені штами молочнокислих бактерій здатні розвиватися у молоці, мають високу активність до зброджування лактози та протеолізу білків молока. Значний вплив на життєздатність лакто- та біфідокультур, які надходять з молочними ферментованими продуктами до організму людини, має травна система. Тому поряд з визначенням кількості зродженої лактози здатністю до кислотоутворення і протеолітичною активністю молочнокислих бактерій оцінювалися нами за стійкістю до умов інгібіторів їх росту – шлункового соку, жовчі, фенолу, хлориду натрію та антибіотиків. Встановлено, що всі дослідні штами

лактобактерій мають стійкість до інгібіторів їх розвитку: кисло середовища, характерного для рН шлунку (рН 2,0), 40 % жовчі, 0,3 % розчину фенолу, 4,0 % кухонної солі, пеніциліну і стрептоміцину, фагочутливість їх перебуває на рівні 1,33 %. Враховуючи відомості щодо видового складу мікрофлори шлунково-кишкового тракту людини, а також досвід з використання чистих культур при виробництві продуктів спеціального призначення (Kryuchkova, 2009), нами для отримання симбіотичних систем і використання їх при створенні ферментованих десертних продуктів функціонального призначення були вибрані кілька штамів біфідобактерій – *Bifidobacterium bifidum* 791, *Bifidobacterium longum subsp. longum* B 379 M, *Bifidobacterium adolescentis* B-1. Проведено дослідження вказаних штамів біфідобактерій на стійкість до інгібіторів росту, а також їх технологічних властивостей за такими показниками, як активність ферментації молока, енергія кислотоутворення, активна кислотність після ферментації (рН), кількість життєздатних клітин у згустку. В роботі використали стерилізоване знежирене молоко, яке нагрівали до температури 40 °С, очищували, нагрівали до температури 65 °С, гомогенізували при тиску P = 15 МПа, стерилізували при температурі (121 ± 2) °С з витримкою (15 ± 5) хв, охолоджували до температури заквашування – (37 ± 1) °С і вносили закваску з чистих культур біфідобактерійу кількості 5,0 %, яка містить 1×10⁷ КУО/см³, та проводили ферментацію при температурі (37 ± 1) °С. Результати проведеної перевірки вибраних видів біфідобактерій на стійкість до інгібіторів росту наведені у табл. 5.

Таблиця 5
Стійкість досліджених штамів біфідобактерій до інгібіторів росту

Вид біфідобактерій	рН 2 од.	Ph 9 од.	40 % жовчі	0,4 % фенолу	4,5 % NaCl
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	+	+	+	+	+
<i>Bifidobacterium longum subsp.</i>	+	+	+	+	+
<i>Bifidobacterium adolescentis</i>	+	+	+	+	+

Примітка: “+” – позитивний результат, “-” – негативний результат

Нами встановлено, що дослідні штами біфідобактерій в процесі розвитку мають стійкість до високої концентрації жовчі, фенолу, низьких та високих показників рН, а також не утворюють каталазу і сірководень, не відновлюють нітрати і нітрити, не розріджують желатину. Враховуючи, що між штамами біфідобактерій можливий синергізм, внаслідок чого при їх

сумісному використанні можуть поліпшитися їх технологічні властивості, нами проведені дослідження з визначення можливості використання досліджених штамів біфідобактерій у консорціумі співвідношення 1:1:1 із вмістом біфідобактерій кожного штаму 1×10⁴ КУО/см³.

Дослідження технологічних властивостей вибраних штамів біфідобактерій та їх консорціуму проводили за такими показниками, як активність фермента-

ції молока, енергія кислотоутворення, активна кислотність після ферментації (рН), кількість життєздатних клітин у згустку (табл. 6).

Таблиця 6

Технологічні властивості дослідних штамів біфідобактерій

Вид біфідобактерій	Активність ферментації, год	Активна кислотність, рН	Енергія кислотоутворення за час ферментації	Кількість життєздатних клітин у згустку, Lg КУО/см ³
<i>B. bifidum</i>	49 ± 3	4,8 ± 0,2	63 ± 4	8,1 ± 0,2
<i>B. longum</i>	48 ± 5	4,8 ± 0,2	61 ± 2	7,9 ± 0,2
<i>B. adolescentis</i>	49 ± 4	4,7 ± 0,2	64 ± 3	7,8 ± 0,2
Консорціум	32 ± 2	4,7 ± 0,1	66 ± 3	8,9 ± 0,1

Результати експериментів показали, що всі досліджені штами біфідобактерій, а також їх консорціум, дуже повільно ферментують молоко і утворюють нещільні згустки з відокремленням сироватки. Отримані згустки мають низькі показники титрованої кислотності і рН. Це можливо пояснити тим, що при ферментації лактози, як встановлено рядом дослідників (Bukharin et al., 2018; Solomon & Bondar, 2018), біфідобактерії разом з молочною кислотою накопичують також оцтову кислоту (до 30...40 %), яка має значно вищий ступінь дисоціації, що призводить до зниження активної кислотності молока.

Іони водню, які утворюються внаслідок дисоціації молочної та оцтової кислот, приєднуються до вільних карбоксильних груп кислот і кислотних груп фосфорної кислоти казеїну, придушують їх дисоціацію, і тим самим знижують від'ємний заряд міцел казеїну. Під дією молочної і оцтової кислот відбувається дестабілізація міцели казеїну внаслідок відщеплення від казеїнат кальцій фосфатного комплексу і переходу у плазму фосфату кальцію та органічного кальцію, які є його структурними елементами. Фосфат кальцію під дією молочної і оцтової кислот переходить із нерозчинного стану у розчинний лактат кальцію. Таким чином отримані нами дані свідчать, що біфідобактерії здатні розвиватися в присутності лактози, накопичувати біомасу і знижувати активну кислотність молока.

Для визначення стійкості отриманого нами консорціуму біфідобактерій до несприятливих умов кислотності шлунку та залежно від тривалості зберігання готової продукції, опираючись на результати дослідів фахівців з визначення стійкості окремих видів біфідобактерій в умовах, наближених до шлунку (соляна кислота рН 2,0 і рН 3,0), а також в умовах зберігання готової продукції (молочна кислота рН 3,0 і рН 4), нами проведено дослідження з визначення життєздатності клітин отриманого консорціуму біфідобактерій до аналогічних несприятливих умов, використовуючи обрану фахівцями тривалість витримки: при використанні НС1 – 5,0 год, при використанні молочної кислоти – 24 год. Як контроль використали стерилізоване заквашене молоко (Solomon & Polevoda, 2019).

Дослідження показали, що кількість життєздатних клітин біфідобактерій консорціуму протягом 5 годин зберігання в присутності соляної кислоти поступово зменшується. Але варто зазначити, що порівняно з контролем кількість життєздатних клітин біфідобактерій консорціуму втрачається на рівні (%): протягом

першої години зберігання при рН 3,0 – 0, другої – 0,6, третьої – 1,7, четвертої – 2,5, п'ятої – 5,2; при рН 2,0 відповідно (Solomon et al., 2019). Втрати життєздатних клітин біфідобактерій у консорціумі після п'яти годин зберігання при рН 2,0 майже в 2 рази більші, ніж при рН 3,0.

Висновки

Отримані результати свідчать, що створення консорціумів з окремих штамів біфідобактерій дозволяє значно поліпшити технологічні властивості біфідобактерій, якщо при використанні окремих культур згустки утворювались через 48...49 годин, то при використанні консорціуму біфідобактерій термін утворення згустків скоротився до 28...32 годин, а кількість життєздатних клітин підвищується у середньому в 3...4 рази, що вказує на відсутність взаємного пригнічення використаних штамів біфідобактерій консорціуму, а також на те, що використані штами біфідобактерій у консорціумі стимулюють розвиток одне одного. При цьому органолептичні показники отриманих кисломолочних згустків не змінюються.

Отже, можна зробити висновок, що для розвитку чистих культур біфідобактерій необхідні біфідостимулюючі фактори, а також мікроорганізми, які здатні в процесі життєдіяльності збагатити поживне середовище доступними для них азотистими та іншими поживними речовинами.

Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bukharin, O. V., Ivanova, E. V., Perunova, N. B., & Nikiforov, I. A. (2018). Functional groups of the bifidoflora of the intestinal microbiota in human associative symbiosis. *Journal microbiol*, 1, 3–9.
- Hachak, Y., Guttyj, B., Nagovska, V., Slyvka, N., & Ilnytska, A. (2018). Development of recipoces 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.

- 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. [Functional products] (in Ukrainian).
- Katz, G., Merin, U., Bezman, D., Lavie, S., Lemberskiy-Kuzin, L., & Leitner, G. (2016). Real-time evaluation of individual cow milk for higher cheese-milk quality with increased cheese yield. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4178–4187. DOI: 10.3168/jds.2015-10599.
- Kochetkova, A. A. (2013). Current aspects of technical regulation in the field of healthy food. *Milk processing*, 10, 6–8.
- Kryuchkova, V. V. (2009). Prebiotics in functional fermented milk products. *Dairy industry*, 7, 54–55.
- Melnyk, O., Nemirich, O., Gavrish, A., & Gavrilenko, P. (2019). Technological aspects of production of cream cheese with spinach powder. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(91), 157–161. DOI: 10.32718/nvlvet-f9126.
- Musiy, L., Tsisaryk, O., Slyvka, I., & Jeremica, N. (2020). Use of stevia in yoghurt technology. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 22(94), 55–60. DOI: 10.32718/nvlvet-f9411.
- Musiy, L., Tsisaryk, O., Slyvka, I., Mykhaylytska, O., & Gutyj, B. (2017). Research into probiotic properties of cultured butter during storing. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3, 11(87), 31–36. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.103539.
- Nagovska, V., Hachak, Y., Gutyj, B., Bilyk, O., & Slyvka, N. (2018). Influence of milk thistle shot on quality parameters of the sour-milk beverage. *EUREKA: Life Sciences*, 4, 3–12. DOI: 10.21303/2461-4262.2018.00672.
- Nagovska, V., Hachak, Y., Gutyj, B., Bilyk, O., & Slyvka, N. (2018). Influence of wheat bran on quality indicators of a sour milk beverage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(11(94)), 28–35. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.140093.
- Naumenko, O. V. (2015). Research of interaction between lactobacteria and phage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 17(1), 68–72. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/food/article/view/3288>.
- 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.
- Solomon, A. (2023). The role of bifidobacteria in the production of functional products. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(99), 20–26. DOI: 10.32718/nvlvet-f9904.
- Solomon, A. M. (2018). Selection and justification of functional bifidostimulating ingredients for fermented dessert product]. *Collection of scientific papers “Topical issues of processing meat and dairy raw materials”*, 12, 62–71.
- 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 (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., & Polevoda, Yu. A. (2019). Probiotyky i yikh rol' u vyrobnytstvi kyslomolochnykh produktiv spetsial'noho pryznachennya. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*, 3(106), 56–65 (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., Novhorodska, N. V., & Bondar, M. M. (2019). Molochni desertni 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.
- Tsisaryk, O., Musii, L., Dronyk, G., Drach, M., & Slyvka, I. (2022). Development of kefir technology with celery pure. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(98), 57–64. DOI: 10.32718/nvlvet-f9811.
- Tsisaryk, O., Slyvka, I., & Musiy, L. (2017). Screening of technological properties of natural strains of lactic acid bacteria. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(80), 88–92. DOI: 10.15421/nvlvet8018
- Tutelian, V. A., & Smyrnova, E. A. (2014). The role of food micro-ingredients in the creation of modern food. *Food ingredients in the creation of modern food*, 10–24.
- 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-f10007
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.146.34

Study of the influence of vitamins on the fermentation process in the production of yogurt

N. V. Bolgova[✉], S. O. Huba, V. V. Sokolenko, A. K. Mazhara

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Article info

Received 03.07.2023
Received in revised form
07.08.2023
Accepted 08.08.2023

Sumy National Agrarian University,
G.Kondratieva Str., 160,
Sumy, 40021, Ukraine.
Tel.: +38-097-291-88-71.
E-mail:
natalia.bolhova@snau.edu.ua

Bolgova, N. V., Huba, S. O., Sokolenko, V. V., & Mazhara, A. K. (2023). Study of the influence of vitamins on the fermentation process in the production of yogurt. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 43–46. doi: 10.32718/nvlvet-f10007

The development of the technology of vitaminized dairy products remains a relevant topic for research, because dairy products are included in the daily diet of both children and adults, so the use of such products can reduce the number of cases of hypovitaminosis, both seasonal and general. The purpose of the study is to investigate the effect of introduced ready-made vitaminized complexes on the fermentation process of milk mixtures during the production of yogurt. The article presents the results of studies conducted to determine the effect of vitamins A, D, E, C on the fermentation process of milk mixtures during the production of yogurt, which were added to the milk mixture in order to increase the biological value of the finished product. Fermentation is an important stage in the production of yogurt. To study the influence of added preparations of vitamins A, D, E, C on the fermentation process during the production of yogurt, 2 samples were chosen: "control" – a milk mixture for yogurt pasteurized at 90...92 °C without aging with the addition 5 % sugar. The "experimental" sample is a milk mixture for yogurt with the addition of 5 % sugar, pasteurized at 90...92 °C without aging, with the addition of vitamin preparations. Fermentation processes are influenced by the composition and dose of primary inoculation of sourdough cultures, physicochemical parameters of raw milk, additives included in the normalized mixture, as well as technological process parameters. Vitamins added to the milk mixture during the production of yogurt can affect the fermentation process of the milk mixture and the quality indicators of the finished product during storage. Thus, the task arose to investigate the effect of added preparations of vitamins A, D, E, C on the fermentation process, and to substantiate the fermentation regimes for the production of vitaminized yogurt. As a result of the conducted research, it was determined that vitamin preparations added to the milk mixture before heat treatment did not significantly affect the intensity of acid formation and gel formation. There is also no influence on the development of lactic acid microorganisms that were part of the sourdough, which is confirmed by the results of microbiological studies of the finished product. So, the fermentation parameters of milk mixtures for the production of fortified yogurt are as follows: temperature – (40 ± 2) °C, duration of fermentation – 5.5...6 hours. It has been established that the introduction of a vitaminized complex (A, D, E, C) into the yogurt recipe does not require significant changes in the technological process and equipment line. The content of viable lactic acid bacteria in the developed product is $4.0 \pm 0.5 \cdot 10^7$ CFU/g, and there are no Coliforms, which meets regulatory requirements.

Key words: fermentation, yogurt, vitamins, biological value, food safety, technology, quality indicators, microorganisms.

Дослідження впливу вітамінів на процес ферментації при виробництві йогурту

Н. В. Болгова[✉], С. О. Губа, В. В. Соколенко, А. К. Мажара

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Розробка технології вітамінізованих молочних продуктів залишається актуальною темою для досліджень, адже молочні продукти входять до щоденного раціону як дітей, так і дорослих, тому вживання таких продуктів може зменшити кількість випадків гіповітамінозів як сезонного, так і загального характеру. Метою дослідження є дослідження впливу внесених вітамінізованих комплексів на процес ферментації молочних сумішей при виробництві йогурту. В статті подані результати проведених досліджень з визначення впливу вітамінів А, D, E, С на процес ферментації молочних сумішей при виробництві йогурту, що були внесені в молочну суміш з метою підвищення біологічної цінності готового продукту. Важливим етапом при виробництві йогурту є сквашування. Для дослідження впливу внесених препаратів вітамінів А, D, E, С на процес ферментації при виробництві йогурту було обрано 2 зразки: “контрольний” – суміш молочна для йогурту пастеризована при 90...92 °С без витримки з додаванням 5 % цукру. Зразок “експериментальний” – суміш молочна для йогурту з додаванням 5 % цукру пастеризована при 90...92 °С без витримки з додаванням препаратів вітамінів. На процеси ферментації впливає склад та доза первинної інокуляції заквасочних культур, фізико-хімічні показники молока-сировини, добавки, що входять до нормалізованої суміші, а також параметри технологічного процесу. Внесені до молочної суміші вітаміни при виробництві йогурту можуть вплинути на процес ферментації молочної суміші та на показники якості готового продукту під час зберігання. Таким чином, постало завдання дослідити вплив внесених препаратів вітамінів А, D, E, С на процес ферментації та обґрунтувати режими сквашування для виробництва йогурту вітамінізованого. В результаті проведених досліджень визначено, що вітамінні препарати, які вносили в молочну суміш перед термічною обробкою суттєво не вплинули на інтенсивність кислотоутворення та гелеутворення. Вплив на розвиток молочнокислих мікроорганізмів, що входили до складу закваски, також відсутній, що підтверджується результатами мікробіологічних досліджень готового продукту. Отже, параметри ферментації молочних сумішей для виробництва вітамінізованого йогурту такі: температура – 40 ± 2 °С, тривалість ферментації – 5,5...6 годин. Встановлено, введення до рецептури йогурту вітамінізованого комплексу (А, D, E, С) не вимагає суттєвих змін технологічного процесу та апаратурної лінії. Вміст життєздатних молочнокислих бактерій у розробленому продукті становить 4,0 ± 0,5·10⁷ КУО/г, а БГКП відсутні, що відповідає нормативним вимогам.

Ключові слова: ферментація, йогурт, вітаміни, біологічна цінність, безпека харчових продуктів, технологія, показники якості, мікроорганізми.

Вступ

Загальним терміном “Вітаміни” називають групу біологічно активних харчових речовин, які майже не утворюються в організмі та мають важливе значення для регулювання життєдіяльності. При недостатньому надходженні з їжею одного або відразу декількох вітамінів розвиваються такі стани організму, які називають гіповітамінози (Zubar, 2018). Гіповітамінози особливої актуальності набувають в зимово-весняний період, що пояснюється зниженням вмісту вітамінів у фруктово-овочевій продукції (Pavlotska et al., 2017) та з одночасним підвищенням цін, зниженням рівня купівельної спроможності (Kyrychenko, 2023).

Нестача вітаміну С відчувається найбільше, адже аскорбінова кислота не накопичується в організмі, вона термолабільна і використовується організмом у значних кількостях, особливо для відновлення клітин організму, пошкоджених в результаті захворювань. Вітамін С володіє антиоксидантною і регенераційною властивістю, а також бере участь у процесах кровотворення (Gorobets, 2019). Причин виникнення гіповітамінозу вітаміну А може бути декілька, від неправильного раціону харчування, з різким дефіцитом тваринних продуктів, до порушення процесів всмоктування жирів. Наслідком нестачі вітаміну А можуть бути важкі порушення багатьох органів і систем, особливо органів зору (Gorobets, 2019; Combet & Buckton, 2019). В умовах сучасного життя знизилась тривалість перебування як дорослих, так і дітей на свіжому повітрі, що призводить до недостатності вітаміну D, яка проявляється в безсонні, дратівливості та може призвести до порушень засвоєння кальцію, що особливо небезпечно для організму що росте (Komisarenko, 2013; Balatska, 2013). Вітамін Е – антиоксидант, нестача токоферолів призводить до руйнування еритроцитів, порушення окисно-відновних процесів, впливає на репродуктивну функцію (Galli et al., 2017).

Для насичення організму вітамінами є низка різноманітних фармацевтичних харчових добавок. Проте дослідження доводять, що всмоктування вітамінів з продуктів харчування відбувається ефективніше, ніж з препаратів (Wardlaw et al., 2010; Nicoteri, 2016). В останні роки є тенденція до розробки та випуску вітамінізованих харчових продуктів (Leskauskaite et al., 2016; Oshchypok & Onyshko, 2019; Bolhova et al., 2021; Samilyk et al., 2023). Розробка технології вітамінізованих молочних продуктів залишається актуальною темою для досліджень, адже молочні продукти входять до щоденного раціону як дітей, так і дорослих, тому вживання таких продуктів може зменшити кількість випадків гіповітамінозів як сезонного, так і загального характеру (Pavlotska et al., 2017; Zubar, 2018; Woźniak et al., 2022; Bolgova & Samokhina, 2023; Samilyk et al., 2023).

Мета дослідження

Дослідити вплив внесених вітамінізованих комплексів на процес ферментації молочних сумішей при виробництві йогурту. Таким чином, постало завдання дослідити вплив внесених вітамінів А, D, E, С на процес ферментації та обґрунтувати режими сквашування для виробництва йогурту вітамінізованого.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалами дослідження був вітамінізований комплекс (А, D, E, С), йогурт з класичною технологією (Kitchenko et al., 2017). Для дослідження впливу внесених препаратів вітамінів А, D, E, С на процес ферментації при виробництві йогурту було обрано 2 зразки: “контрольний” – суміш молочна для йогурту, пастеризована при 90...92 °С без витримки з додаванням 5 % цукру. Зразок “експериментальний” – суміш молочна для йогурту з додаванням 5 % цукру, пастеризована при 90...92 °С без витримки, з додаванням

препаратів вітамінів у кількостях: 0,0057 % препарату вітаміну С, аскорбінової кислоти порошок 1000 мг/г, 0,0024 % препарат вітаміну Е, альфа-токоферолу ацетат розчин олійний 300 мг/мл, 0,00157 % препарат вітаміну А, ретинолу ацетат розчин олійний 34,4 мг/мл, 0,004 % препарат вітаміну D₃, холекальциферол розчин олійний 0,375 мг/мл.

При виконанні досліджень активну кислотність визначали потенціометричним методом за ДСТУ 8550:2015 за допомогою приладу Apera Instruments PH8500-DP, температуру – за ДСТУ 6066:2008, титровану кислотність зразків визначали методом титрування підготовленої проби 0,1н розчином гідроксиду натрію до нейтралізації розчину за зміною індикатора 1 % спиртового розчину фенолфталеїну, умовну в'язкість згустку – за тривалістю витікання 100 см³ згустку з піпетки з вихідним отвором 5 мм. Кількість життєздатних молочнокислих бактерій визначали згідно з ДСТУ 7999:2015, кількість бактерій групи кишкових паличок згідно з ДСТУ 7357:2013.

Результати та їх обговорення

Технологічна схема виробництва йогурту з вітамінами передбачає технологічні процеси, які згарантують безпечність та якість готового продукту, а отже його відповідність фізико-хімічним та мікробіологічним показникам згідно з ДСТУ 4343:2004.

Зразки підготовлених молочних сумішей для йогурту піддавали температурному обробленню, охолоджували до 40 ± 2 °C та заквашували закваскою прямого внесення YC-X11 фірми "CHR. Hansen", до складу якої входять термофільні культури *Lactobacillus delbruckii subsp. Bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus*. Ферментацію здійснювали при температурі 40 ± 2 °C протягом 6 год. У процесі ферментації зразків досліджували активність кислотоутворення в згустках, за змінами активної (рис. 1, б) й титрованої кислотності (рис. 1, а). В готовому продукті визначали мікробіологічні показники: кількість життєздатних молочнокислих бактерій, кількість бактерій групи кишкових паличок.

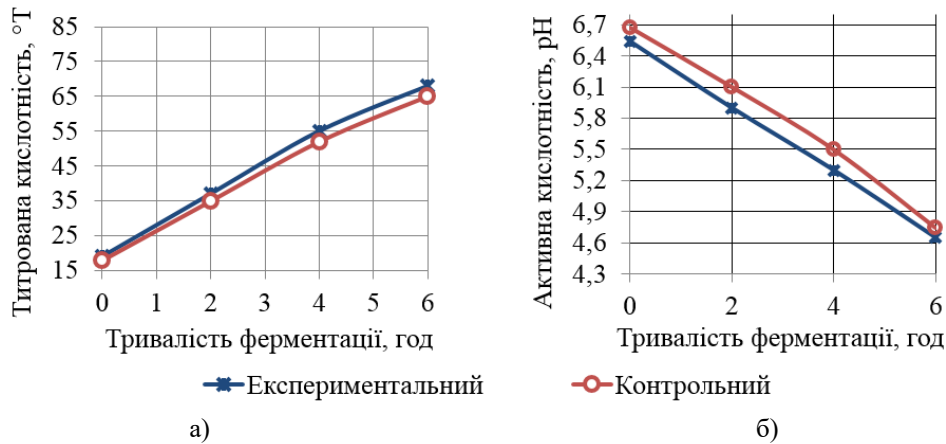


Рис. 1. Зміна титрованої (а) й активної (б) кислотності зразків у процесі ферментації пастеризованих сумішей для йогурту

Рівень в'язкості обох зразків змінюється приблизно однаково (рис. 2): величина умовної в'язкості сквашених зразків коливається у межах 63...65 с.

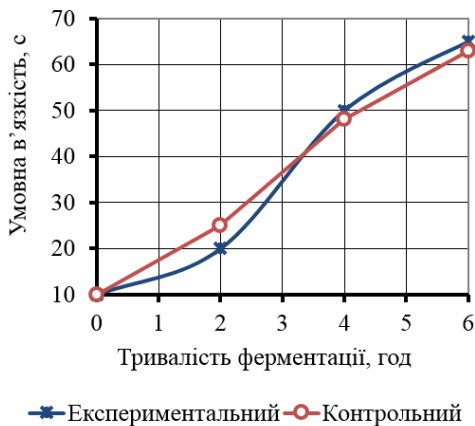


Рис. 2. Зміна умовної в'язкості зразків у процесі ферментації пастеризованих сумішей для йогурту

Тож внесений вітамінний комплекс не впливає на процес ферментації, а отже технологічний процес корекції технологічних параметрів не потребує.

Для визначення життєздатних молочнокислих бактерій у сквашених згустках після закінчення технологічного процесу проводили за допомогою чашкового методу, посівом на спеціальне селективне середовище з подальшим культивуванням при $t 40 \pm 1$ °C протягом 72 годин.

Концентрація життєздатних клітин лактококів у контрольному зразку йогурту складає $8,0 \pm 0,5 \cdot 10^6$ КУО/г, у експериментальному – $4,0 \pm 0,5 \cdot 10^7$ КУО/г.

Визначення БГКП у 0,01 г як експериментального, так і контрольного зразків йогурту дало негативний результат, що свідчить про відсутність БГКП у досліджуваній масі продукту.

Висновки

Отже, параметри ферментації молочних сумішей для виробництва вітамінізованого йогурту такі: тем-

пература – 40 ± 2 °C, тривалість ферментації – 5,5...6 годин. Встановлено, введення до рецептури йогурту вітамінізованого комплексу (А, D, Е, С) не вимагає суттєвих змін технологічного процесу та апаратурного забезпечення. Вміст життєздатних молочнокислих бактерій у розробленому продукті становить $4,0 \pm 0,5 \cdot 10^7$ КУО/г, а БГКП відсутні, що відповідає нормативним вимогам.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Balatska, N. I. (2013). Defitsyt vitaminu D u naselennia Ukrainy ta chynnyky ryzyku yoho rozvytku. *Visnyk naukovykh doslidzhen*, 1, 37–40. DOI: 10.11603/2415-8798.2013.1.5697 (in Ukrainian).
- Bolgova, N. V., & Samokhina, E. A. (2023). Study of the quality indicators of sour-dairy beverages with the use of quinoa flour. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Mechanization and Automation of Production Processes*, 1(51), 9–13. DOI: 10.32782/msnau.2023.1.2 (in Ukrainian).
- Bolgova, N., Samilyk, M., Nazarenko, J., & Sokolenko, V. (2021). Technology for the production of lactose-free yogurt in compliance with the principles of the HACCP system. *Taurida Scientific Herald. Series: Technical Sciences*, 4, 33–46. DOI: 10.32851/tnvtech.2021.4.4 (in Ukrainian).
- Combet, E., & Buckton, C. (2019). Micronutrient deficiencies, vitamin pills and nutritional supplements. *Medicine*, 47(3), 145–151. DOI: 10.1016/j.mpmed.2018.12.004.
- Galli, F., Azzi, A., Birringer, M., Cook-Mills, J. M., Eggersdorfer, M., Frank, J., Cruciani, G., Lorkowski, S., & Ozer, N. K. (2017). Vitamin E: Emerging aspects and new directions. *Free Radic. Biol. Med*, 102, 16–36. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2016.09.017.
- Gorobets, A. O. (2019). Vitamins and microelements as specific regulators of physiological and metabolic processes in the body of children and adolescents. *Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics*, 4(80), 75–92. DOI: 10.15574/PP.2019.80.75 (in Ukrainian).
- Kitchenko, L. N., Nazarenko, J. V., Okunevska, S. O., & Tsyhura, V. V. (2017). Ways of extension for yogurt expiry dates. *Ukrainian scientific & technical journal “Technology, energy, transport of agricultural industry”*, 2(97), 56–58 (in Ukrainian).
- Komisarenko, Yu. I. (2013). Vitamin D ta yoho rol u rehuliatcii metabolichnykh rozladiv. *Liky Ukrainy*, 4, 51–54 (in Ukrainian).
- Kyrychenko, A. (2023). Vitaminnyi zapas: chy prynese vesna podorozhchannia ta nestachu ovochiv i fruktiv. UNIAN. URL: <https://www.unian.ua/economics/agro/zrostannya-cin-neminuche-chi-prynese-vesna-podorozhchannya-ta-nestachu-ovochiv-i-fruktiv-12125064.html> (in Ukrainian).
- Leskauskaitė, D., Jasutiene, I., Malinauskaitė, E., Kersiene, M., & Matusевичius, P. (2016). Fortification of dairy products with vitamin D₃. *Int J Dairy Technol*, 69, 177–183. DOI: 10.1111/1471-0307.12242.
- Nicoteri, J. A. (2016). Food-drug interactions: Putting evidence into practice. *Nurse Pract*, 41(2), 1–7. DOI: 10.1097/01.NPR.0000476374.12244.0a.
- Oshchypok, I. M., & Onyshko, L. Y. (2019). Enrichment of food raw materials with ingredients for the creation of healthy eating. *Herald of LUTE. Technical sciences*, 22, 44–51. DOI: 10.36477/2522-1221-2019-22-08 (in Ukrainian).
- Pavlotska, L. F., Dudenko, N. V., & Yevlash, V. V. (2017). Fizioloheia kharchuvannia. *Pidruchnyk. Kh.: KhDUKhT, Svit knyh* (in Ukrainian).
- Samilyk, M., Qin, Xuanxuan, & Bolgova, N. (2023). Expanding the range of ferrous milk drinks with ingreased biological value. *Scientific Bulletin of the Tavria State Agrotechnological University*, 12(1), 11. DOI: 10.31388/sbtsatu.v12i1.293 (in Ukrainian).
- Samilyk, M., Tsyruyluk, R., & Voronenko, N. (2023). Application of carrot powders for fortification of dairy products. *Scientific Bulletin of the Tavria State Agrotechnological University*, 13(2). DOI: 10.31388/sbtsatu.v13i2.423 (in Ukrainian).
- Wardlaw, G. M., Smith, A. M., & Lindeman, A. K. (2010). *Contemporary Nutrition: A Functional Approach. Volume 2* McGraw-Hill; New York, NY, USA.
- Woźniak, D., Cichy, W., Dobrzyńska, M., Przystawski, J., & Drzymała-Czyż, S. (2022). Reasonableness of Enriching Cow’s Milk with Vitamins and Minerals. *Foods*, 11, 1079. DOI: 10.3390/foods11081079.
- Zubar, N. M. (2018). *Osnovy fizioloheii ta hihieny kharchuvannia: Pidruchnyk. K.: Vydavnychiy dim “Kondor”* (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-f10008
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.54:365.82

Peculiarities of the use of mushrooms *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* and effect on the quality and microstructure of chicken batter

I. I. Bandura¹✉, S. M. Sabadash²

¹Dmytro Motornyi Tavria Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine

²Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Article info

Received 11.07.2023
Received in revised form
14.08.2023
Accepted 15.08.2023

Dmytro Motornyi Tavria
Agrotechnological University,
Zhukovsky Str., 66, Zaporizhzhia,
69600, Ukraine.
Tel.: +38-099-711-36-79
E-mail: eshkina97@gmail.com

Sumy National Agrarian University,
G.Kondratieva Str., 160,
Sumy, 40021, Ukraine.

Bandura, I. I., & Sabadash, S. M. (2023). Peculiarities of the use of mushrooms *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* and effect on the quality and microstructure of chicken batter. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 47–52. doi: 10.32718/nvlvet-f10008

The low energy density and healthier ingredients can replace some or all of the fat in emulsified meat products according to some studies. Meat products with low fat content are the major trends in developing healthier meat products. Attention is drawn that the animal fat is essential for emulsified meat products to enhance the stability, flavor, cooking yield, and texture. As can be noted that compound fat substitutes, such as vegetable protein and carrageenan, vegetable oil and vegetable fibre, cellulose, and water, improved texture better than single fat substitutes. Nevertheless, the character of the emulsified meat product will eventually decrease as the amount of animal fat is reduced. The combination of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* mushrooms was employed as a fat substitute to replace the pork-back fat in chicken batters in order to create low-fat chicken products. The microstructure, color, texture, and water holding capability of chicken batters were examined. According to the findings, the combination of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* enhanced the cooking yield, texture, water holding capacity, redness, and yellowness of chicken batters, while lowering their brightness. The greatest quality and a compact, uniform, and continuous microstructure were seen in the chicken batters when *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* at a ratio of 1:1 substituted 40 % pork-back fat. To summarize, *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* are a viable fat alternative in the production of low-fat chicken products.

Key words: mushrooms, *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, meat, chicken, soybean oil, fat substitute, quality, microstructure.

Особливості застосування грибів *Agaricus bisporus* та *Pleurotus ostreatus* і вплив на якість та мікроструктуру курячого фаршу

I. I. Бандура¹✉, С. М. Сабадаш²

¹Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна

²Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Згідно з деякими дослідженнями, знижена енергетична цінність і внесення ряду сировинних компонентів можуть замінити частину або весь жир у м'ясних продуктах із емульсійною структурою. На сьогодні м'ясні продукти з низьким вмістом жиру є основними тенденціями у розробці продукції для здорового харчування. Варто звернути увагу на те, що тваринний жир необхідний для м'ясних продуктів із емульсійною структурою для підвищення стабільності, смаку, ефективності приготування та текстури. Зокрема, такі багатоконпонентні заміники жиру, як рослинний білок і карагенан, рослинна олія і рослинна клітковина, целюлоза і вода поліпшують консистенцію помітніше, ніж одноконпонентні заміники жиру. Однак властивості емульгованого м'ясного продукту з часом змінюються у зв'язку зі зниженням кількості тваринного жиру в системі. Використовувались комбінації грибів *Agaricus bisporus* і *Pleurotus ostreatus* для заміни свинячого жиру в курячому фарші та для створення нежирних курячих продуктів. Було вивчено мікроструктуру, колір, консистенцію та водоутримувальну здатність курячого фаршу. Відповідно до результатів дослідження – поєднання *Agaricus bisporus* і *Pleurotus ostreatus* підвищило вихід, консистенцію, водоутримувальну здатність, колірні характеристики курячого фаршу, одночасно зменшивши їхню

яскравість. Найвищу якість і компактну, рівномірну та суцільну мікроструктуру спостерігали в курячому фарші, коли *Agaricus bisporus* і *Pleurotus ostreatus* у співвідношенні 1:1 замінили 40 % свинячого жиру. Тож доходимо висновку, що *Agaricus bisporus* і *Pleurotus ostreatus* є прийнятною альтернативою жиру у виробництві нежирних курячих продуктів.

Ключові слова: гриби, *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, м'ясо, курка, соєва олія, заміна жиру, якість, мікроструктура.

Introduction

Health issues become increasingly relevant as civilization develops. Fat, as one of the three major nutrients in food, provides the human body with the nutrients it requires; however, excessive fat consumption may result in hypertension, myocardial infarction, and other serious illness, as well as metabolic syndrome and additional illnesses in obese individuals (Zeng et al., 2019; Whisner et al., 2019; Li et al., 2021; Podadera-Herrerros et al., 2022). As a result, many kinds of low-calorie, low-fat foods have emerged, rapidly becoming the mainstream of food development in the future. However, as fat plays a large role in the physical characteristics of food – such as appearance, flavor, texture – during food processing, its reduction or removal will significantly ($P < 0.05$) lower the quality of the meal (Ceron-Guevara et al., 2020). Given this, a key development trend in the manufacturing of low-fat food products has emerged, demonstrating enormous growth potential.

The *Agaricus Bisporus* (*Ab*) and *Pleurotus ostreatus* (*Po*) mushrooms are low in calories and fat and high in protein, vitamins, dietary fiber, amino acids, and minerals (Çağlarırnak, 2009; Qing et al., 2021). Numerous studies have shown that proteins and dietary fibers play a role in the development of the gel system of meat batters. As a result, *Ab* and *Po* mushrooms ought to be excellent fat substitutes (Ceron-Guevara et al., 2019, 2020, 2021).

Chicken products are among the most popular emulsified meat products in the world. A typical chicken sausage contains 20–35 % fat (Varga-Visi & Toxanbayeva, 2017), which is essential for the water holding capacity, cooking yield, color, and textural features of emulsified meat products (Sorapukdee et al., 2019). In this study, *Ab* and *Po* mushrooms were combined for the first time to replace fat in chicken batters, and the effect of this compounding on the quality and microstructure of chicken batters was examined to determine the ideal ratio of fat replacement. The findings of this research can serve as a guide for the creation of low-fat chicken products.

Aim of this research

In this study was investigated the effect of mushrooms *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* as fat substitutes in the production of chicken butters. It was determining the cooking yield, water holding capacity, color, texture, microstructure of chicken butters.

Materials and methods

Fresh chicken breast meat, pork-back fat, *Agaricus bisporus* (*Ab*) mushroom, *Pleurotus ostreatus* (*Po*) mushroom, sugar, white pepper powder, sodium polyphosphate were obtained from supermarket. Ethanol, tertbutanol, glutaraldehyde and trichloromethane were all analytically pure grade.

Preparation of *Ab* and *Po* mushrooms powder.

Fresh *Ab* and *Po* mushrooms were first washed with water to remove the surface dirt and were then cut into slices with a thickness of 3mm and placed in an electrothermal blowing dry oven to dry for 12h at 45°C, so that the moisture content of the mushrooms was below 7 %. Then the dried *Ab* and *Po* were ground and sieved with 120-mesh sieve to obtain *Ab* powder and *Po* powder.

Pre-treatment of chicken and pork-back fat.

Excess fat and connective tissue of fresh chicken breasts, as well as the excess connective tissue of pork-back fat, were both taken away before chicken breasts and pork-back fat were ground separately for 1 min using a grinder with a 6 mm perforated plate, and then packed in vacuum bags, respectively. They were then kept at -40 °C.

Preparation of chicken batters.

The chicken and pork-back fat were taken out and thawed in the refrigerator at 4 °C. There are three steps to making meat batters. First, chicken, salt, tripolyphosphate and 1/3 of ice water were mixed in a cutter bowl for 30 s with a pause of 3 min. Second, pork-back fat, *Ab* and *Po* mushrooms powder, white pepper powder, sugar and 1/3 of ice water were added and mixed for 2 min, with a pause of 3 min. Third, the remaining 1/3 of ice water was added and mixed for 1 min. The process of preparing the meat batters was kept the same in all experimental treatments. Five treatments were made according to the recipe in Table 1.

Table 1

Recipe for preparing chicken batters

Treatment	CK	8:1	4:1	2:1	1:1
Chicken/g	120	120	120	120	120
Pork-back fat/g	40	31	30	28	24
Ice water/ml	40	40	40	40	40
<i>Ab</i> mushroom/g	0	8	8	8	8
<i>Po</i> mushroom/g	0	1	2	4	8
NaCl/g	4	4	4	4	4
Sodium polyphosphate /g	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Sugar/g	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
White pepper /g	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Cooking yield of chicken batters. According to Choe et al. (Choe & Kim, 2019) with a slight modification, the chicken batters was placed into a centrifuge tube, which was then centrifuged for 10min at 500 g centrifugal force. Next, the centrifuge tube was placed into a water bath for 30 min at a temperature of 80 °C. After the water bath was completed, the tube was immersed in ice water for 20 min. The cooked chicken batters was taken out and removed the water from the gel surface with filter paper. Then the cooked chicken batters was weighed. The ratio of the weights of the chicken batters after and before cooking was the cooking yield. For each formulation, the measurement was performed three times.

Water holding capacity (WHC) of chicken batters. According to the method of Wang et al. (2021) with a slight modification, 5 g cooked meat batters were wrapped in filter paper and then placed in a centrifuge tube to centrifuge at 8000 r/min for 10 min. After centrifugation, the filter paper was removed. Next, the meat batters were weighed. The ratio of the weight after and before centrifugation was water holding capacity. For each formulation, the measurement was performed three times.

Color of chicken batters. According to the method of Zahari et al. (2020) with a slight modification, cooked meat batters was prepared according to method 2.2.4 and then cut into 25mm in diameter and 20 mm in height to ensure that the cut surface was flat. The color of the meat batters was determined by using a color difference meter at room temperature. The L* value (brightness), a* value (red degree) and b* value (yellow degree) of the meat batters was respectively determined by using the white board after zero adjustment. For each formulation, the measurement was performed five times.

Texture profile analysis (TPA) of chicken batters. According to the method of Li et al. (2020) with a slight modification, the cooked meat batters was cut into a cylinder with a height of 20 mm and a diameter of 25 mm. The springiness, hardness, cohesiveness and chewiness

were measured with a texture analyzer. The measurement parameters were as follows: P36R probe, pre-test speed 2.0 mm/s, test speed 2.0 mm/s, post-test speed 5.0 mm/s, compression ratio 50 %, time 5s, trigger type automatic, trigger force 5.0 g. For each formulation, the measurement was performed five times.

Microstructure of chicken batters. According to the method of Nan et al. (2021), the cooked meat batters obtained from CK group and 1:1 group were cut into small cubes with side length of 2mm and soaked overnight with 2.5 % glutaraldehyde (pH 6.8). First, the samples were washed for 3 times with phosphoric acid buffer of 0.1 mol/L pH 6.8 for 15 min each time, and then dehydrated with 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % ethanol for 15 min respectively. Then, the samples were dehydrated for 3 times with anhydrous ethanol for 10 min each time. Then, the samples was defatted with chloroform for 1h, and replaced with anhydrous ethanol: tert-butanol (1:1), and tert-butanol were once for 15min respectively. Finally, after vacuum drying, the surface of the samples were sprayed with gold, and then the microstructure were observed by scanning electron microscopy.

Statistical analysis. Using SPSS 20.0 (IBM) statistical software, the one-way ANOVA and means comparison test (Duncan) were performed to investigate the influence of the various formulations, and the significant threshold was established at 5 %. The data was presented in the form of mean ± standard deviation.

Results and discussion

Effect of *Ab* and *Po* mushroom on CY of chicken batters. The CY of chicken batters was the lowest in the control group, and the CY of chicken batters was significantly improved by adding *Ab* and *Po* mushroom as fat substitutes ($P < 0.05$). The best ratio of *Ab* and *Po* mushroom was 1:1. This result may be related to the strong water absorption properties of *Ab* and *Po* mushroom (Nan et al., 2022).

Table 2

Cooking loss of chicken batters

Treatments	CK	8:1	4:1	2:1	1:1
CY /%	94.03 ± 0.75c	96.09 ± 1.20b	96.23 ± 1.11b	96.64 ± 1.31b	98.33 ± 1.25a

a–c Means within a line with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

Effect of *Ab* and *Po* mushroom on WHC of chicken batters. As can be seen from Table 3, contrary to expectation, WHC in the 8:1, 4:1 and 2:1 treatment groups was not significantly different from CK ($P > 0.05$). WHC of 1:1 treatment groups was significantly higher than CK ($P < 0.05$). By comparing with the results of CY

value, it is speculated that mushroom powder may exist mainly in the form of physical filling in the meat gel. The ash in mushrooms may be the reason why their WHC does not increase significantly ($P > 0.05$) (Kurt & Genççelep, 2018).

Table 3

WHC of chicken batters

Treatments	CK	8:1	4:1	2:1	1:1
WHC /%	78.20 ± 0.84b	77.83 ± 0.44b	78.63 ± 0.72b	79.27 ± 0.71b	80.35 ± 0.23a

a–bMeans within a line with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

Effect of *Ab* and *Po* mushroom on Color of chicken batters. As can be seen from Table 4, the addition of mushroom powder significantly reduced the L* value of meat batters ($P < 0.05$), but there was no significant difference between the four treatments ($P > 0.05$), which may be related to Browning during the drying process of mushroom powder. The addition of mushroom powder significantly increased the a* value of meat batters ($P < 0.05$), and the more *Po* powder was added, the smaller the

a* value was. This may be because *Po* mushroom powder has a smaller redness compared with *Ab*. Adding mushroom powder significantly increased the b* value of meat batters ($P < 0.05$). With the addition of mushroom powder, the b* value of meat batters increased significantly ($P < 0.05$), which may be related to the higher yellowness of *Po* mushrooms. In short, adding mushroom powder reduced the brightness of meat batters, and increased the redness and yellowness.

Table 4
Color of chicken batters

Treatments	L*	a*	b*
CK	85.35 ± 0.30a	0.67 ± 0.40c	10.70 ± 0.36d
8:1	62.65 ± 0.47b	2.62 ± 0.09a	12.49 ± 0.38c
4:1	63.08 ± 0.61b	2.36 ± 0.10a	12.65 ± 0.27c
2:1	62.40 ± 0.74b	1.98 ± 0.06b	13.70 ± 0.28b
1:1	61.98 ± 0.62b	1.87 ± 0.09b	14.22 ± 0.20a

a–d Means within a column with different letters are significantly different ($P < 0.05$)

Effect of *Ab* and *Po* mushroom on TPA of chicken batters. Table 5 displays the effect of *Ab* and *Po* mushroom quantities on the TPA of chicken batters. *Ab* and *Po* mushrooms altered the TPA of the chicken batter, as shown in Table 5. The hardness and chewiness of the chicken batter considerably enhanced when *Ab* and *Po* mushrooms were added ($P < 0.05$), but there was no distinct difference in chewiness between the 2:1 and 1:1 groups ($P > 0.05$). When compared to CK, the Springi-

ness of the 1:1 group was substantially higher ($P < 0.05$). The increase in hardness, chewiness, and springiness of the chicken batter rate of cooking of the dietary fiber in the mushrooms should be connected to the increase in CY (Nan et al., 2022). The ash concentration in *Po* mushrooms was responsible for the considerable drop in cohesiveness in the 2:1 and 1:1 groups compared to CK ($P < 0.05$). Overall, the 1:1 group had the greatest effect on the TPA of meat batters.

Table 5
TPA of chicken batters

Treatment	Firmness (g)	Chewiness (g)	Springiness	Cohesiveness
CK	4447.73 ± 120.53d	2765.29 ± 126.37c	0.889 ± 0.002b	0.72 ± 0.01a
8:1	4572.96 ± 129.25d	2937.00 ± 144.46c	0.890 ± 0.001b	0.73 ± 0.01a
4:1	5854.15 ± 146.34c	3567.29 ± 123.134b	0.892 ± 0.002b	0.71 ± 0.01a
2:1	8652.01 ± 127.22b	5028.80 ± 200.24a	0.891 ± 0.003b	0.67 ± 0.01b
1:1	9170.54 ± 116.21a	5107.45 ± 179.35a	0.900 ± 0.002a	0.66 ± 0.01b

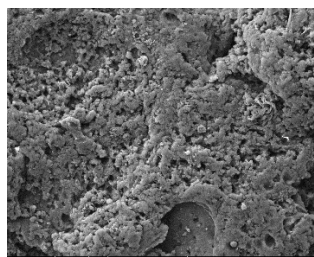
a–d Means within a column with different letters are significantly different ($P < 0.05$)

Effect of *Ab* and *Po* mushroom on microstructure of chicken batters. As indicated in Figure 1, 1:1 group, which were thought to have the best qualitative improvement of all treatment groups was chosen for SEM observation and compared to CK. The observation of the microstructure helped to further clarify the water-binding capacities and textural qualities of meat batters (Wang et al., 2019).

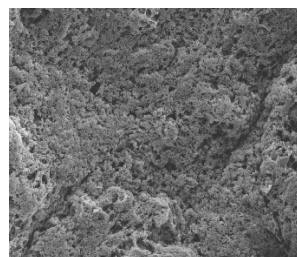
The SEM image mirrored the microstructure of the meat emulsion gel, which might explain WHC of the gel. Smooth gels could bind water effectively, whereas coarse gels were fragile and had a low water retention capacity (Zhuang et al., 2019). The CK had a rough surface and a huge cavity structure. The pore in the microstructure of the microgel was water channel, and big macropores

made it simple for water to escape from the protein network, resulting in enhanced water loss.

The addition of *Ab* and *Po* powder enhanced the gel network density of meat gel, resulting in a compact, homogenous, and continuous gel with fewer pores in the microstructure. Microstructural alterations revealed that adding *Ab* and *Po* powder might increase the water retention of meat batters, fill the protein matrix, and improve the gel strength of meat gel, which were agree with the CY and TPA outcomes in this investigation. *Ab* and *Po* mushrooms possessed a lot of fiber, which might prevent water from escaping by keeping moisture in the protein matrix and decreasing the water channel through the filling process (Cerón-Guevara et al., 2019). As a result, adding *Ab* and *Po* mushrooms to chicken batters improved WHC and microstructure of meat gel.



CK



1:1 Treatment

Fig. 1. Microstructure of chicken batters

Conclusion

A compact, homogenous, and continuous gel was produced by partially substituting pork-back fat in chicken batters with *Ab* and *Po* mushroom compound. This substitution also raised CY, increased redness and yellowness, and decreased brightness. The cohesiveness of the 2:1 and 1:1 treatments significantly decreased ($P < 0.05$), whereas WHC, chewiness, hardness, and springiness were increased in the 1:1 treatment. In conclusion, all aspects of chicken batters—aside from cohesiveness—were improved when *Ab* and *Po* mushrooms were blended at a ratio of 1:1 to replace 40 % of the pork-back fat in the batters.

Prospects for further research. The compound of *Ab* and *Po* mushrooms is a promising fat alternative for the production of chicken products.

Information on conflict of interest

There are no any conflicts of interest.

References

- Çağlırınmak, N. (2009). Determination of nutrients and volatile constituents of *Agaricus bisporus* (brown) at different stages, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(4), 634–638. DOI: 10.1002/jsfa.3493.
- Cerón-Guevara, M. I., Rangel-Vargas, E., Lorenzo, J. M., Bermúdez, R., Pateiro, M., Rodríguez, J. A., Sanchez-Ortega, I., & Santos, E. M. (2019). Effect of the addition of edible mushroom flours (*Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus*) on physicochemical and sensory properties of cold-stored beef patties, *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(3), 14351. DOI: 10.1111/jfpp.14351.
- Ceron-Guevara, M. I., Rangel-Vargas, E., Lorenzo, J.M., Bermudez, R., Pateiro, M., Rodriguez, J. A., Sanchez-Ortega, I., & Santos, E. M. (2020). Reduction of Salt and Fat in Frankfurter Sausages by Addition of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* Flour, *Foods*, 9, 760. DOI: 10.3390/foods9060760.
- Cerón-Guevara, M. I., Santos, E. M., Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Bermúdez-Piedra, R., Rodríguez, J. A., Castro-Rosas, J., & Rangel-Vargas, S. (2021). Partial replacement of fat and salt in liver pâté by addition of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* flour, *International Journal of Food Science & Technology*, 56(12), 6171–6181. DOI: 10.1111/ijfs.15076.
- Choe, J., & Kim, H. Y. (2019). Quality characteristics of reduced fat emulsion-type chicken sausages using chicken skin and wheat fiber mixture as fat replacer. *Poultry Science*, 98(6), 2662–2669. DOI: 10.3382/ps/pez016.
- Kurt, A., & Genççelep, H. (2018). Enrichment of meat emulsion with mushroom (*Agaricus bisporus*) powder: Impact on rheological and structural characteristics. *Journal of Food Engineering*, 237, 128–136. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2018.05.028.
- Li, K., Liu, J. Y., Fu, L., Zhao, Y. Y., Zhu, H., Zhang, Y. Y., Zhang, H., & Bai, Y. H. (2020). Effect of bamboo shoot dietary fiber on gel properties, microstructure and water distribution of pork meat batters, *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 33(7), 1180–1190. DOI: 10.5713/ajas.19.0215.
- Li, S., Ding, L., & Xiao, X. (2021). Comparing the Efficacy and Safety of Low-Carbohydrate Diets with Low-Fat Diets for Type 2 Diabetes Mellitus Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials, *International Journal of Endocrinology*, 2021, 8521756. DOI: 10.1155/2021/8521756.
- Nan, H., Stepanova, T. M., Kondratiuk, N. V., Nie, Y., & Li, B. (2022). Effects of *Agaricus bisporus* on gel properties of chicken myofibrillar protein, *International Journal of Food Science & Technology*, 57(8), 5532–5541. DOI: 10.1111/ijfs.15898.
- Nan, H., Stepanova, T., Li, B., & Kondratiuk, N. (2021). Effect of *Agaricus bisporus* on gel properties and microstructure of chicken batters. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 36(3), 170–178. URL: <https://keypublishing.org/jhed/wp-content/uploads/2021/11/12.-Full-paper-Haijuan-Nan.pdf>.
- Nan, H., Zhou, H., Li, B., Stepanova, T., & Kondratiuk, N. (2022). Effects of *Agaricus bisporus* alone or in combination with soybean oil or water as fat substitutes on gel properties, rheology, water distribution, and microstructure of chicken batters. *Food Science and Technology*, 42, e116121. DOI: 10.1590/fst.116121.
- Podadera-Herrerros, A., Alcalá-Díaz, J. F., Gutiérrez-Mariscal, F. M., Jiménez-Torres, J., Cruz-Ares, S., Arenas-de Larriva, A. P., Cardelo, M. P., Torres-Pena, J. D., Luque, R. M., Ordovas, J. M., Delgado-Lista, J., Lopez-Miranda, J., & Yubero-Serrano, E. M. (2022). Long-term consumption of a mediterranean diet or a low-fat diet on kidney function in coronary heart disease patients: The CORDIOPREV randomized controlled trial, *Clinical Nutrition*, 41(2), 552–559. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.12.041.
- Qing, Z., Cheng, J., Wang, X., Tang, D., Liu, X., & Zhu, M. (2021). The effects of four edible mushrooms (*Volvariella volvacea*, *Hypsizygus marmoreus*, *Pleurotus ostreatus* and *Agaricus bisporus*) on physico-

- chemical properties of beef paste, *Lwt*, 135, 110063. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110063.
- Sorapukdee, S., Jansa, S., & Tangwatharin, P. (2019). Partial replacement of pork backfat with konjac gel in Northeastern Thai fermented sausage (Sai Krok E-san), *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(11), 1763–1775. DOI: 10.5713/ajas.18.0811.
- Varga-Visi, É., & Toxanbayeva, B. (2017). Application of fat replacers and their effect on quality of comminuted meat products with low lipid content: A review, *Acta Alimentaria*, 46(2), 181–186. DOI: 10.1556/066.2016.0008.
- Wang, L., Guo, H., Liu, X., Jiang, G., Li, C., Li, X., & Li, Y. (2019). Roles of *Lentinula edodes* as the pork lean meat replacer in production of the sausage. *Meat Science*, 156, 44–51. DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.05.016.
- Wang, Z., Sun, Y., Dang, Y., Cao, J., Pan, D., Guo, Y., & He, J. (2021). Water-insoluble dietary fibers from oats enhance gel properties of duck myofibrillar proteins, *Food Chemistry*, 344, 128690. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.128690.
- Whisner, C. M., Angadi, S. S., Weltman, N. Y., Weltman, A., Rodriguez, J., Patrie, J. T., & Gaesser, G. A. (2019). Effects of Low-Fat and High-Fat Meals, with and without Dietary Fiber, on Postprandial Endothelial Function, Triglyceridemia, and Glycemia in Adolescents, *Nutrients*, 11(11), 2626. DOI: 10.3390/nu11112626.
- Zahari, I., Ferawati, F., Helstad, A., Ahlstrom, C., Ostbring, K., Rayner, M., & Purhagen, J. K. (2020). Development of High-Moisture Meat Analogues with Hemp and Soy Protein Using Extrusion Cooking, *Foods*, 9(6), 772. DOI: 10.3390/foods9060772.
- Zeng, L., Ruan, M., Liu, J., Wilde, P., Naumova, E. N., Mozaffarian, D., & Zhang, F. F. (2019). Trends in Processed Meat, Unprocessed Red Meat, Poultry, and Fish Consumption in the United States, 1999-2016, *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 119(7), 1085–1098 e12. DOI: 10.1016/j.jand.2019.04.004.
- Zhuang, X., Han, M., Jiang, X., Bai, Y., Zhou, H., Li, C., Xu, X. L., & Zhou, G. H. (2019). The effects of insoluble dietary fiber on myofibrillar protein gelation: Microstructure and molecular conformations. *Food Chemistry*, 275, 770–777. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.09.141.



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-f10009
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.146.34

Yoghurt quality when using probiotic starter cultures and vegetable filler

S. M. Ovsienko✉, I. M. Bernyk, N. V. Novgorodska

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 17.07.2023
Received in revised form
21.08.2023
Accepted 22.08.2023

Vinnitsia National Agrarian
University, Sontachna Str., 3,
Vinnitsia, 21008, Ukraine.
Tel.: +38-097-349-98-97
E-mail: ovsienko@gmail.com

Ovsienko, S. M., Bernyk, I. M., & Novgorodska, N. V. (2023). Yoghurt quality when using probiotic starter cultures and vegetable filler. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 53–59. doi: 10.32718/nvlvet-f10009

In order to increase the biological value of yogurt, increase and improve its assortment, it is necessary to continue the search and use of new additives and fillers of natural origin. Such fillers should be well combined with the milk base, contain mineral elements, vitamins and other biologically active substances. The article substantiates the use of bacterial starters and vegetable filler in yogurt technology. The results of studies on the use of dry bacterial starter cultures of direct application of the Ukrainian manufacturer of the “YOGURTON” trademark and the vegetable filler “Black currants dry extract of 30 % anthocyanins” in the production of yoghurt are presented. An evaluation of the prototypes showed that when using the Yoghurt Probio TM «YOGURTON» starter, the product had a more pronounced taste and smell. The time of clot formation, changes in titrated acidity, and organoleptic characteristics of yogurt with filler were studied. It was found that all samples of yogurt on organoleptic parameters meet the requirements of DSTU and high scores on the scoring system of fermented milk products. The tested starter cultures at a fermentation temperature range of 40 ± 2 °C form a clot for 6–8 hours with a titratable acidity of 75 °T. Yogurt with a content of dry currant powder in an amount of 1 % in terms of organoleptic characteristics turned out to be the best; with an increase in the content of currant powder in yogurt up to 1.5 %, an increase in the taste of currants and a decrease in the characteristic sour milk taste of the product were noted. High acidity gives the product a sour taste and smell, which reduces its organoleptic characteristics. The acidity of yogurt with a filler content of 1 % was 116 °T on the first day of storage and increased to 140 °T for ten days. During storage of yogurt at the temperature of $+6 \pm 2$ °C there is a gradual increase in lactic acid microorganisms, which affects the organoleptic characteristics of yogurt. “Black currant extract dry 30 % anthocyanins” enriches yogurt with anthocyanins, flavonoids, organic acids, pectin, which improve the taste and quality of the product.

Key words: yogurt, probiotic leaven, currant powder, quality.

Якість йогурту за використання пробіотичних заквасок та рослинного наповнювача

С. М. Овсієнко✉, І. М. Берник, Н. В. Новгородська

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

З метою підвищення біологічної цінності йогурту, збільшення та покращення його асортименту необхідно продовжувати пошук і використання нових добавок та наповнювачів природного походження. Такі наповнювачі повинні добре поєднуватися з молочною основою, містити мінеральні елементи, вітаміни та інші біологічно активні речовини. В статті обґрунтовується використання бактеріальних заквасок та рослинного наповнювача у технології йогурту. Наведено результати вивчення використання сухих бактеріальних заквасок українського виробника торгової марки “YOGURTON” та рослинного наповнювача “Смородина чорна суха 30 % антоціанів” у технології йогурту. Оцінка дослідних зразків показала, що при використанні закваски Йогурт Пробіо ТМ “YOGURTON” йогурт мав більш виражений смак і запах. Вивчено час утворення згустку, зміни титрованої кислотності, органолептичні показники йогурту з наповнювачем. Встановлено, що всі зразки йогурту за органолептичними показниками відповідають вимогам ДСТУ та високим балам за бальною системою оцінки кисломолочних продуктів. Досліджувані закваски при

діапазоні температури сквашування 40 ± 2 °C утворюють згусток протягом 6–8 годин із титрованою кислотністю 75 °T. Йогурт із вмістом сухого порошку смородини в кількості 1 % за органолептичними показниками виявився найкращим, водночас при збільшенні вмісту порошку смородини в йогурті до 1,5 % виявляла посилення смаку смородини і зменшення характерного кисло-молочного смаку продукту. Висока кислотність надає продукту кислого смаку та запаху, чим понижує його органолептичні показники. Кислотність йогурту з вмістом наповнювача 1 % становила 116 °T на першу добу зберігання та зростала до 140 °T протягом десяти діб. Під час зберігання йогурту за температури $+6 \pm 2$ °C відбувається поступове збільшення молочнокислих мікроорганізмів, що впливає на органолептичні показники йогурту. “Смородини чорної екстракт сухий 30 % антоціанів” збагачує йогурт антоціанами, флавоноїдами, органічними кислотами, пектиновими речовинами, що поліпшують смак і якісні показники продукту.

Ключові слова: йогурт, пробіотична закваска, порошок смородини, якість

Вступ

Основні принципи концепції здорового харчування вимагають сучасного підходу до створення функціональних продуктів, які повинні задовольняти потреби організму людини в харчових, біологічних та фізіологічно цінних речовинах і сприяти профілактиці захворювань, підтримці здоров'я, працездатності та продовженню життя. Для розширення асортименту кисломолочних продуктів важливе значення має розробка технологій використання біологічно активних речовин натуральної сировини, що дозволить надати продуктам оздоровчих, лікувально-профілактичних властивостей (Bondar et al., 2021; Hachak et al., 2021, 2022).

Кисломолочні напої, особливо йогурти, вважаються найкращими продуктами, якими можна збагатити раціон людини. Йогурт є функціональним продуктом харчування, оскільки містить молочнокислі бактерії та біфідобактерії. Пробіотики, що містяться в йогурті, позитивно впливають на функціонування мікрофлори людини та виконують імуностимулюючу та вітаміноутворюючу дію в організмі

Молочнокислі бактерії є основними мікроорганізмами, які використовуються для сквашування йогурту та молочних продуктів. Серед молочнокислих бактерій *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* і *Leuconostoc* найчастіше зустрічаються у ферментованих молочних продуктах або як закваски, або як природні компоненти сировини. Однак деякі ферментовані продукти, особливо йогурт та інші кисломолочні продукти, можуть також містити додані пробіотичні види *Bifidobacterium* і *Lactobacillus* (Savaiano & Hutkins, 2021).

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про значний інтерес фахівців галузі до розробки теоретичних основ і практичних аспектів використання нових видів добавок і наповнювачів природного походження для підвищення біологічної цінності йогурту.

Різноманітні нутрицевтики, рослинні добавки, перероблені фрукти, овочі та ягоди використовуються як пребіотики для розширення асортименту кисломолочних продуктів, які користуються все більшим попитом серед населення, покращують травлення та надають певних смакових та оздоровчих властивостей. Використання пребіотиків сприяє підвищенню харчової та біологічної цінності кисломолочних продуктів, надає їм привабливих органолептичних і смакових характеристик та розширює асортимент.

Молочнокислі бактерії та закваски відіграють важливу роль у виробництві йогурту, сприяючи сква-

шуванню молочної суміші та формуючи в'язкість і смакові характеристики кінцевого продукту.

Йогурт вважається одним із корисних продуктів у раціоні людей завдяки високій засвоюваності та біодоступності білка, кальцію, калію, магнію, цинку та вітамінів групи В, які сприяють відновленню корисної мікрофлори кишечника, знищеної антибіотиками (Sarkar, 2019; Abdi-Moghadam et al., 2023).

Для збагачення йогуртів біологічно активними речовинами використовують нетрадиційну рослинну сировину – побічні продукти харчових виробництв, продукти переробки лікарських трав і лікарських рослин.

Рослинні добавки дуже популярні в молочному виробництві, оскільки вони збагачують молочні продукти багатьма поживними речовинами. Тому виробники збільшують різноманітність кисломолочних продуктів, додаючи різні рослинні інгредієнти.

На вітчизняному ринку представлено значне розмаїття кисломолочних напоїв, але більшість з них містять синтетичні або покращені інгредієнти. Ненатуральні наповнювачі, стабілізатори, загусники та надлишок цукру значно знижують харчову та біологічну цінність натуральних кисломолочних продуктів. Водночас попит на “елітні” органічні молочні продукти, виготовлені з виключно натуральних інгредієнтів без будь-якої обробки, постійно зростає. Тому проблема створення натуральних, якісних та безпечних кисломолочних продуктів з цілеспрямованим впливом на організм споживача та високими споживчими характеристиками є актуальною (Merzlov et al., 2018).

Фрукти і ягоди містять глюкозу і фруктозу, вітаміни, мінерали, фенольні сполуки і харчові волокна. Овочі містять велику кількість вітамінів, мінералів, азотистих сполук і харчових волокон. Кабачки, морква, шпинат, горох і капуста найбільш сумісні з молоком. Сиропи, концентрати та сушені суміші фруктів, ягід та овочів використовують для надання йогурту характерного смаку та аромату, а також для покращення його зовнішнього вигляду. Фруктові, ягідні та овочеві наповнювачі регулюють вміст вітамінів, вуглеводів і мінеральних речовин у кисломолочних продуктах. Особливу роль у формуванні функціональних властивостей відіграють харчові волокна.

Існує кілька напрямків, які складають основні групи інгредієнтів наповнювачів для йогуртів.

До першої групи належать фруктово-ягідні інгредієнти. Вони поділяються на три підгрупи: ягоди, фрукти та горіхи. За допомогою цих інгредієнтів можна регулювати вміст вітамінів, пектинових речовин, цукрів, ароматичних речовин, ліпідних речовин та інших біологічно активних сполук у продукті.

Друга група наповнювачів представлена широким спектром рослинної сировини. Представники цієї групи та продукти їх переробки збагачують молочні продукти пектином, вітамінами, мікроелементами та іншими корисними речовинами. Овочі як наповнювачі та продукти їх переробки є ефективним засобом проти серцево-судинних захворювань, оскільки їх споживання знижує рівень холестерину, жирів і токсинів. Харчові волокна знижують ймовірність розвитку раку молочної залози, прямої і товстої кишки, підшлункової залози і простати, а бета-каротин запобігає розвитку раку сечового міхура, стравоходу, шлунка, гортані та легень. Цьому також сприяють вітамін С, кумарова та хлорогенова кислоти. До третьої групи належать продукти бджільництва, такі як мед, маточне молочко та прополіс (Pashchenko, 2021).

За даними (Samilyk & Rasamakina, 2019), йогурт із цукатами столових буряків, виготовлений з незбираного молока за традиційною технологією термостатним способом, відповідає органолептичним показникам якості та має багатий нутрієнтний склад. Столовий буряк містить велику кількість біологічно активних речовин, у тому числі барвників – бетанін та бетанін, які надають йому лікувальних властивостей. Препіотики (харчові волокна), що входять до складу йогурту, виготовленого за оновленою рецептурою, підвищують біодоступність кальцію за рахунок всмоктування в товстому кишечнику і скорочують тривалість інфекцій.

I. Yu. Hoiko, N. O. Stetsenko (2022) дослідили фітокомпозицію з рослинної лікарської сировини антиоксидантної дії для збагачення йогурту. Було визначено вплив композиції з м'яти, кропиви дводомної, ромашки аптечної на показники якості отриманого йогурту.

За результатами проведених досліджень розроблено комплексний показник якості йогурту. Було встановлено, що з додаванням фітокомпозиції та з урахуванням групових показників (органолептичні, фізико-хімічні та харчова цінність) загальна оцінка якості розробленого йогурту була на 20 % вищою за контроль.

Таким чином, розроблений йогурт може розширити асортимент продуктів харчування з антиоксидантними властивостями. Тому необхідно проводити дослідження з метою пошуку нових джерел сировини з антиоксидантними властивостями.

N. B. Slyvka et al. (2022) розробили технологію йогуртового напою з використанням ягід годжі та меду. Ягоди годжі містять біологічно активні компоненти, такі як поліфеноли, каротиноїди і полісахариди, багато вітамінів, амінокислот і мікроелементів і є чудовим джерелом антиоксидантів. Мед – це джерело низки сполук, які діють як антиоксиданти, включаючи фітохімічні речовини, флавоноїди та аскорбінову кислоту. Автори розробили рецептури кисломолочного йогуртового напою. Встановлено, що оптимальною дозою мелених ягід годжі є 1,5 %, а меду квіткового – 7,5 %. Дослідження органолептичних показників готових продуктів вказує на високі смакові якості запропонованих продуктів.

Розроблено асортимент кисломолочних напоїв з використанням екстрактів рослинної сировини з фун-

кціональними властивостями. Досліджено вплив способу екстрагування рослинної сировини на вилучення біологічно активних речовин. Розроблено кисломолочний продукт з використанням екстракту чебрецю. Результати показують, що оптимальна кількість екстракту чебрецю для йогурту не повинна перевищувати 5 %. Йогурт характеризується гармонійним кисломолочним смаком, однорідною консистенцією та кремово-білим кольором. Термін зберігання отриманого йогурту значно подовжено порівняно із контрольним зразком завдяки наявності біологічно активних сполук (Andrushkiv et al., 2020).

V. M. Bondarchuk et al. (2013) обґрунтували доцільність виготовлення йогурту з соком барбарису. Свіжі плоди є відмінними джерелами аскорбінової кислоти, що містять до 117 мг/100 г вітаміну С і 140 мг/100 г вітаміну А. Моделювання дослідних зразків проводили, враховуючи фізіологічну потребу людини в основному компоненті барбарису – вітаміну А.

Автори дійшли висновків, що для виробництва йогурту з барбарисом можна пропонувати два варіанти стадії внесення барбарису – перед сквашуванням і через 2 години від початку сквашування.

Екстракт висушених пелюсток гібіскуса (суданської троянди) додають в йогурт як натуральний барвник. Крім натуральних антоціанових барвників, екстракт гібіскуса також багатий органічними кислотами (яблучна кислота, винна кислота, лимонна кислота), флавоноїдами (кверцетин, міріцетин), вітамінами С, Р, групи В, фенолкарбоновими кислотами, полісахаридами (водорозчинні), пектиновими речовинами. Антоціани мають вітамінну активність і тому зміцнюють стінки кровоносних судин, захищаючи їх від шкідливих речовин. Оскільки екстракт гібіскуса містить вітаміни, мікроелементи та органічні кислоти, він зменшує запальні процеси, поліпшує травлення, допомагає при запорах і запобігає розладам шлунково-кишкового тракту, позитивно впливає на нервову систему і має тонізуючу дію. Екстракт не містить щавлевої кислоти, тому не завдає шкоди тим, хто страждає захворюваннями нирок (Keda & Sydor, 2015).

З метою підвищення біологічної цінності йогурту, збільшення та вдосконалення його асортименту слід продовжувати пошук та використання нових видів добавок та наповнювачів природного походження. Такі наповнювачі повинні добре поєднуватися з молочною основою і містити мінеральні елементи, вітаміни та інші біологічно активні речовини, щоб надати готовому продукту високі органолептичні властивості.

Мета дослідження

Мета роботи – дослідити якість йогурту з використанням пробіотичних заквасок, збагаченого антоціанами.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили в лабораторії кафедри харчових технологій та мікробіології Вінницького наці-

онального аграрного університету. В експериментах використовували стандартні методи визначення фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних показників йогурту.

Результати та їх обговорення

У біотехнології кисломолочних напоїв закваска є функціонально необхідним компонентом і підбирається з урахуванням особливостей технології певних продуктів.

Заквашувальні культури визначають харчові, лікувально-профілактичні та органолептичні властивості кисломолочних продуктів, обумовлюють їх безпечність для споживача та збереження якісних характеристик під час зберігання.

Закваски для йогуртів вітчизняного та зарубіжного виробництва широко представлені на українському ринку і рекомендовані для використання.

На першому етапі дослідження було вивчено вплив двох видів сухих бактеріальних заквасок прямого внесення українського виробника торгової марки YOGURTON виробництва ТОВ “Віво-Актив” на органолептичні показники якості йогурту.

Закваска Yoghurt Classic ТМ “YOGURTON” містить такі корисні бактерії, як болгарська і ацидофільна палички, біфідобактерії та термофільний стрептокок.

Закваска Йогурт Пробіо ТМ “YOGURTON” містить три види біфідобактерій, шість видів лактобактерій та термофільний стрептокок.

Мікроорганізми, що входять до складу заквасок, характеризуються пробіотичними властивостями, є частиною природної мікрофлори шлунково-кишкового тракту людини і мають антибіотичну та бактеріостатичну активність. Оскільки закваски містять корисні живі бактерії, йогурти на їх основі мають унікальні відновлювальні, антибактеріальні та зміцнювальні властивості.

Для вибору типу закваски в лабораторії було виготовлено дослідні зразки йогурту термостатним способом.

Молоко підігрівали до температури +38...+42 °С, розливали в стерильні стаканчики і вносили бактеріальні закваски згідно з рецептурою (табл. 1).

Таблиця 1

Рецептура дослідних зразків йогурту

Сировина	Зразок йогурту	
	№ 1 класичний	№ 2 пробіойогурт
Молоко, л	1	1
Закваска, г	0,5	0,5

Основними показниками при сенсорній оцінці кисломолочних напоїв були зовнішній вигляд та консистенція, колір, смак та запах.

Сенсорну оцінку проводили за 10-бальною шкалою за якісними та кількісними показниками. Якісна оцінка описує показники, тимчасом як кількісна оцінка характеризується інтенсивністю відчуття і виражається чисельно (табл. 2). Зразки зберігали при тем-

пературі 4 °С та аналізували через 4 години після виготовлення. Температура зразків йогуртів для дегустації становила 12 °С.

Таблиця 2

Бальна оцінка зразків йогурту

№ зразка	Зовнішній вигляд і консистенція	Смак	Запах	Колір
1	5	4	4	5
2	5	5	4	5

Кожна ознака оцінювалася від 1 до 5 балів. Дані показники якості мають неоднакові значення при оцінці кисломолочних продуктів, тому що для кожного показника якості підібраний коефіцієнт вагомості. Зразок № 1 набрав 89 балів, при цьому, на думку експертів, смак і аромат йогурту був менш вираженим, ніж у зразка № 2, який набрав 93 бали, що свідчить про вищу якість закваски, використаної при приготуванні йогурту.

У процесі приготування йогурту визначали рівень кислотності дослідних зразків через 2, 3, 4 та 8 годин визрівання. Результати вимірювань наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Кислотність зразків йогурту, °Т

№ зразка	2 год	3 год	4 год	8 год
1	32	40	62	80
2	31	44	55	76

У діапазоні температур сквашування 40 ± 2 °С всі типи заквасок утворюють згусток протягом 6–8 годин. За цей час титрована кислотність досягає 75 °Т, що є оптимальним для утворення згустку. На основі цього дослідження було прийнято рішення використовувати закваску Йогурт Пробіо ТМ “YOGURTON” для виробництва збагаченого йогурту.

Мікроорганізми, що входять до складу цієї закваски, характеризуються пробіотичними властивостями і є частиною природної мікрофлори шлунково-кишкового тракту людини, мають антибіотичну та бактеріостатичну активність. Оскільки закваска містить корисні живі бактерії, йогурти на її основі мають унікальні відновлювальні, антибактеріальні та зміцнювальні властивості.

Молочна промисловість активно впроваджує технології збагачення молочних продуктів функціональними добавками (вітамінами, мінералами, пробіотиками, пребіотичними речовинами поліненасичених жирних кислот, амінокислотами, клітковиною, харчовими волокнами, пектиновими та інуліновими концентратами). На особливу увагу заслуговує збагачення кисломолочних продуктів пробіотичними мікроорганізмами. Пробіотики – це бактеріальні препарати, виготовлені з живих мікробних культур і призначені для корекції мікробіоти кишечника та лікування низки захворювань. Оздоровчі ефекти пробіотичних культур полягають у нормалізації мікробіоти кишечника, усуненні дисбактеріозу, підвищенні імунітету,

зменшенні негативного впливу антибіотиків, зниженні рівня холестерину в крові, зменшенні ризику розвитку раку та підвищенні антистресових факторів.

Технологія виробництва йогуртів передбачає використання немолочних інгредієнтів. Рослинні добавки дуже популярні в молочному виробництві. Тому виробники збільшують асортимент кисломолочних продуктів, додаючи в них різні рослинні інгредієнти.

Для збагачення кисломолочних продуктів використовували екстракт чорної смородини, сухий 30 % антоціановий порошок. У виробництві екстракту використовуються тільки свіжі або свіжозаморожені плоди *Ribes nigrum*. У процесі виробництва відбувається концентрація по антоціанам чорної смородини. Основними показниками якості екстракту чорної смородини є ідентифікація (антоціановий склад) та кількісне визначення вмісту антоціанів.

“Смородини чорної екстракт сухий 30 % антоціанів” являє собою дрібнодисперсний порошок від фіолетового до чорно-фіолетового кольору з характерним запахом і смаком.

У дослідженнях різні пропорції сухого порошку чорної смородини додавали до йогурту з вмістом жиру 2,5 % і вивчали зміни фізико-хімічних показників під час зберігання протягом 15 днів.

На цьому етапі досліджували зміни титрованої кислотності під час зберігання на 1, 5, 10 та 15 добу,

визначали вплив кислотності на органолептичні властивості йогурту та рекомендований термін зберігання.

У процесі виробництва йогурту були досліджені такі дози порошку сушеної смородини: 0,5, 1,0 та 1,5 % (табл. 4).

Після змішування молока та сухого порошку плодів чорної смородини суміш пастеризували за температури 90 ± 5 °C протягом 10–15 с, охолоджували до температури заквашування 40 ± 2 °C, а потім заквашували сухою закваскою Йогурт Пробіо ТМ “YOGURTON”, що складається із змішаних культур *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *vulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* (2 штами), *Bifidobacterium lactis* (2 штами), *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus paracasei*, *Bifidobacterium infantis*. Йогурт сквашували при температурі 40 ± 2 °C протягом 6 годин. Готовий йогурт охолоджували до 4 ± 2 °C. Після цього було проведено тестування якості готових згустків.

У дослідних зразках визначали зміну титрованої кислотності протягом 15 діб. Згідно з ДСТУ 4343:2004 “Йогурти. загальні технічні умови” титрована кислотність при випуску повинна становити 80–140 °T.

Кислотність йогурту підвищується за рахунок процесу розщеплення вуглеводів молочнокислими мікроорганізмами, під час якого виділяється і накопичується молочна кислота.

Таблиця 4

Склад і співвідношення компонентів у рецептурах йогурту

Рецептура	Склад і співвідношення компонентів, %		
	Молоко м. ч. ж. 2,5 %	Сухий порошок смородини	Закваска
1	99,4	0,5	0,1
2	98,9	1	0,1
3	98,4	1,5	0,1

Таблиця 5

Зміна титрованої кислотності йогурту з різним вмістом сухого порошку смородини під час зберігання за температури $+6 \pm 2$ °C, °T

Доба	Вміст наповнювача, %		
	0,5	1,0	1,5
1	112	116	122
5	127	129	137
10	135	140	150
15	148	155	162

З таблиці 5 видно, що титрована кислотність у першу добу зберігання йогурту становила 112–122 °T, що відповідає нормативним вимогам; на 5 добу титрована кислотність зросла до 127–137 °T, але залишалася в межах норми; на 10 і 15 добу кислотність почала зростати і вийшла за межі норми; на 16 добу титрована кислотність підвищилася до 127–137 °T, але залишалася в межах норми; на 17 добу титрована кислотність підвищилася до 127–137 °T, але залишалася в межах норми. Таке підвищення кислотності пояснюється збільшенням кількості молочнокислих

мікроорганізмів у йогурті. Підвищена кислотність надає продукту кислуватий смак і запах та погіршує його органолептичні властивості.

Одним з найважливіших показників якості кисломолочних продуктів є їхні органолептичні властивості. Оскільки порошок з насіння чорної смородини містить пектин, який має відмінні желюючі властивості, передбачається, що використання сухого порошку чорної смородини як наповнювача позитивно вплине на консистенцію йогурту.

Таблиця 6

Органолептичні показники йогурту з наповнювачем на 5-й день зберігання за температури $+6 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

Показник	Вміст сухого порошку смородини, %		
	0,5	1,0	1,5
Зовнішній вид і консистенція	Однорідна, ніжна, з порушенням згустком, у міру щільна	Однорідна, ніжна, з порушенням згустком, у міру щільна	Однорідна, ніжна, з порушенням згустком, у міру щільна
Смак і запах	Запах свіжий, кисло-молочний, смак злегка солодкий з легким присмаком смородини	Аромат смородиновий, смак в міру солодкий з мускатним присмаком, кисло-молочний	Чіткий аромат смородини, смак солодкий з мускатним та кисло-молочним присмаком
Колір	Слабо-рожевий	Рожевий	Насичений рожевий

Органолептичні показники на п'яту добу зберігання суттєво не змінилися порівняно з першою добою; на десяту добу консистенція і колір залишилися незмінними, смак став кислуватим, посилювався кисло-молочний запах за рахунок накопичення молочної кислоти; на п'ятнадцяту добу консистенція і колір залишилися незмінними, смак набув вираженого присмаку молочної кислоти, а запах став помітно кислішим.

При збільшенні вмісту смородинового порошку в йогурті до 1,5 % смак смородини посилювався, а характерний кисло-молочний присмак продукту зменшився.

У дослідних зразках визначали зміну титрованої кислотності протягом 15 діб (табл. 7).

Таблиця 7

Зміни титрованої кислотності йогурту з різним вмістом сухого порошку смородини під час зберігання за температури $+6 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, $^\circ\text{T}$

Доба	Вміст наповнювача, %		
	0,5	1,0	1,5
1	112	116	122
5	127	129	137
10	135	140	150
15	148	155	162

З таблиці видно, що в першу добу зберігання йогурту титрована кислотність становила 112–122 $^\circ\text{T}$ і відповідала нормативним вимогам; на п'яту добу титрована кислотність зросла до 127–137 $^\circ\text{T}$, але залишалася в межах норми; на десяту і п'ятнадцяту добу кислотність почала зростати і перевищила норму. Таке підвищення кислотності пояснюється збільшенням кількості молочнокислих мікроорганізмів у йогурті. Підвищена кислотність надає продукту кислого смаку і запаху та погіршує його органолептичні властивості.

Під час зберігання в досліджуваному йогурті не було виявлено умовно-патогенних або патогенних мікроорганізмів. Кількісний склад молочнокислих мікроорганізмів був у межах норми згідно з вимогами ДСТУ 4343:2004 ($<1 \times 10^7$ КУО в 1 см^3), мікробіологічних відхилень не виявлено.

Висновки

Закваска Йогурт Пробіо ТМ “YOGURTON” за температури сквашування $40 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ утворює згусток протягом 6–8 год, титрована кислотність досягає 75 $^\circ\text{T}$. Йогурт має виражений кисло-молочний смак та аромат, ніжну, густу консистенцію.

Встановлено, що йогурт із вмістом сухого порошку смородини в кількості 1 % за органолептичними показниками виявився найкращим, водночас при збільшенні вмісту порошку смородини в йогурті до 1,5 % виявляли посилення смаку смородини і зменшення характерного кисло-молочного смаку продукту.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Abdi-Moghadam, Z., Darroudi, M., Mahmoudzadeh, M., Mohtashami, M., Jamal, A. M., Shamloo, E., & Rezaei, Z. (2023). Functional yogurt, enriched and probiotic: A focus on human health. *Clinical Nutrition ESPEN*, 57, 575–586. DOI: 10.1016/j.clnesp.2023.08.005.
- Andrushkiv, K. V., Vichko, O. I., & Storozh, L. A. (2020). Rozrobka tekhnolohii yohurtu z ekstraktom chebretsiiu. Book of abstracts food chemistry. Modern methods for production of food, food additives and packaging materials. Lviv, 82 (in Ukrainian).
- Bondar, M., Solomon, A., & Novhorodska, N. (2021). Perspektyvni napriamky kyslomolochnykh fermentovanykh produktiv z synbiotychnymy vlastyvostiamy. *Prodovolchi resursy*, 9(17), 33–45. DOI: 10.31073/foodresources2021-17-04 (in Ukrainian).
- Bondarchuk, V. M., Malandii, Ye. V., & Melnyk, Ya. O. (2013). Obruntuvannia tekhnolohii vyrobnytstva yohurtu z sokom barbarsy ta doslidzhennia yoho vlastyvosti. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*, 2(72), 159–166 (in Ukrainian).
- 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.
- Hoiko, I. Yu., & Stetsenko, N. O. (2022). Doslidzhennia vplyvu fitokompozycji antyoksydantnoi dii na kompleksnu otsinku yakosti yohurtu. *Naukovi pratsi NUKhT*, 28(2), 163–172. URL: <https://dspace.nuft>.

- edu.ua/jspui/bitstream/123456789/38005/1/swnuft163.pdf (in Ukrainian).
- Keda, A. S., & Sydor, V. M. (2015). Otsiniuvannia yakosti yohurtu zbahachenoho laktatom mahniuu ta ekstraktom hibiskusu. Yakist i bezpeka kharchovykh produktiv: zbirnyk tez dopovidei II mizhnarodnoi naukovo-praktychna konferentsii (m. Kyiv, 12-13 lystopada 2015 r.). Kyiv, 245–246 (in Ukrainian).
- Merzlov, S. V., Rudakova, T. V., Snizhko, O. O., Lomova, N. M., Narizhnyi, S. A., & Voroshchuk, V. Ia. (2018). Upravlinnia yakistiu ta bezpechnistiu pid chas vyrobnytstva yohurtu z apiproduktamy. Nauka ta innovatsii, 14(6), 24–37. DOI: 10.15407/scin14.06.024 (in Ukrainian).
- Pashchenko, O. (2021). Yakisni pokaznyky ta rol yohurtu u kharchuvanni. Visnyk studentskoho naukovo-hovarystva “VATRA” Vinnytskoho torhovelno-ekonomichnogo instytutu KNTEU. Vinnytsia, 110, 92–94 (in Ukrainian).
- Samylyk, M. M., & Rasamakina, Yu. V. (2019). Perspektyvy vykorystannia buriakovykh tsukativ u vyrobnytstvi yohurtiv. Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Serii: tekhnichni nauky, 30, 69(2(3)), 97–101. DOI: 10.32838/2663-5941/2019.3-2/18 (in Ukrainian).
- Sarkar, S. (2019). Potentiality of probiotic yoghurt as a functional food—a review. Nutrition & Food Science, 49(2), 182–202. DOI: 10.1108/NFS-05-2018-0139.
- Savaiano, D. A., & Hutkins, R. W. (2021). Yogurt, cultured fermented milk, and health: a systematic review. Nutrition Reviews, 79(5), 599–614. DOI: 10.1093/nutrit/nuaa013.
- Slyvka, N. B., Bilyk, O. Ia., & Nahovska, V. O. (2022). Rozroblennia tekhnolohii kyslomolochnoho napoiu z yahodamy hodzhi. Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho. Serii: Kharchovi tekhnolohii, 24(97), 65–71. DOI: 10.32718/nvlvet-f9711 (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-f10010
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.681:664.641.1

Improving the technology of dry mixes for craft flour confectionery products

A. Farisieiev¹, Y. Matsuk^{1✉}, N. Oliynyk²

¹Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

²Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine

Article info

Received 28.07.2023

Received in revised form

29.08.2023

Accepted 30.08.2023

Oles Honchar Dnipro National
University, Gagarina Ave., 72,
Dnipro, 49010, Ukraine.

Poltava University of Economics
and Trade, Koval Str., 3, Poltava,
36014, Ukraine.
Tel.: +38-066-372-97-44
E-mail: lyly2006@ukr.net

Farisieiev, A., Matsuk, Y., Oliynyk, N. (2023). Improving the technology of dry mixes for craft flour confectionery products. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 60–66. doi: 10.32718/nvlvet-f10010

The purpose of the work is the scientific substantiation and development of the optimal recipe and technology for the production of a dry powder mixture for muffins using functional ingredients to better meet the needs of consumers in the range and quality of flour confectionery products. Standard methods of analysis were used for research. The quality of finished food products was controlled by physicochemical parameters and calculation of nutritional value. The results of experimental studies were subjected to statistical processing using standard Microsoft Office software packages. The relevance of creating and improving the technology of dry mixes for the production of low-calorie muffins with functional ingredients is substantiated in the work. This will allow to embrace a bigger market segment of consumers. Recipes for muffins based on a dry mixture were developed and a number of physico-chemical quality indicators were determined, nutritional and energy values were calculated. It has been established that the use of carob and sweetener in muffin recipes has a significant effect on the properties of the dough and its quality, especially on density and moisture. With a 10 % share of carob in the dry mixture, the moisture content of the finished dough decreases by 4.7 % relative to the control, and in the sample with 15 % of carob, it increases by 0.29 %. The density of the dough prepared on the basis of a dry mixture with the addition of 10...15 % carob increases compared to the control (1.108 g/cm³) by 0.276...0.294 g/cm³. Ready-made muffins made on the basis of a dry mixture with carob and sweetener have a 4.7–9.5 % higher flow-up index compared to the control sample. It was determined that under the conditions of 10 and 15 % dosage of carob in the dry mix, the moisture content of finished products increases by 2.53...6.56 % compared to the control sample with sugar and cocoa. In the samples of muffins prepared on the basis of a dry mixture with carob and sweetener, an increase in wettability was noted – 129.8...135.38 % against 122.8 % in the control, and porosity – 53.85...59.4 % against 45.8 %, respectively. Ready-made muffins prepared on the basis of a dry mixture with carob and sweetener have an energy value lower than the control sample by 18.7...19.6 %. Implementation of the proposed technology will allow to expand the assortment of flour confectionery products with increased biological value to enable producer provide sufficient impact upon final consumer.

Key words: dry mixes, muffins, flour confectionery, low-calory products, carob, stevia, erythritol.

Удосконалення технології сухих сумішей для крафтових борошняних кондитерських виробів

А. Г. Фарісеєв¹, Ю. А. Мацук^{1✉}, Н. В. Олійник²

¹Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара, м. Дніпро, Україна

²Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна

Мета роботи полягає в науковому обґрунтуванні та розробці оптимальної рецептури й технології виробництва сухої порошкоподібної суміші для мафінів з використанням функціональних інгредієнтів для більшого задоволення потреб споживачів у асортименті та якості борошняних кондитерських виробів. Для дослідження використовувалися стандартні методи аналізу якості готової харчової продукції за фізико-хімічними показниками та розрахунку харчової цінності готових виробів. Результати експериментальних досліджень піддавали статистичній обробці за допомогою стандартних програмних пакетів Microsoft Office. У

роботі обґрунтовано актуальність створення та удосконалено технологію сухих сумішей для виробництва мафінів зниженої калорійності з функціональними інгредієнтами з метою охоплення більшого ринкового сегменту споживачів. Розраховано рецептури для мафінів основі сухої суміші та проведено дослідження ряду фізико-хімічних показників якості, розрахунок харчової та енергетичної цінності. Встановлено, що використання кербу та підсолоджувача у рецептурах мафінів чинить значний вплив на властивості тіста та його якість, особливо на густину та вологість. За умови 10 % частки кербу в сухій суміші вологість готового тіста зменшується щодо контролю на 4,7 %, а у зразку із 15 % кербу збільшується на 0,29 %. Густина тіста, приготовленого на основі сухої суміші з додаванням 10...15 % кербу зростає порівняно з контролем (1,108 г/см³) на 0,276...0,294 г/см³. Готові мафіни, виготовлені на основі сухої суміші з кербом та підсолоджувачем, мають на 4,7...9,5 % більший коефіцієнт підйому щодо контрольного зразка. Визначено, що за умов дозування кербу у складі сухої суміші в кількості 10 та 15 % вологість готових виробів зростає на 2,53...6,56 % порівняно з контрольним зразком з цукром та какао. У зразках мафінів, приготовлених на основі сухої суміші з кербом та підсолоджувачем, виявлено зростання показника намочуваності – 129,8...135,38 % проти 122,8 % у контролі та показника пористості – 53,85...59,4 % проти 45,8 % відповідно. Готові мафіни, приготовлені на основі сухої суміші з кербом та підсолоджувачем, мають енергетичну цінність нижче від контрольного зразка на 18,7...19,6 %. Впровадження запропонованої технології дозволить розширити асортимент борошняних кондитерських виробів підвищеної біологічної цінності, що дозволить виробнику мати суттєвий вплив на кінцевого споживача.

Ключові слова: сухі суміші, мафіни, борошняні кондитерські вироби, низькокалорійна продукція, керб, стевія, еритритол.

Вступ

Динамічно змінюються світові тенденції у сфері функціональних харчових продуктів, які спрямовані на розвиток технологій та економічні відносини, що забезпечують формування сегментів нових видів продукції і позиціонуються як продукти здорового харчування (Bolgova, 2019; Pasichnyi et al., 2020; Lebedenko et al., 2021).

Сучасний стан ринку потребує нових та інноваційних підходів до розробки сухих сумішей для борошняних кондитерських виробів, які відповідати вимогам збалансованого і оздоровчого харчування, адже солодощі займають значну частину раціону людини. Вони, як і інші продукти харчування, чинять вплив на стан здоров'я населення. Тому кондитерські вироби повинні мати не тільки високі органолептичні показники, а й оздоровчі властивості, одночасно гарантуючи економічні переваги (Ghurchuk & Levycjka, 2017; Revutskaya, 2017; Reznichenko et al., 2017; Macuk et al., 2019; Farisieiev & Dyshuk, 2021).

Загальновідомо, що борошняні кондитерські вироби належать до висококалорійних продуктів, які характеризуються незбалансованим хімічним складом. У результаті надмірного та частого їх споживання можуть розвиватися цукровий діабет, серцево-судинні захворювання, ожиріння тощо. Враховуючи обмежені можливості споживання традиційних кондитерських виробів людьми з особливими потребами в харчуванні і тенденцією до зросту продуктів швидкого приготування, які не потребують великих затрат часу і сил, одним із основних напрямків у інтенсифікації виробництва борошняних кондитерських виробів є виготовлення порошкоподібних сумішей. Це своєю чергою дозволяє значно спростити технологію багатьох видів борошняних виробів, оскільки їх можна легко отримати із заданими фізико-хімічними та реологічними властивостями, виключаючи операції з дозуванням окремих видів сировини (Reznichenko et al., 2017; Volujko & Vyshnevsjka, 2019; Farisieiev & Dyshuk, 2021; Fedjanovych & Farisieiev, 2021).

Мета дослідження

Мета досліджень, висвітлених у статті, полягає в науковому обґрунтуванні і розробці рецептури і тех-

нології виробництва сухих сумішей для мафінів з використанням функціональних інгредієнтів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: дослідити сучасні підходи до удосконалення технології сухих сумішей для виробництва мафінів із функціональними інгредієнтами; обґрунтувати функціональні властивості інгредієнтного складу сухих сумішей; економічно обґрунтувати вибір рецептури, що підлягає вдосконаленню, а також її сировинної бази з метою використання у технології борошняних кондитерських виробів; теоретично обґрунтувати та розробити технологію виробництва сухих сумішей для мафінів із використанням кербу та стевії з еритритолом, вивчити споживчі властивості нової продукції за фізико-хімічними показниками та харчовою цінністю.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальні дослідження та відпрацювання рецептур проводилися в лабораторіях кафедри харчових технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

У роботі використовувалися загальноприйняті методи досліджень, які дозволили визначити функціонально-технологічні та фізико-хімічні показники напівфабрикатів та готових виробів.

Дослідні та контрольні зразки готувалися із однієї партії сировини. Доведення напівфабрикатів до кулінарної готовності здійснювали випіканням у пароконвектоматі "Convotherm" (OES 10.10) за температури 180...185 °С. Для оцінки якості зразків проводили спочатку відбір проб згідно з ДСТУ 5904:2006. Повторність дослідів – трикратна. Отримані експериментальні дані подано в одиницях міжнародної системи СІ. Відносна похибка експериментальних вимірювань в межах довірчого інтервалу 0,05.

Масову частку вологи у досліджуваних зразках визначали висушуванням до постійної маси за ДСТУ 4910:2008. Для аналізу використовували шафу сушильну типу СНОЛ 7/350. Лужність визначали відповідно до ДСТУ 5024:2008. Намочуваність мафінів визначали згідно з ДСТУ 5023:2008. Маса виробів встановлювали зважуванням на вагах лабораторних електронних МНЗ 0.01-500 з точністю до 0,01 г.

Результати та їх обговорення

Готові до приготування сухі суміші – це продукти, які містять усі необхідні інгредієнти конкретного продукту харчування та які потребують мінімальної підготовки або етапів приготування, котрі зазвичай вказуються на упаковці продукту, що робить їх доброю альтернативою продуктам, які готуються регулярно. Поліфункціональні властивості сухих сумішей можуть дозволити виключити небажані для організму людини інгредієнти або збагатити харчові продукти корисними компонентами.

З метою розробки рецептури сухої суміші для виготовлення мафінів був проведений аналіз складу сумішей зарубіжних та вітчизняних виробників. Середньостатистичний склад сухих сумішей шоколадних мафінів включає: цукор білий, борошно пшеничне, сухе молоко, какао-порошок, крохмаль модифікований картопляний або кукурудзяний, регулятор кислотності, розпушувач, загущувач, емульгатор, ароматизатор, барвник, сіль кухонна, антизлежувач, наповнювач.

В процесі досліджень спочатку були спроектовані базові рецептури методом прямого перерахунку традиційних складів мафінів за сухими речовинами та співвідношенням частин, підібрані порошокоподібні компоненти заміники та проведені відпрацювання з виготовлення виробів.

За основу розрахунку рецептур сухих сумішей для виробництва мафінів із використанням функціональних видів сировини було взято розроблений проект

рецептурного складу мафінів функціонального призначення (Farisieiev et al., 2023). Як контрольний зразок для розрахунку рецептур сухої суміші послугувала уніфікована технологія класичних мафінів із какао.

Таким чином, для виготовлення зазначеної сухої суміші функціонального призначення було прийнято рішення, з метою досягнення мінімальної калорійності при виробництві сухого напівфабрикату, замінити цукор на підсолоджувач, до якого входять речовини, що не мають калорій (суміш стевії та ерітритолу), а замість какао-порошку (289 ккал на 100 г) використовувався порошок плодів річкового дерева – кероб (222 ккал на 100 г). Рідкі інгредієнти, такі як молоко, курячі яйця та ванільна есенція, були замінені на сухе молоко, сухий яєчний порошок та ванілін із урахуванням частки сухої речовини у готовому продукті. Біологічну цінність борошняних кондитерських виробів підвищує також використання фруктів, ягід та овочів, оскільки рослинні продукти є джерелами вітамінів, мінеральних речовин та харчових волокон. Тому запропоновано додавати суху журавлину з метою підвищення біологічної цінності мафінів.

Головною відмінністю розроблених сумішей є те, що до їхнього складу не входять харчові добавки, в тому числі консерванти, емульгатори та стабілізатори, що широко застосовуються при виробництві запропонованих на продовольчому ринку зарубіжних та вітчизняних сухих сумішей для мафінів.

У таблиці 1 наведено проект рецептурного складу виробництва сухої суміші для виготовлення мафінів із використанням функціональних інгредієнтів.

Таблиця 1

Проект рецептурного складу сухої суміші для мафінів із використанням функціональних інгредієнтів

Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини та матеріалів на 6 шт. готової продукції(480 г)					
		Контроль		Суха суміш для мафінів із керобом 10 %		Суха суміш для мафінів із керобом 15 %	
		в натурі	в сухих речовинах	в натурі	в сухих речовинах	в натурі	в сухих речовинах
Борошно пшеничне вищого гатунку	86	180	154,8	189	162,54	179	153,94
Цукор-пісок	99,85	90	89,87	–	–	–	–
Стевія + ерітритол	100	–	–	80	80,0	80	80,0
Молоко 1,0 %	12	108	12,96	–	–	–	–
Молоко сухе знежирене 1,5 %	96	–	–	14,4	13,824	14,4	13,824
Куряче яйце	27	72	19,44	–	–	–	–
Яєчний порошок	94	–	–	25,8	24,252	25,8	24,252
Розпушувач	92	3,6	3,312	3,6	3,312	3,6	3,312
Какао-порошок	84,17	28,8	24,24	–	–	–	–
Кероб	92,75	–	–	18	16,70	27	25,04
Сіль поварена харчова	96,5	0,6	0,58	0,6	0,58	0,6	0,58
Ванільна есенція	0	2,4	0	–	–	–	–
Ванілін	99,85	–	–	0,2	0,1997	0,2	0,1997
Журавлина сушена	80	46,8	37,44	46,8	37,44	46,8	37,44
Рослинна олія	100	36	36	39,8	39,8	39,8	39,8
Вода питна	0	–	–	167	0	167	0
Разом	–	568,2	378,64	585,2	378,64	584,2	378,39
Втрати, %	–	15,5	–	15,5	–	15,5	–
Вихід	–	480	–	480	–	480	–

Для досягнення технічного результату у проектуванні рецептури сухої суміші для мафінів було враховано вимоги ДСТУ 2900:2006 “Концентрати харчові. Напівфабрикати виробів з борошна. Загальні технічні умови”.

Технологічний процес приготування мафіну функціонального призначення з сухої суміші відбувається таким способом: до сухої суміші для мафінів додають відміряну порцію теплої води ($t = 35...37\text{ }^{\circ}\text{C}$) і зазначену порцію рослинної олії (одна упаковка розрахована на 6 порцій готового продукту). Ретельно перемішують 1...2 хвилини, дають час настоятися 8...10 хвилин (для набряку білково-полісахаридної частини). Після чого тісто розкладають по формах для мафінів (заповнюючи від 2/3 висоти форми) і випікають за температури $180...190 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 20...25 хв.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники сухої суміші для виробництва мафінів

Показник	Вимоги ДСТУ 2900:2006	Зразки сухої суміші для мафінів із кербом	
		10 %	15 %
Масова частка вологи, %	Не більше ніж 10,0	8,98	7,13
Масова частка металевих домішок, %	Не більше ніж $3 \cdot 10^{-4}$	Відсутні	Відсутні
Зараженість шкідниками хлібних запасів та їх личинками	Не дозволено	Відсутні	Відсутні
Сторонні домішки	Не дозволено	Відсутні	Відсутні

Додавання збагачувальних добавок та заміна натуральних (рідких) інгредієнтів на сухі впливає на реологічні властивості тіста, які позначаються на процесах його оброблення, формування напівфабрикатів та на якості готової продукції. Для отримання мафінів високої якості тісто повинно відповідати певним вимогам, що зумовлюють його здатність чинити опір деформації під дією зовнішніх сил за технологічної обробки.

Був проведений аналіз якості тіста, виготовленого за розробленими рецептурами, контролем служив

Охолоджують 7...10 хв. Використання в технології мафінів олії рослинної рафінованої дозволяє не тільки змінити кількісний вміст ліпидовмісного компонента, а й поліпшити якісний склад жирів, сприяючи зниженню вмісту холестерину і значному збільшенню частки поліненасичених жирних кислот. Це свідчить про функціональну спрямованість виробів, отриманих за інноваційною технологією.

Було проведено відпрацювання дослідних рецептур та визначення їх фізико-хімічних показників. Результати дослідження фізико-хімічних показників (масова частка вологи, масова частка металевих домішок, зараженість шкідниками хлібних запасів та їх личинками, сторонні домішки) розробленої сухої суміші наведені в таблиці 2.

зразок тіста, виготовлений за класичною технологією. Серед технологічних показників, які оцінюють якість тіста, було досліджено вологість та густину. Параметри тіста визначали під час замісу тіста за температурою $15...18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Експериментальні середні значення густини та вологості тіста для мафінів, яке виготовлене на основі сухої суміші з використанням кербу та підсолонку, наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Значення показників густини та вологості тіста мафінів на основі сухої суміші

Показник	Контроль	Зразки тіста для мафінів на основі сухої суміші з кербом	
		10 %	15 %
Густина тіста, $\text{г}/\text{см}^3$	1,108	1,384	1,402
Вологість тіста, %	33,4	31,8	33,9

Як свідчать результати, наведені в табл. 3, внаслідок збільшення дозування кербу густина тіста зростає через недостатню кількість вільної вологи в системі. Така тенденція змінюється зокрема набуванням суміші внаслідок поглинання та утримання вологи. Підвищення концентрації кербу вище ніж 15 % буде призводити до значної густини тіста, що є небажаним у виробництві кондитерських виробів, оскільки робить їх густішими і менш пористими.

Варто зазначити, що зі збільшенням частки кербу в сухій суміші вологість тіста у зразку з 10 % кербу зменшується щодня контролю на 4,7 %, а у зразку із 15 % кербу збільшується на 0,29 %. Здатність утримувати воду дає можливість збільшити

вихід виробів, поліпшити текстуру тіста та вплинути на їх термін зберігання.

Упик у мафінах, які виготовлені на основі сухої суміші (рис. 1), мав тенденцію до збільшення порівняно з контролем. При порівнянні мафінів на сухій суміші зі збільшенням відсотка дозування кербу – показник упіку знижувався. Упик гарячих мафінів з 15-відсотковим вмістом порошку плодів ріжкового дерева знизився на 3,3 %, а після остигання – на 5,6 %. Це, очевидно, зв'язано з властивістю кербу та складових сухої суміші утримувати додаткову вологу в продукті. Така складова порошку кербу, як харчові волокна, мають більш високу енергію зв'язку вологи, ніж крохмаль борошна. Вологоутримуюча здатність

білків сухого молока продовжує термін зберігання виробів. Отже, за рахунок сухої суміші уповільню-

ється процес вологовіддачі, це забезпечує зменшення упікання виробів

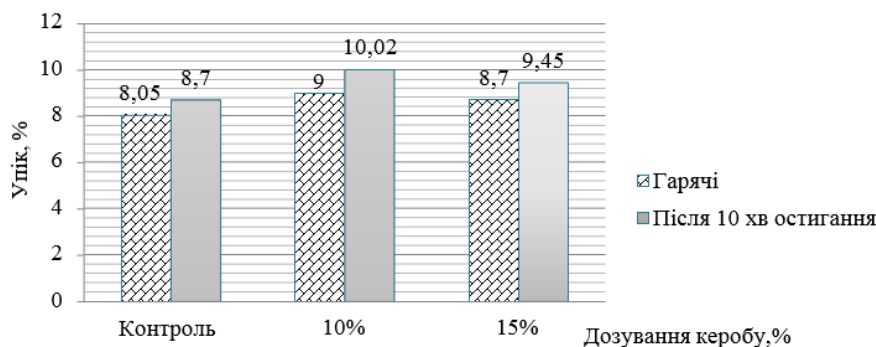


Рис. 1. Вплив кербу на упік мафінів, виготовлених на основі сухої суміші

Загальновідомо, що вологість – це показник, який контролюється на всіх етапах виробництва борошняних виробів і здійснює суттєвий вплив на якість напівфабрикатів та харчову продукцію з їх використанням. Результати досліджень мафінів, які виготовлені на основі сухої суміші, показали, що їхня вологість зростає на 2,53...6,56 % зі збільшенням дозування порошку кербу. Ймовірно, це можна пояснити тим, що разом з кербом вносяться інші сухі компоненти, що мають достатньо високу вологоутримуючу здатність.

Для мафінів, які виготовлені на хімічних розпушувачах, контролю підлягає показник лужності. Значення даного показника не повинно перевищувати 2 град. Дані, що отримані у ході дослідження, перебувають у межах, що регламентовані вимогами чинної нормативної документації. Дослідження показали, що додавання кербу та підсолджувача до складу мафінів на основі сухої суміші знижує показник лужності з 1,5 град до 1,2 град у зразку з максимально досліджуваним дозуванням добавки. Зниження лужності пояснюється тим, що керб у своєму складі містить органічні кислоти, які вступають у взаємодію з розпушувачем лужної природи, що призводить до його нейтралізації, крім цього, зниження лужності позитивно

впливає на якість готового виробу і на його органолептичні показники.

Важливим показником, що характеризує структурно-механічні властивості мафінів, є намочуваність. Виявлено, що зі збільшенням відсотку добавки цей показник зростає, це пояснюється вмістом харчових волокон у складі кербу, які мають вищу водопоглинальну здатність. Це позитивно впливає на якість мафінів, вони мають гарну пористість. Встановлено, що досліджувані зразки за значенням показника намочуваності відповідають вимогам нормативної документації – згідно з ДСТУ даний показник має бути не менше ніж 100 %. Намочуваність мафіну із дозуванням кербу в 5 % має нижчий показник, ніж у контролі, на 2,1 %.

Варто зазначити, що важливою характеристикою якості випечених мафінів є пористість виробів, що значно впливає на їх здатність до швидкого та рівномірного просочення сиропом та начинкою і зумовлює текстуру готової продукції. Встановлено, що мафіни на основі сухої суміші з додаванням 10 та 15 % кербу мають вищу пористість, ніж у контролі, на 29,6 та 17,5 відсотних відсотки відповідно. Зведені фізико-хімічні показники готових виробів подані в таблиці 4.

Таблиця 4

Зведені фізико-хімічні показники готових виробів

Показник	Вимоги ДСТУ 4505:2005	Контр.	Зразки мафінів на основі сухої суміші з кербом	
			10 %	15 %
Упік, %:		8,05	9	8,7
Гарячі	не нормується			
Після остигання		8,7	10,02	9,45
Вологість, %	10,0 – 31,0	22,85	23,43	24,35
Лужність, град.	не більше ніж 2,0	1,5	1,4	1,2
Намочуваність, %	не менше ніж 100,0	122,8	129,8	135,38
Пористість, %	не нормується	45,8	59,4	53,85

На основі розробленого проекту рецептури (табл. 1) було розраховано харчову та біологічну цінність мафінів, приготованих на основі сухої суміші, та наведена порівняльна характеристика з контрольним

зразком. Харчова та енергетична цінність розроблених мафінів і контролю із розрахунку на 100 г виробів наведена в таблиці 5.

Таблиця 5

Харчова та енергетична цінність готових виробів

Показник	Найменування виробів		
	Контроль	мафіни на основі сухої суміші з кербом 10 %	мафіни на основі сухої суміші з кербом 15 %
Білки, г	7,8	7,6	7,5
Жири, г	10,2	10,5	10,4
Вуглеводи, г	48,4	33,3	32,8
Харчові волокна, г	2	3,3	3,9
Енергетична цінність, ккал	317,4	258	255,3

Як видно з таблиці 5, енергетична цінність мафінів, виготовлених на основі сухої суміші зі стевією та еритрітолом, з внесенням кербу має тенденцію до зниження порівняно з контрольним зразком. Так, мафін на сухій суміші з внесенням кербу 10 % мав на 18,7 % меншу калорійність порівняно з контрольним зразком, а мафін із внесенням кербу 15 % – на 19,6 % відповідно. Калорійність мафінів на основі сухої суміші з 15 % кербу знизилася на 62,1 ккал щодо контролю.

Включення кербу до розроблених рецептур мафінів збагачує вироби харчовими волокнами, зокрема целюлозою, геміцелюлозою, камедями тощо. Це сприяло підвищенню кількості харчових волокон у виробах, вміст яких коливається від 3,3 до 3,9 г/100 г, що зумовлено особливістю хімічного складу сировинних компонентів. Найбільшу кількість харчових волокон містять мафіни з 15 % кербу, що в 1,95 раза більше, ніж у контрольному зразку.

Розроблені мафіни на натуральній сировині та на основі сухої суміші з 10...15 % кербу містять на 31,2...32,2 % менше вуглеводів, ніж контроль, що насамперед пояснюється повною заміною цукру-піску на підсолоджувач.

Таким чином, внаслідок розроблення нових видів мафінів досягнуто соціального ефекту, який полягає у розширенні традиційного асортименту борошняних кондитерських виробів продукцією функціонального призначення з поліпшеними споживними властивостями. Розроблені мафіни мають значні переваги порівняно з традиційними, оскільки характеризуються покращеною біологічною і харчовою цінністю.

За результатами проведених досліджень можна стверджувати, що використання кербу та підсолоджувача дозволяє отримати мафіни з якісними показниками на рівні контрольного зразка. Отримані під час досліджень дані свідчать про те, що мафіни на основі сухої суміші з кербом у кількості 15 % від маси борошна за структурно-механічними і фізико-хімічними показниками відповідають вимогам дієчого стандарту. Таким чином, після проведених досліджень можна зробити висновок, що використання кербу та підсолоджувача сприяє поліпшенню технологічних показників мафінів.

Висновки

Встановлено, що оптимальним внесенням кербу до рецептури мафінів, яке надає їм якостей, наближених до контрольного зразка, є мафін на сухих сумішах

з внесенням 15 % кербу. Отримані дані під час досліджень свідчать про те, що мафіни на сухих сумішах з кербом у кількості 15 % від маси борошна найкраще відповідають вимогам дієчого стандарту, вони забезпечують високу поживну цінність виробів із достатньо хорошими фізико-хімічними показниками, встановлено, що додавання кербу сприяє зменшенню вологості виробів, а також незначному зниженню лужності, особливо помітний позитивний вплив компонентів є за показником підйомної сили.

Визначено соціальний ефект від впровадження мафінів на основі сухої суміші зі стевією та еритрітолом і кербом. Вироби вирізняються підвищеним вмістом харчових волокон та пониженим вмістом вуглеводів. Енергетична цінність розроблених мафінів нижча від контрольного зразка на 19,6 % і становить 255,3 ккал на 100 г готових виробів.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях доцільним є вивчення впливу внесених добавок на мікробіологічні показники та терміни зберігання.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bolgova, N. (2019). The functional features of production of sour-milk product with gluten-free flour. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(91), 25–28. DOI: 10.32718/nvlvet-f9105.
- Farisieiev, A. G., & Dyshuk Gh. V. (2021). Promising technologies of flour confectionery products with a functional purpose. *Novi tekhnologhiji i obladannnja kharchovykh vyrobnyctv*, 22–24 (in Ukrainian).
- Farisieiev, A. H., Matsuk, Y. A., Stetsenko, V. V., & Novik, H. V. (2023) Technological and economic justification of muffin technology for healthy nutrition. *Journal of Chemistry and Technologies*, 31(2), 240–254. DOI: 10.15421/jchemtech.v31i2.274303.
- Fedjanovych, G. V., & Farisieiev, A. G. (2021). Development of technology for muffins using carob and natural sweeteners. *Aktualjni problemy bezpeky zhyttjedijalnosti ljudyny v suchasnomu suspiljstvi*, 485–488 (in Ukrainian).
- Ghirchuk, O., Levycjka, A. O. (2017). Development of the market of confectionery products in Ukraine : competitive aspects. *Advanced Technologies of*

- Science and Education (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.
- Macuk, Ju. A., Korpikova, Je. O., & Ishhenko, N. V. (2019). Justification of the technology of gluten-free muffins with the addition of chia seeds. *Science Bulletin of PUET: Technical Sciences*, 1(91), 8–14 (in Ukrainian).
- Pasichnyi, V., Ukrainets, A., Chebanenko, K., & Kamlay, I. (2020). The use of the β -cyclodextrin with iodine in technology of making meatballs and their functional characteristics. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 22(93), 45–49. DOI: 10.32718/nvlvet-f9308.
- Revutskaya, L. Y. (2017). Investigation of technologies of flour confectionery products with use raw materials tropical plants and sweeteners. *Scientific look into the Future*, 5(1), 81–89. DOI: 10.30888/2415-7538.2017-05-01-114.
- Reznichenko, I. Yu., Renzyaeva, T. V., Tabatorovich, A. N., Surkov, I. V., & Chistyakov, A. M. (2017). Formation of a range of functional flour confectionery products. *food processing : Techniques and Technology*, 45(2), 149–162.
- Volujko, I. S., & Vyshnevsjka, I. B. (2019). Modern trends in improving the nutritional and biological value of flour confectionery products. *Suchasni tendenciji vyrobnyctva boroshnjanykh kondytersjkykh vyrobiv*, 22–25 (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-f10011
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.144:67:613.98

Sour milk drink technology with amaranth flour

I. M. Bernyk, S. M. Ovsienko, N. V. Novgorodska✉, O. P. Razanova

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 01.08.2023

Received in revised form

04.09.2023

Accepted 05.09.2023

Vinnitsia National Agrarian
University, Sonyachna Str., 3,
Vinnitsia, 21008, Ukraine.
Tel.: +38-096-662-15-23
E-mail:
nadia.novgorodska@gmail.com

Bernyk, I. M., Ovsienko, S. M., Novgorodska, N. V., & Razanova, O. P. (2023). Sour milk drink technology with amaranth flour. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 67–73. doi: 10.32718/nvlvet-f10011

The article presents the results of a study on the production of sour milk drink with amaranth flour and cranberry puree. Sour milk drink corresponds to the modern concept of production of qualitatively new food products with the directed changes of chemical structure according to physiological needs of the person. Amaranth flour has been used in the production of innovative products as a high-protein ingredient that increases the nutritional value of products. At the first stage, a study of the functional and technological properties of amaranth flour was conducted. The parameters of preliminary heat treatment of amaranth flour were experimentally established. It was found that increasing the temperature and duration of aging amaranth flour increases its moisture-retaining properties. It is proposed to brew amaranth flour at a temperature of 90 °C for 10 minutes. In experimental studies, brewed amaranth flour in different concentrations was added to the milk base of the experimental samples: sample 2 – 1 %, sample 3 – 2 % sample 4 – 3 % sample 5 – 4 % and prepared cranberry puree in the amount of 5 %. Preparation of cranberry puree consisted of heating to $t = 40 \pm 2$ °C, adding sugar and stirring. According to the results of the research, the amount of brewed amaranth flour in the fermented milk product was established. The most harmonious were the organoleptic characteristics with a content of brewed amaranth flour of 3 %. The technology of production of sour-milk drink with vegetable ingredients by thermostatic method is offered. Technological operations for the production of fermented milk product are as follows: acceptance and evaluation of the quality of the main and auxiliary raw materials; cleaning from mechanical impurities, separation, cooling, milk reservation; homogenization of the mixture; pasteurization and cooling of the mixture; preparation of cranberry puree; brewing amaranth flour; assembly of the mixture, application of leaven, mixing, bottling, sealing, marking; fermentation, cooling, comprehensive assessment of quality and functional properties; transportation and sale.

Key words: amaranth flour, sour milk drink, functional-technological properties, heat treatment, organoleptic indicators.

Технологія кисломолочного напою з амарантовим борошном

I. М. Берник, С. М. Овсієнко, Н. В. Новгородська✉, О. П. Рязанова

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

У статті наведено результати дослідження виробництва кисломолочного напою з борошном амаранту та пюре журавлини. Кисломолочний напій відповідає сучасній концепції виробництва якісно нових харчових продуктів з направленними змінами хімічного складу відповідно до фізіологічних потреб людини. Амарантове борошно набуло використання у виробництві інноваційних продуктів, як високобілковий інгредієнт, що підвищує харчову та біологічну цінність продуктів. На першому етапі було проведено дослідження функціонально-технологічних властивостей амарантового борошна. Експериментально встановлено параметри попередньої термічної обробки амарантового борошна. Встановлено, що збільшення температурного режиму і тривалості витримування амарантового борошна підвищують його вологоутримуючі властивості. Запропоновано проводити заварювання амарантового борошна за температури 90 °C протягом 10 хвилин. В експериментальних дослідженнях у молочну основу дослідних зразків вносили заварене амарантове борошно в різних концентраціях: зразок 2 – 1 %, зразок 3 – 2 % зразок 4 – 3 % зразок 5 – 4 % та підготовлене пюре журавлини в кількості 5 %. Підготовка пюре журавлини полягала в нагріванні до $t = 40 \pm 2$ °C, додаванні цукру та перемішування. За результатами проведених досліджень встановлено раціональну кількість внесення завареного борошна амаранту

до кисломолочного продукту. Найбільш гармонійними були органолептичні показники за вмісту завареного амарантового борошна 3 %. Запропоновано технологію виробництва кисломолочного напою з рослинними інгредієнтами термостатним способом. Технологічні операції виробництва кисломолочного продукту такі: приймання і оцінка якості основної та допоміжної сировини; очищення від механічних домішок, сепарування, охолодження та резервування молока; гомогенізація суміші; пастеризація і охолодження суміші; підготовка поре журавлини; заварювання амарантового борошна; складання суміші, внесення закваски, перемішування, розлив, закупорювання, маркування; сквашування, охолодження, комплексна оцінка якості і функціональних властивостей; транспортування і реалізація.

Ключові слова: амарантове борошно, кисломолочний напій, функціонально-технологічні властивості, термічна обробка, органолептичні показники, поре журавлини.

Вступ

Кисломолочні напої – це продукти рідкої або напіврідкої консистенції, отримані сквашуванням (ферментацією) молочної суміші заквашувальних препаратів. Готовий продукт в кінці терміну придатності до споживання має містити життєздатні клітини мікроорганізмів у кількості не менше ніж 10^6 колонієутворюючих одиниць в 1 г продукту (Hati et al., 2019; Solomon et al., 2019).

На формування споживних властивостей кисломолочних напоїв впливають такі фактори, як вид закваски, вид та якість сировини, технологія виготовлення (Van Loveren et al., 2012; Peres et al., 2012; Zawistowska-Rojek et al., 2016; Bernyk, 2019).

Кисломолочні напої містять корисні речовини у легкозасвоюваній формі, адже в процесі життєдіяльності мікрофлори білки частково розщеплюються до пептонів та інших простих речовин, із лактози утворюється молочна кислота, в продуктах накопичуються вітаміни, ферменти, антибіотичні сполуки. Молочна кислота надає продукту слабокислого освіжаючого смаку, покращує засвоєння напоїв, підвищує використання кальцію, інгібує ріст патогенної мікрофлори, має антиоксидантні властивості, діє як консервант. Перевагою кисломолочних напоїв є нижчий порівняно з молоком вміст лактози (Tsekhnistrenko & Kononskyi, 2014).

Корисні властивості кисломолочних напоїв відомі дуже давно, проте постійно відбувається науковий пошук шляхів їх удосконалення. Вагомий вплив на організм людини мають молочнокислі бактерії, які потрапляють в організм людини за умови постійного вживання кисломолочних продуктів, проходять через шлунок, а в товстому відділі кишківника пригнічують гнильні мікроорганізми. Здоров'я людини та зокрема передчасне старіння людського організму є наслідком постійної дії отруйних речовин, що накопичуються у кишківнику, як наслідок життєдіяльності гнильних мікроорганізмів (Frackiewicz, 2022).

Кисломолочні напої використовують для лікувально-профілактичного харчування хворих шлунково-кишкового тракту. Для профілактики і лікування туберкульозу рекомендують кумис. Ацидофільні продукти використовуються при лікуванні запальних процесів кишечника, гнійних ран. Систематичне вживання кисломолочних напоїв поліпшує здоров'я людини, підвищує стійкість до інфекцій і утворення пухлин (Solomon et al., 2021).

Асортимент кисломолочних напоїв на Україні досить різноманітний. Умовно їх можна класифікувати за такими ознаками (Solomon et al., 2019):

- спосіб виробництва: виготовлені резервуарним чи термостатним способом;
- консистенція готового продукту: з порушеним та непорушеним згустком;
- хімічні показники: жирні, маложирні та нежирні; продукти з підвищеною масою часткою сухих знежирених речовин молока; продукти з додаванням цукру або підсолоджувачів, плодово-ягідних і злакових наповнювачів; збагачені вітамінами, мікроелементами та іншими біологічно активними речовинами;
- вихідна сировина: продукти з незбираного і знежиреного молока, маслянки, сироватки;
- види заквасок: продукти, приготовлені сквашуванням окремими чистими бактеріальними культурами або їх симбіотичними композиціями на основі лакто- та біфідобактерій, дріжджів.

За характером сквашування кисломолочні напої поділяють на дві групи:

- отримані в результаті тільки молочнокислого бродіння (йогурт, ацидофільне молоко тощо);
 - отримані в результаті змішаного молочнокисло-го і спиртового бродіння (кефір, ацидофілін тощо).
- Класифікувати кисломолочні напої можна за термінами придатності до споживання і корисним властивостям на такі три групи:
- свіжі кисломолочні напої з короткими термінами придатності до споживання;
 - свіжі кисломолочні напої з подовженим терміном придатності до споживання;
 - термізовані кисломолочні напої.

Для сучасного споживача пріоритетним є склад, термін придатності й корисність продукту. У зв'язку з цим актуальним напрямком дослідження є перспектива розробки кисломолочного напою, який буде володіти оригінальними смаковими і підвищеними поживними властивостями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми.

Сучасна концепція харчування включає створення технології виробництва якісно нових харчових продуктів з направленими змінами хімічного складу, що відповідає фізіологічним потребам людини – функціональні харчові продукти (Syrpas & Kitryte, 2016).

Продукти функціонального призначення – це продукти, які займають місце між продуктами загального вжитку, тими, що входять до раціону основних груп населення, та продуктами, які мають лікувальне призначення. Саме такі продукти здійснюють позитивний вплив на людський організм, адже містять фізіологічно функціональні харчові інгредієнти (Cherevko & Peresichnyi, 2017).

Умовно можна виділити три основні групи функціональних продуктів (Bernyk et al., 2022):

- традиційні продукти, що в натуральному вигляді містять велику кількість фізіологічно-функціонального інгредієнта або їх групи;

- традиційні продукти, в яких технологічно знижено вміст шкідливих речовин для здоров'я компонентів;

- традиційні продукти, які додатково збагачені функціональними інгредієнтами з допомогою різних технологічних прийомів.

В технологіях першої групи продуктів виключається використання антибіотиків, гормонів, пестицидів та ін.

До другої групи належать функціональні харчові продукти, в яких виключений вміст холестерину, тваринних жирів з високим вмістом жирних кислот, гідровані олії, що містять трансізомери жирних кислот, низькомолекулярні вуглеводи (сахароза), натрій, джерелом якого служить кухонна сіль, та ін. Надлишкове споживання перерахованих харчових інгредієнтів шкідливе для здоров'я і належить до фактору ризику виникнення захворювань, особливо серцево-судинних. Технологічна рішення отримання функціональних продуктів цієї групи полягає в дослідному вилученні або руйнуванні таких інгредієнтів.

Третя група – збагачені функціональні продукти. Це продукти, які отримують додаванням до традиційних харчових продуктів одного або кількох фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів з метою уникнення або виправлення їх дефіциту, що існує в організмі людини.

Технологічні особливості збагачення традиційних харчових продуктів залежать від рецептурного складу, фізичних і механічних властивостей (враховуючи термічну й хімічну стійкість) та умов отримання готового харчового продукту (Matos et al., 2022).

Значний інтерес становлять кисломолочні напої, їх розглядають як оптимальний харчовий продукт, який можна використовувати для збагачення раціону харчування людини. Оскільки до їх складу входять біологічно активні речовини та незамінні нутрієнти, все це загалом сприятливо впливає на функціональний стан, обмін речовин та імунну систему організму (Cherevko & Peresichnyi, 2017).

Кисломолочні напої, що містять молочнокислі мікроорганізми та біфідобактерії, зараховують до продуктів функціонального харчування. Відповідно до діючої термінології їх називають продуктами з пробіотичними властивостями, а мікроорганізми, що присутні в них, отримали назву “пробіотики” (Van Loveren et al., 2012).

Таким чином, кисломолочні напої в раціональному харчуванні людини служать важливим фактором профілактики та лікування різних захворювань. Науковці значну увагу приділяють розробці та використанню кисломолочних напоїв функціонального призначення, що містять мікроорганізми-пробіотики, які виконують роль постачальників поживних речовин в збалансованих

кількостях і мають профілактичну дію на організм людини. Водночас у харчовій індустрії широко використовують добавки рослинного походження, що поліпшують органолептичні, структурно-механічні показники продуктів, надають продуктам лікувально-профілактичних властивостей (Bernyk et al., 2022).

Амарант – рослина, визнана комісією ООН з продовольства однією з найперспективніших злакових культур нашого століття. Амарантове борошно має високу біологічну цінність, служить багатим джерелом мінеральних речовин, незамінних для людини амінокислот, зокрема, лізину, метіоніну та триптофану; вітамінів групи В, С, А, Д і РР, які спільно з вітаміном Е надають виражену імуностимулюючу, протизапальну, антиоксидантну дію. Особливо багате борошно амаранту калієм, кальцієм і фосфором, які відіграють важливу роль в регуляції ритму, сили і швидкості скорочень міокарда (Zhang et al., 2023).

До складу борошна амаранту входять речовини, які нормалізують кислотність шлункового соку, підсилюють секреторну функцію шлунка і кишківника (вітаміни В₁ і В₂), надають протизапальну дію на слизові оболонки шлунково-кишкового тракту, а також перешкоджають розвитку запальних процесів у печінці, жовчному міхурі та жовчовивідних шляхах. В амарантовому борошні високий вміст холіну, фосфоліпідів і метіоніну – речовин, що нормалізують процес жовчовиділення та попереджують жирову інфільтрацію печінки. Завдяки високому вмісту клітковини амарантове борошно сприяє усуненню запорів, нормалізації балансу корисної кишкової мікрофлори і очищенню шлунково-кишкового тракту від шкідливих шлаків і токсинів.

Останнім часом амарантове борошно використовують для виробництва інноваційних борошняних і хлібобулочних виробів, м'ясних і рибних виробів, молочних продуктів як високобілковий інгредієнт, що підвищує харчову цінність (Montoya-Rodríguez et al., 2015).

Хімічний склад борошна амаранту представлений рослинними білками, що володіють поживними властивостями: швидко насичують організм, надають мінімальне навантаження на шлунково-кишковий тракт, мають позитивний впливають на мікрофлору. Комбінування білка рослинного і тваринного походження дозволить домогтися максимальної біологічної цінності розробленого збагаченого продукту, а також оптимального амінокислотного складу кисломолочного продукту.

Амарантове борошно містить, як насичені (21 %), так і ненасичені жирні кислоти (74 %), з них мононенасичених – 35 % і поліненасичених – 39 %. В амарантовому борошні значний вміст вітаміну С (4,2 мг/100 г), Е (1,4 мг/100г) та РР (4,3 мг/100г).

Мета дослідження

Метою даної роботи є розробка науково-обґрунтованої технології виробництва кисломолочного напою з борошном амаранту та пюре журавлини.

Матеріал і методи досліджень

Об'єкт дослідження – технологія кисломолочного напою з рослинними інгредієнтами. *Предмет дослідження* – борошно амаранту, пюре журавлини, спосіб підготовки рослинних інгредієнтів, кисломолочний напій.

Для виконання поставлених завдань використовували стандартні методи дослідження фізико-хімічних, мікробіологічних і органолептичних показників кисломолочного напою (Beryk et al., 2020; Solomon et al., 2020).

Для визначення *волоگوутримуючої здатності* (ВУЗ) у чисту центрифужну пробірку вносили зразок, центрифугували за частоти обертів 5000 хв^{-1} впродовж 15 хв. Рідину, яка утворилася над осадом, зливали і визначали у ній вміст сухих речовин за допомогою рефрактометра. Масу вологого осаду, що залишився, визначали зважуванням.

ВУЗ, %, розраховували за формулою (1):

$$ВУЗ = \frac{M_e}{M_n(100 - \alpha)} 100, \quad (1)$$

де ВУЗ – волоگوутримуюча здатність, %; M_e – маса вологого осаду після центрифугування, г; M_n – маса сухої наважки, %; α – коригуючий коефіцієнт,

який враховує вміст сухих речовин у надосадовій рідині, %.

Коригуючий коефіцієнт визначали за формулою (2):

$$\alpha = \frac{(e - M_e)p}{cM_n} 100, \quad (2)$$

де v – кількість води, яка була взята для приготування суспензії, г; c – масова частка сухих речовин, %; p – вміст сухих речовин в надосадовій рідині, %.

Коефіцієнт набухання (К), % визначали ваговим методом за формулою (3):

$$K = \frac{m_1 - m_0}{m_0} 100 = \frac{m_p}{m_0} 100, \quad (3)$$

де m_0 , m_1 – маса системи до і після набухання відповідно, мг; m_p – маса поглинутого розчинника, мг.

Результати та їх обговорення

Враховуючи значний вміст крохмалю у складі амарантового борошна, на початковому етапі було проведено дослідження функціонально-технологічних властивостей рослинного інгредієнта, зокрема за показниками набухання, волоگوутримуючої та емульгуючої здатності (рис. 1).

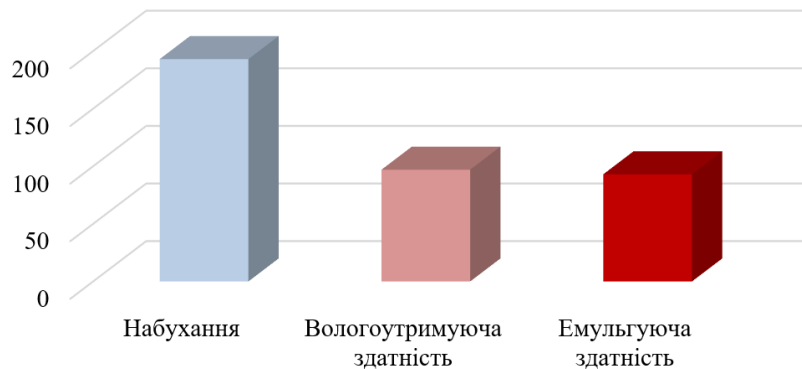


Рис. 1. Функціонально-технологічні властивості амарантового борошна

Властивості амарантового борошна – набухання, волоگوутримуюча та емульгуюча здатності пов'язані з вираженими гідрофобними властивостями білків, наявністю крохмалю і клітковини. Зазначенні властивості здатні впливати на технологічний процес виробництва кисломолочного напою. Додавання амарантового борошна сприятиме модифікації функціональних властивостей продукту в бік посилення вологуутримуючої здатності та регулювання в'язкості продукту, що призведе до підвищення якості продукту.

Зв'язування води рослинною сировинною визначається технологічними параметрами процесу, при цьому температурний режим має ключовий вплив. Були проведені дослідження з вивчення температурних параметрів попередньої термічної обробки амарантового борошна на вологуутримуючі властивості. Для визначення температурних режимів було обрано

такі параметри: температурний режим: 60 °С; 70 °С; 80 °С; 90 °С; тривалість витримки: 10 хв; 20 хв; 30 хв (рис. 2).

Дослідженнями встановлено, що збільшення температурного режиму і тривалості витримки амарантового борошна підвищують його вологуутримуючі властивості. Найкращі значення набухання амарантового борошна отримано за температури 90 °С та тривалості витримки 10 хвилин – 415 %. Високий вміст білків в борошні призводить до адсорбції води за рахунок участі гідрофільних і гідрофобних залишків амінокислот з молекулами води, а крохмаль забезпечує значне поглинання води крохмальними зернами амаранту, що вирізняються малими розмірами і високою питомою поверхнею. Таким чином, заварювання амарантового борошна необхідно здійснювати за температури 90 °С протягом 10 хвилин.

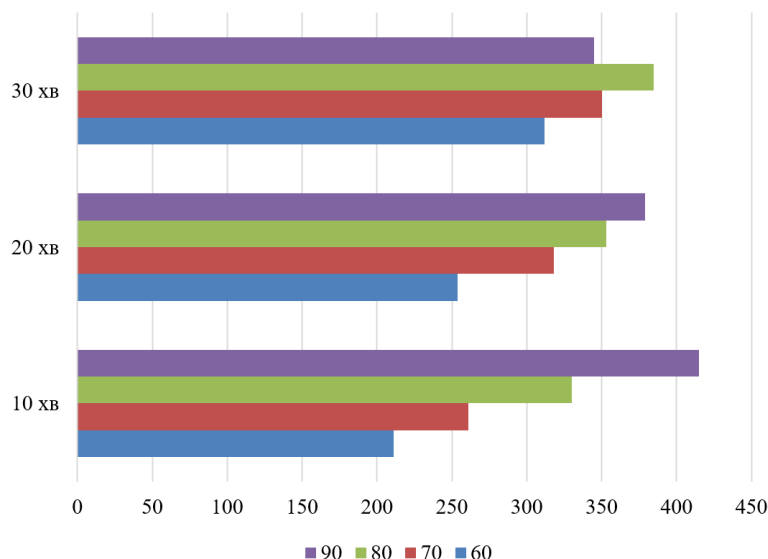


Рис. 2. Ступінь набухання амарантового борошна

Для встановлення необхідної кількості термічно обробленого амарантового борошна в кисломолочному напої у лабораторних умовах термостатним способом були виготовлені контрольні та дослідні зразки кисломолочних продуктів. Підготовлене середовище амарантового борошна вносили на технологічному етапі заквашування. В дослідженнях використовували закваску бактеріальну Іпровіт-Симбілакт-М, виробник Державне дослідне підприємство Інституту продовольчих ресурсів. Закваска Іпровіт-Симбілакт-М – пробіотичний продукт нового покоління, що містить комплекс високоактивних мікроорганізмів, які пози-

тивно впливають на засвоєння білків, жирів, вуглеводів, вітамінів та інших корисних речовин, стимулюють імунну систему, сприяють зниженню рівня холестерину і проявляють детоксикаційну дію.

Технологія продуктів відрізнялася тим, що в молочну основу дослідних зразків вносили заварене амарантове борошно за різних концентрацій: зразок 2 – 1 %, зразок 3 – 2 %, зразок 4 – 3 %, зразок 5 – 4 % та пюре журавлини в кількості 5 %. Оцінювання показників дослідних зразків проводили за органолептичними показниками (табл. 1).

Таблиця 1

Органолептичні дослідження кисломолочних напоїв

Показник	Зразок 1 (контроль)	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Зразок 5
Зовнішній вигляд і консистенція	Помірно щільна, однорідна консистенція з непошкодженим згустком	Щільна, однорідна консистенція з непошкодженим згустком	Щільна, однорідна консистенція з непошкодженим згустком	Щільна, однорідна консистенція з непошкодженим згустком	Занадто щільна, однорідна консистенція з непошкодженим згустком
Смак і запах	Чистий, кисломолочний смак і запах	Чистий кисломолочний смак і запах з невираженим присмаком амарантового борошна, з присмаком плодів журавлини	Чистий кисломолочний смак і запах з невираженим присмаком амарантового борошна, з присмаком плодів журавлини	Чистий кисломолочний смак і запах з вираженим присмаком амарантового борошна та присмаком плодів журавлини	Чистий кисломолочний смак і запах з борошністим присмаком амарантового борошна, з присмаком плодів журавлини
Колір	Молочно-білий, рівномірний по всій масі	Світло-рожевий, рівномірний по всій масі	Світло-рожевий, рівномірний по всій масі	Світло-рожевий, рівномірний по всій масі	Світло-рожевий, рівномірний по всій масі

Було проведено дослідження фізико-хімічних показників якості кисломолочного напою (рис. 3).

За результатами досліджень встановлено, що кількість досліджуваного інгредієнта має суттєвий вплив. Так, зі збільшенням кількості амарантового борошна в дослідних зразках значно змінюється і їх сенсорна характеристика. Найбільш гармонійними є органолептичні показники дослідного зразка № 4, що містить

3 % завареного амарантового борошна. Підвищення кількості досліджуваного інгредієнта призводить до підвищення титрованої кислотності, внаслідок збродування молочнокислими бактеріями моно- і дисхаридів, під впливом протеолітичних ферментів мікроорганізмів і власних протеаз білкові компоненти розщеплюються до амінокислот, які є джерелом для молочнокислих бактерій.

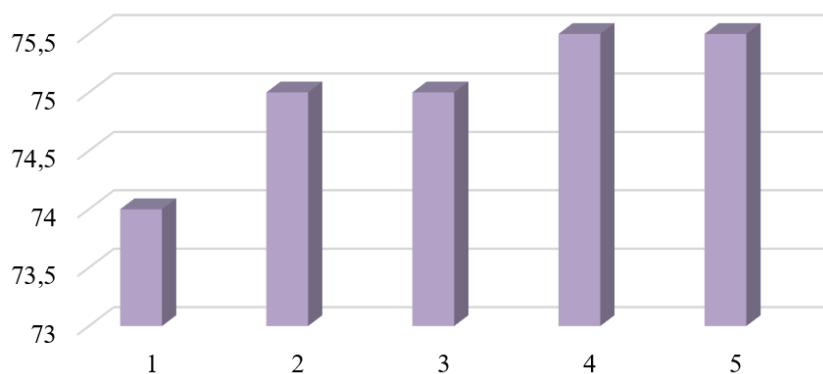


Рис. 3. Титрована кислотність, °Т

Аналіз отриманих експериментальних даних та їх інтерпретація дозволили встановити кількість досліджуваного інгредієнта до кисломолочного продукту.

Запропоновано технологію виробництва кисломолочного напою з рослинними інгредієнтами термостатним способом.

Технологічні операції виробництва кисломолочного продукту такі:

1. Приймання і оцінка якості основної та допоміжної сировини. При прийманні сировини її якість оцінюють за органолептичними показниками, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. Залишки інгібуючих речовин не допускаються, кількісний вміст потенційно небезпечних речовин (токсичні елементи, мікотоксини, антибіотики, пестициди, радіонукліди), умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів у молоці має відповідати вимогам, встановленим нормативними правовими актами.

2. Очищення, сепарування, охолодження, резервування молока. Молоко після контролю якості та сортування очищують на сепараторах-молокоцисниках без попереднього підігріву. Сепарування за температури 37 ± 2 °С. Охолодження до температури 4 ± 2 °С та резервування. Зберігання за температури 4 ± 2 °С не більше ніж 12 годин.

3. Нормалізація. Молочну суміш нормалізують за масовою часткою жиру в молоці шляхом додавання до молочної суміші розраховану кількість знежиреного молока або вершків.

4. Гомогенізація суміші. Нормалізована суміш надходить в гомогенізатор, що являє собою плунжерний насос високого тиску. Процес проводять за таких параметрів: температура $60\text{--}65$ °С, тиск $12 \pm 2,5$ МПа.

5. Пастеризація і охолодження суміші. Пастеризують суміш за використання пластинчастої пастеризаційно-охолоджувальної установки за температури 92 ± 2 °С з витримкою 2–3 с, потім охолоджують до температури 40 ± 2 °С.

6. Підготовка пюре журавлини. Ягоди журавлини піддають попередній обробці, подрібнюють до гомогенного стану. Пюре нагрівають до температури 40 ± 2 °С, додають цукор та перемішують.

7. Підготовка амарантового борошна. Амарантове борошно просіюють з метою видалення домішок та розпушування. До амарантового борошна додають підігріте нормалізоване молоко температурою $90 \pm$

2 °С, за постійного перемішування витримують протягом 10 хв, охолоджують до температури 40 ± 2 °С.

8. Складання суміші, внесення закваски, перемішування. У резервуар сорочкового типу та змішувачем подають пастеризовану суміш, пюре журавлини, підготовлене амарантове борошно і закваску. Перемішування закінчують через 15 хв після заповнення резервуара.

9. Розлив, закупорювання, маркування, сквашування. Суміш розфасовують в споживчу упаковку, маркують і направляють для сквашування. Сквашування проводять в термостатній камері за температури 40 ± 2 °С протягом 5 год до утворення щільного згустку кислотністю $65\text{--}70$ °Т.

10. Охолодження, комплексна оцінка якості і функціональних властивостей. Сквашений продукт поміщають в холодильну камеру для охолодження до температури 4 ± 2 °С. Комплексну оцінку якості кисломолочних продуктів проводять за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками та показниками безпеки відповідно до нормативних вимог.

11. Транспортування і реалізація. Транспортують кисломолочні продукти спеціалізованими транспортними засобами відповідно до правил перевезень швидкопсувних вантажів, що діють на транспорті конкретного виду. Зберігання та реалізація за температури 4 ± 2 °С.

Висновки

1. Амарантове борошно використовують у виробництві інноваційних продуктів як високобілковий інгредієнт, що підвищує харчову цінність харчових продуктів. Враховуючи особливості складу, запропоновано проводити підготовку амарантового борошна шляхом заварювання за температури 90 °С протягом 10 хвилин.

2. Встановлено залежність між кількістю амарантового борошна в рецептурі кисломолочного напою та сенсорною характеристикою. За вмісту амарантового борошна 3 % отримано кисломолочний напій з найбільш гармонійними органолептичними показниками. Запропоновано технологію виробництва кисломолочного продукту з рослинними інгредієнтами термостатним способом.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bernyk, I. M. (2019). Innovatsiyni pidkhid do oderzhannia vysokoiakisnoho moloka-syrovyny. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*, 3(106), 46–55. DOI: 10.37128/2520-6168-2019-3-6.
- Bernyk, I. M., Farionik, T. V., & Novgorodska, N. V. (2020). Vetrynarno-sanitarna ekspertyza produktiv tvarynnoho ta roslynnoho pokhodzhennia. *Navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchyykh navchalnykh zakladiv*. Vinnytsia: Vydavnychiy tsestr VNAU (in Ukrainian).
- Bernyk, I. M., Novhorodska, N. V., Solomon, A. M., Ovsiienko, S. M., & Bondar, M. M. (2022). Innovatsiyni tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv: monohrafiia. Vinnytsia: Vydavets FOP Kushnir Yu. V. (in Ukrainian).
- Cherevko, O. I., & Peresichnyi, M. I. (2017). Innovatsiyni tekhnolohii kharchovoi produktsii funktsionalnoho pryznachennia. (2017). *Chastyna 1*. Za red. O. I. Cherevka, M.I. Peresichnoho. Kh.: KhDUKht (in Ukrainian).
- Frąckiewicz, J. (2022). The nutritional and health value of milk and fermented milk drinks. *Technological progress in food processing*. *Technological progress in food processing*, 1, 142–151.
- Hati, S., Das, S., Mandal, S. (2019). Technological Advancement of Functional Fermented Dairy Beverages. *Engineering Tools in the Beverage Industry*, 3, 101–136. DOI: 10.1016/B978-0-12-815258-4.00004-4.
- Matos, Â. P., Novelli, E., & Tribuzi, G. (2022). Use of algae as food ingredient: sensory acceptance and commercial products. *Frontiers in Food Science and Technology*, 2, 1–8. DOI: 10.3389/frfst.2022.989801.
- Montoya-Rodríguez, A., Gomez-Favela, M. A., Reyes-Moreno, C., Milan-Carrillo, J., & Gonzalez de Mejía, E. (2015). Identification of bioactive peptide sequences from Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) seed proteins and their potential role in the prevention of chronic diseases. *Compr Rev Food Sci Food Saf.*, 14(2), 139–158. DOI: 10.1111/1541-4337.12125.
- Peres, C. M., Peres, C., Hernández-Mendoza, A., Xavier, F. (2012). Malcata Review on fermented plant materials as carriers and sources of potentially probiotic lactic acid bacteria – With an emphasis on table olives. *Trends in Food Science & Technology*, 26(1), 31–42. DOI: 10.1016/j.tifs.2012.01.006.
- Solomon, A. M., Bernyk, I. M., & Bondar, M. M. (2021). Znachennia funktsionalnykh kyslomolochnykh napoiv v diietychnomu ta profilaktychnomu kharchuvanni. *Prodovolchi resursy*, 9(16), 180–191. DOI: 10.31073/foodresources2021-16-17.
- Solomon, A. M., Kazmiruk, N. M., & Tuzova, S. D. (2020). Mikrobiolohiia kharchovykh vyrobnytstv. Vinnytsia: RVV VNAU (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., Novhorodska, N. V., & Bondar, M. M. (2019). Kyslomolochni deserty z podovzhenym terminom zberihannia. Vinnytsia: RVV VNAU (in Ukrainian).
- Syrpas, M., & Kitryte, V. (2016). *Functional Foods: An Introduction to Functional Food Products and Nutraceuticals Processing Technologies*. edited by John Shi. London New York: CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group.
- Tshekmistrenko, S. I., & Kononskyi, O. I. (2014). *Bio-khimiia moloka ta molokoproduktiv*. Bila Tserkva: Bilotserk. kn. f-ka (in Ukrainian).
- Van Loveren, H., Sanz, Y., & Salminen, S. (2012). Health claims in Europe: Probiotics and prebiotics as case examples. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3, 247–261. DOI: 10.1146/annurev-food-022811-101206.
- Zawistowska-Rojek, A., Zaręba, T., Mrowka, A., & Tyski, S. (2016). Assessment of the microbiological status of probiotic products. *Polish Journal of Microbiology*, 65, 97–104. DOI: 10.5604/17331331.1197281.
- Zhang, X., Shi, J., Fu, Y., Zhang, T., Jiang, L., & Sui, X. (2023). Structural, nutritional, and functional properties of amaranth protein and its application in the food industry: A review. *Sustainable Food Proteins*, 1(1), 45–55. DOI: 10.1002/sfp2.1002.



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-f10012
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 641.56

Innovations in cooking technologies using non-traditional raw materials

M. Y. Bomba¹, L. O. Fedyna¹, N. B. Slyvka^{2✉}, O. R. Mykhaylytska²

¹Ivan Franko Lviv National University, Lviv, Ukraine

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

Article info

Received 08.08.2023
Received in revised form
11.09.2023
Accepted 12.09.2023

Ivan Franko Lviv
National University,
University Str., 1, Lviv,
79000, Ukraine.
Tel.: +38-098-080-01-18
E-mail: mirbomba55@gmail.com

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-275-37-25
E-mail: slyvkanat@ukr.net

Bomba, M. Y., Fedyna, L. O., Slyvka, N. B., & Mykhaylytska, O. R. (2023). Innovations in cooking technologies using non-traditional raw materials. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 74–79. doi: 10.32718/nvlvet-f10012

The priority direction of the development of food industries of the 21st century is the production of healthy-prophylactic, functional purpose food, which get due to using the innovation technologies and also the use of non-traditional plant raw materials, including the wild plants, with the aim improving the qualitative adequacy of food rations namely ensuring compliance their chemical composition to the physiological needs of human body, improvement of their taste, aroma and other properties. Nowadays, the action of biologically active substances of plant origin for the creation of dishes with a health-improving, preventive functional effect remains insufficiently studied. Therefore, one of new recipes with an improved composition of raw materials, and also using new methods of processing and preparation of products which will allows to keep all nutrients and enriching the body with the necessary nutrients. In this context, in order to expand the range of dishes, we searched for non-traditional raw materials with a significant content of biologically active substances among the biodiversity of the vegetation of the Carpathian region and improved the technologies for the introduction them into Ukrainian cuisine. The properties of non-traditional raw materials of local origin are considered and proposed the priority of directions its use in the development of dishes with health-improving properties for sanatorium – resort complex and restaurants. Changes have been made to innovative manufacturing technologies dishes using traditional vegetable raw materials. Llingonberry and cranberry berries, and green leaves of stinging nettle were used as innovative ingredients taken to improve and expand the assortment of dishes with health-improving properties. Using innovative ingredients with the application of high technologies expands the possibilities of obtaining a technologically new product enriched with biologically active substances, macro- and micronutrients, vitamins, dietary fibers, and other functional additives. The nutritional and biological value of food products using unconventional raw materials of plant origin is given, and the priority directions of its use in the development of dishes with health-improving properties for sanatorium-resort complexes and restaurant establishments of the Western region of Ukraine are proposed.

Key words: healthy nutrition, unconventional raw materials, lingonberry, bog cranberry, dioecious nettle, biological and energetic value.

Інновації у технологіях приготування страв із використанням нетрадиційної сировини

М. Я. Бомба¹, Л. О. Федина¹, Н. Б. Сливка^{2✉}, О. Р. Михайлицька²

¹Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

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

Пріоритетним напрямом розвитку харчових виробництв XXI століття є виробництво продуктів харчування оздоровчо-профілактичного і функціонального призначення, які одержують за інноваційними технологіями, а також внаслідок використання

нетрадиційної рослинної сировини, в тому числі дикорослої, з метою поліпшення якості адекватності харчових раціонів, тобто на забезпечення відповідності їхнього хімічного складу фізіологічним потребам організму людини, поліпшення їх смакових, ароматичних та інших властивостей. На сьогодні недостатньо вивченою залишається дія біологічно активних речовин рослинного походження для створення страв оздоровчої, профілактичної та функціональної дії. Тому одним із способів вирішення цієї проблеми є розробка нових рецептур з удосконаленим складом сировини, а також застосування нових методів обробки і приготування продукції, які дозволять зберегти всі поживні речовини та збагатити організм необхідними нутрієнтами. У цьому контексті з метою розширення асортименту страв проведено пошук нетрадиційної сировини зі значним вмістом біологічно активних речовин серед біорозмаїття рослинного покриву Карпатського регіону та вдосконалено технології щодо їх введення у страви української кухні. Розглянуто властивості нетрадиційної сировини місцевого походження та запропоновано пріоритетні напрями її використання в розробці страв з оздоровчими властивостями для санаторно-курортних комплексів і закладів ресторанного господарства. Внесено зміни у технології виготовлення інноваційних страв із використанням нетрадиційної рослинної сировини. Як інноваційні інгредієнти – взяті для вдосконалення та розширення асортименту страв із оздоровчими властивостями ягоди брусниці та журавлини і зелене листя кропиви дводомної. Використання інноваційних інгредієнтів із використанням високих технологій розширює можливості отримати технологічно новий продукт, збагачений біологічно активними речовинами, макро- і мікронутрієнтами, вітамінами, харчовими волокнами та іншими функціональними добавками. Наведена харчова і біологічна цінність харчових виробів із використанням нетрадиційної сировини рослинного походження та запропоновано пріоритетні напрями її використання в розробці страв з оздоровчими властивостями для санаторно-курортних комплексів і закладів ресторанного господарства західно-го регіону України.

Ключові слова: оздоровче харчування, нетрадиційна сировина, брусниця, журавлина болотна, кропива дводомна, біологічна та енергетична цінність.

Вступ

На сьогодні, як ніколи, питання харчування перебуває в полі зору не тільки науковців та урядових структур, а й широких верств населення країн світової спільноти, що пов'язано передусім з погіршенням стану природного навколишнього середовища, якістю та безпечністю продовольчої сировини і харчових продуктів загалом.

Наукові дослідження свідчать про різке зниження споживання біологічно цінних продуктів: м'яса та м'ясопродуктів – на 37 %, молока і молочних продуктів – на 35 %, яєць – на 38 %, риби – на 80 %, овочів та фруктів – майже на 50 % при одночасному стабільно високому рівні споживання хлібопродуктів, тваринного жиру, зернобобових (Birta & Burgu, 2012).

Останніми роками в населення України спостерігається дефіцит у харчовому раціоні вітамінів, особливо антиоксидантного ряду (А, Е, С), і макро-, мікроелементів (йоду, феруму, кальцію, фтору, селену тощо) (Nahovska et al., 2017). Варто також зазначити, що більшість технологій, які існують, є недостатньо ефективними, мають обмежені технологічні можливості при використанні їх у громадському харчуванні.

Тому одним зі способів вирішення цієї проблеми є розробка нових рецептур з удосконаленим складом сировини, а також застосування нових методів обробки та приготування продукції, які дозволять зберегти всі поживні речовини і збагатити організм необхідними нутрієнтами. Про це у своїх дослідженнях твердить широкий загал учених (Mihajlov et al., 2018; Shinkaruk & Kirova, 2020; Bomba et al., 2022; Bondarchuk et al., 2022; Bomba et al., 2023).

У зв'язку з окресленою проблемою виникла потреба в оздоровленні населення на планеті Земля за рахунок підвищення якості та розширення асортименту продуктів харчування з оздоровчими властивостями, оскільки для нормальної життєдіяльності людини необхідний повноцінний набір продуктів харчування з урахуванням її індивідуальних особливостей, характеру й інтенсивності роботи та умов проживання (Horach, 2021). Позаяк нормальне і збалансоване харчування кожної людини повинно включати в оптимі-

льному співвідношенні повний набір усіх макро- та мікроелементів, які містяться у сировині рослинного й тваринного походження, жири, вуглеводи, вітаміни тощо. Недостатня чи надмірна кількість продуктів харчування, які споживає людина, значні перекося в необхідному співвідношенні їхніх компонентів та зловживання деякими продуктами завжди ведуть до негативних змін в здоров'ї та стані людини (Lihodid et al., 2006; Peresichnij & Peresichna, 2014; Zhukova & Tarasenko, 2021).

Особливо цінними є дослідження зі створення принципово нової харчової продукції з додаванням функціональних інгредієнтів або нетрадиційної рослинної сировини місцевого походження з використанням високих технологій, що дає можливість отримати технологічно новий продукт, збагачений біологічно активними речовинами, макро- і мікронутрієнтами, вітамінами, харчовими волокнами та іншими функціональними добавками (Karpenko, 2004; Majkova et al., 2022).

Мета дослідження

Метою досліджень є проведення пошуку нетрадиційної сировини зі значним вмістом біологічно активних речовин серед біологічного рослинного покриву Карпатського регіону і розробка технології введення та вдосконалення технології щодо їх введення у страви української кухні.

Нашим завданням було дослідження властивостей нетрадиційної сировини місцевого походження та пріоритетних напрямків її використання в розробці страв з оздоровчими властивостями для санаторно-курортних комплексів і закладів ресторанного господарства.

Матеріал і методи досліджень

Для досягнення поставленої мети, а саме створення рецептур страв української кухні оздоровчого спрямування, використовували пошуково-дослідницькі, аналітичні, розрахункові та органолептичні методи, а також методи порівняльного аналізу.

Об'єктом дослідження було застосування дикоростучої рослинної сировини у технології приготування страв із оздоровчими властивостями. Предметом дослідження стало удосконалення асортименту страв оздоровчого спрямування із використанням нетрадиційної рослинної сировини місцевого походження.

З метою вдосконалення та розширення асортименту страв із оздоровчими властивостями як інноваційні інгредієнти використовували ягоди брусниці та журавлини, а також зелене листя кропиви дводомної.

Брусниця (*Rhodococcum vitis-idaea*), родина Брусничні – *Vacciniaceae*, вони з чорницею не лише близькі “родичі”, а й часто ростуть поруч. Однак брусниця тяжіє до більш сухих піщаних борів, де може створювати вічнозелені низькорослі килимки. Ягоди брусниць містять надзвичайно важливі для організму людини специфічні органічні сполуки. Вони містять близько 6 % цукру, багато вітамінів (зокрема аскорбінової кислоти), пектинові та дубильні сполуки (Eid et al., 2014). Наявність у ягодах бензойної кислоти дає змогу тривалий час зберігати їх свіжими без спеціальної обробки, що не вдається з чорницями. Здавна ягоди брусниць лише заливали водою, і в такому стані вони перебували протягом зими, не втрачаючи смакових властивостей. Варто зазначити, що ягоди брусниць не лише смачні, а й корисні. Їх використовують при гастритах, підвищеному тиску крові, ревматизмі, подагрі. Ягоди мають і велике профілактичне значення, особливо напровесні від авітамінозу. Саме тому в поліських селах здавна ягоди брусниць, залитих водою, тримали до самої весни, даючи їх наперед малим дітям (Reshetnjuk et al., 2007).

Журавлина болотна (*Oxococcus palustris*). У ягодах журавлини багато вітамінів: Е, Р, групи В, величезна кількість вітаміну С; мінеральні речовини: калій, магній, кальцій, фосфор, натрій, ферум; пектинові речовини, органічні кислоти і цукри (Sedbaré et al., 2023). В своєму складі ця ягода містить: лимонну, яблучну, хінну, олеїнову кислоти, а також у незначних кількостях щавлеву і бурштинову; фруктозу, глюкозу, в менших кількостях сахарозу тощо (Reshetnjuk et al., 2007).

Для організму людини журавлина є надзвичайно корисним продуктом харчування. Вона має профілактичну та лікувальну дію. Поліпшує кровообіг в організмі, сприяє підтриманню зору, володіє захисною функцією від ракових захворювань молочних залоз, запобігає виникненню виразкової хвороби, захищає нирки від появи каменів, зберігає здоров'я серця, виводить холестерин, допомагає боротися з хворобами інфекційного характеру. Речовини, що містяться в ягодах, а саме: пектинові речовини, целюлоза, клітковина, сприяють поліпшенню роботи органів травлення (Nemzer et al., 2022).

Ягоди чорниці, брусниці та журавлини містять один з найвищих рівнів антиоксидантів серед зазвичай вживаних фруктів та овочів. Їх вживання є корисним для підвищення імунітету, а отже – і в боротьбі з такими захворюваннями, як ГРВІ, ГРЗ, грип, застуда. Користь їх особливо цінна тим, що ягоди є природним антибіотиком та не мають протипоказів або побічних

ефектів.

Кропива дводомна (*Urtica dioica L.*) – вид рослин роду *кропива*. Вона унікальна своїм складом та різноманітністю корисних властивостей. Як харчову добавку листя кропиви додають до салатів, супів або ж як начинку до пирогів. Кропива вживається свіжою, без температурної обробки, але можливе легке опшарювання листя при приготуванні.

Харчову цінність кропиви важко переоцінити. Ця трав'яниста рослина є універсальними ліками і чудовим харчовим продуктом, що збагачує раціон потрібними і корисними речовинами. У кропиви міститься велика кількість всіляких корисних речовин: білки, жири, вуглеводи, клітковина; велика кількість вітамінів: аскорбінова кислота, вітаміни групи В, Е, К, каротин, каротиноїди, що синтезуються в організмі у вітамін А. Вміст вітаміну С в кропиви вдвічі більший, ніж у лимонах, і у 10 разів вищий, ніж у яблуках. Безліч мікроелементів: барій, сульфур, ферум, калій, кальцій, хром, купрум, марганець тощо. Окрім цих речовин, до складу кропиви входить гістамін, глікозид, дубильні речовини, хлорофіл, флавоноїди, органічні кислоти (Elin et al., 1979).

На організм людини кропива справляє протизапальну, загальнозміцнюючу дію. Вона використовується при недовкрив'ї, допомагає усунути темні кола під очима. Застосовується при лікуванні радикуліту, ревматизму, при захворюваннях печінки, для поліпшення роботи серця, стимуляції водного і білкового запасу в організмі. У листі кропиви є органічні кислоти, які сприяють зміцненню організму і підвищенню імунітету. Рослина допомагає швидше відновити організм у період реабілітації, протистояти радіації та захистити тканини від нестачі кисню. Сік свіжої кропиви очищає судини, стимулює діяльність всіх внутрішніх органів і поліпшує обмін речовин (Devkota et al., 2022).

Результати та їх обговорення

Однією із базових страв, взятих нами для вдосконалення шляхом включення в рецептуру нетрадиційних компонентів, є “Ріст качиний”. Для приготування цієї страви використовують такі інгредієнти: м'ясо качки, масло вершкове, цибулю ріпчасту, моркву та корінь селери. Інноваційними інгредієнтами, запропонованих нами для удосконалення страви, є журавлина та брусниця.

Незважаючи на кислий смак, ягоди журавлини користуються популярністю. Корисні властивості обумовлені унікальним складом, ягоди багаті на вітаміни, антиоксиданти та інші речовини. Журавлину можна вживати в їжу в будь-якому вигляді. Найчастіше з неї виготовляють варення або сік, але надзвичайно корисною вона є у сирому вигляді. Пом'якшити кислий смак можна за допомогою цукру.

Брусниця кислувата на смак, з ноткою терпкості та легким гірким присмаком. У складі брусниці великий вміст вітамінів, макро- і мікроелементів, також антиоксидантів, органічних кислот та дубильних речовин, що чинять на організм антисептичну дію.

Включивши ягоди брусниці до раціону, можна по-

ліпшити обмін речовин. Найчастіше з брусниці виготовляють спеціальні настої, відвари, оздоровчі чаї тощо.

Рецептура приготування “Рієту качиноного” з доданням журавлини та брусниці наведена у **табл. 1**.

Таблиця 1
Рецептура “Рієту качиноного з журавлиною та брусницею”

№ п/п	Найменування продуктів	Норма закладки на 7 порцій, г	
		Брутто	Нетто
1	м'ясо качки, г	100	63,0
2	масло “Ферма солодковершкове”, г	5,0	5,0
3	цибуля ріпчаста, г	12,5	6,1
4	морква, г	12,2	7,6
5	корінь селери, г	10,0	6,3
6	журавлина, г	8,0	6,0
7	брусниця, г	7,5	6,0
Вихід страви (в грамах)		100	

Різниця між технологією оригінального “Рієту” та експериментального лише в доданні ягід журавлини та брусниці. Ягоди ошпарюють кип'ятком, подрібнюють за допомогою блендера та додають до м'яса і овочів, ретельно перемішуючи. Готовий “Рієт” заведено подавати з французьким багетом.

Результати проведеної органолептичної оцінки салату “Рієту качиноного з журавлиною та брусницею” та порівняльний аналіз його харчової та біологічної цінності наведені у **таблиці 2 і 3**.

Таблиця 2
Органолептична оцінка “Рієту качиноного з журавлиною та брусницею”

Показники	“Рієт качиний з журавлиною та брусницею”
Зовнішній вигляд	5
Колір	5
Смак	4,9
Запах	4,8
Загальна оцінка	4,9

Таблиця 3
Порівняльна характеристика біологічної та енергетичної цінності “Рієту качиноного” та “Рієту качиноного з журавлиною та брусницею”

Енергетична цінність	Назва страви	
	Рієт качиний	Рієт качиний з журавлиною та брусницею
Білки, г	8,17	8,17
Жири, г	12,49	13,4
Вуглеводи, г	2,93	4,2
Калорійність, ккал	155,65	163,08
А, мкг	306,7	307,44
Е, мкг	0,26	0,5
К, мг	142,8	163,7
Са, мг	18,1	22,07
С, мг	3,65	6,65

Результати проведеної органолептичної оцінки, наведені у **таблиці 2**, свідчать про відповідність даної рецептури до вимог якості продуктів та страв харчування. З аналізу **таблиці 3** випливає, що кількість жирів та вуглеводів дещо збільшується. Разом з тим намітилась чітка тенденція й щодо підвищення вмісту вітамінів та мікроелементів, наприклад групи С і Е – у два рази.

Пропонований харчовий продукт буде корисним практично для більшості категорій населення, особливо для людей під час застуди і в період відновлення, адже ягоди брусниці та журавлини корисні для підтримання імунітету і збагачення організму вітамінами. Разом з тим, розроблену страву не слід вживати при гастриті у хронічній формі, людям з підвищеною кислотністю, при захворюваннях печінки, людям, які страждають від печії, та при індивідуальному несприйнятті або алергії.

Наступним харчовим продуктом для удосконалення є “Овочевий салат”. Для приготування даного салату використовуються свіжі овочі: салат Ромен, перець болгарський червоний, огірок і помідор свіжий; сир коров'ячий Бринза 35 %; заправка з біфідойогурту класичного 1,5 % і цедри лимона. Однак у структурі даного салату не вистачає інгредієнтів оздоровчого призначення. Як функціональний інгредієнт для його покращення взято листя кропиви дводомної (**табл. 4**).

Таблиця 4
Рецептура салату “Овочевого з кропивою”

№ п/п	Найменування продуктів	Норма закладки на 1 порцію, г	
		брутто	нетто
1	Молоде листя кропиви	30	25
2	Салат Ромен	35	25
3	Огірок свіжий	63	50
4	Помідор свіжий	59	50
5	Перець болгарський червоний	67	50
6	Сир Бринза Premiale фас. 35 %	60	60
7	Біфідойогурт Данон Активіа класичний, 1,5 %	60	60
8	Цедра лимона	5	5
Вихід страви (в грамах):		325	

За харчовою цінністю кропиви прирівнюють до яловичини. Сік зі свіжої кропиви, що потрапляє в організм людини, сприяє діяльності всіх внутрішніх органів та поліпшує основний обмін речовин. Саме тому кропива є дуже корисною. Нею прикрашають готові м'ясні та рибні страви. Кропив'яні порошки додають як вітамінні добавки до котлет та інших виробів з фаршу. До салатів листя кропиви додають у свіжому вигляді, інколи ошпарюють кип'ятком, потім дрібно нарізають за допомогою ножа.

При розробленні рецептури цього салату листя салату Ромен і кропиви додавали в однакових пропорціях, не змінюючи вихід готової страви.

Результати органолептичної оцінки, наведені у **таблиці 5**, свідчать про те, що “Овочевий салат з кропивою” можна зарахувати до виробів з високою якістю.

Таблиця 5
Органолептична оцінка салату “Овочевого з кропивою”

Показники	Салат “Овочевий з кропивою”
Зовнішній вигляд	5,0
Колір	4,9
Смак	4,8
Запах	4,9
Загальна оцінка	4,9

Порівняльна характеристика біологічної та енергетичної цінності запропонованої страви показана у [табл. 6](#).

Таблиця 6
Порівняльна характеристика біологічної та енергетичної цінності “Овочевого салату” та салату “Овочевого з кропивою”

Енергетична цінність	Назва страви	
	Салат “Овочевий”	Салат “Овочевий з кропивою”
Білки, г	18,0	16,11
Жири, г	13,3	13,1
Вуглеводи, г	9,39	8,97
Калорійність, ккал	233,61	229,86
A, мкг	384	388,9
B1, мкг	0,13	0,19
B2, мкг	0,27	0,32
C, мкг	122	189,5
E, мкг	1,1	1,2
PP, мкг	4,9	5,05
K, мг	500,2	501,2

Аналіз отриманих даних дозволяє стверджувати, що використання листків кропиви дводомної у салаті “Овочевому з кропивою” значно підвищує харчову та біологічну цінність страви. Дані результатів досліджень, наведених у [таблиці 6](#), показують, що кількість білків, жирів та вуглеводів, як і калорійність страви, в експериментальному зразку є нижчою порівняно з контрольним зразком. Проте, якщо розглядати вміст вітамінів та мінералів, то в салаті з кропивою їх було значно більше. Розрахунок біологічної цінності показав, що 25 г кропиви містить: 67,5 мг – вітаміну С; 12,5 мг – каротину та інших каротиноїдів; до 1,25 % хлорофілу; 0,5 % дубильних речовин, вітамінів групи В і К, органічних кислот, феруму, марганцю, купруму, тощо.

Удосконалений овочевий салат рекомендують вживати весною за нестачі вітамінів і з метою зміцнення імунітету, особливо людям, які відчувають ослаблення та виснаження організму. Натомість не можна вживати салат із додаванням кропиви вагітним жінкам та людям, що мають схильність до захворювання зі згущенням крові та ін.

Висновки

На основі проведеного аналізу розроблених рецептур оздоровчих харчових виробів із використанням ягід брусниці та журавлини і зеленого листя кропиви дводомної можна дійти висновку, що інноваційні страви характеризуються підвищеним вмістом біоло-

гічно активних речовин і вітамінів, що дає підставу рекомендувати їх для впровадження в меню санаторно-курортних комплексів і закладів ресторанного господарства з метою розширення асортименту продуктів харчування з оздоровчими та функціональними властивостями.

Перспективи подальших досліджень. Отже, на підставі проведених нами досліджень щодо розробки та впровадження оздоровчих продуктів харчування можна стверджувати щодо перспектив розвитку цього інноваційного напрямку, що дасть змогу в короткі терміни розширити й забезпечити населення України необхідною кількістю оздоровчої продукції, яка відповідає основним принципам харчування ХХІ ст. Особливу увагу слід звернути на створення принципово нової харчової продукції з додаванням інгредієнтів з нетрадиційної рослинної сировини Карпатського регіону з одночасним використанням сучасних технологій, що створює передумови для отримання інноваційно нових продуктів, збагачених біологічно активними речовинами, макро- і мікронутрієнтами, вітамінами, харчовими волокнами та іншими функціональними добавками.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bomba, M. Ja., Fedina, L. O., Maslijchuk, O. B., & Majkova, S. V. (2023). Netradicijna roslinna sirovina Karpat u tehnologiji prigotuvannja napoiv ozdorovchoi dii. *Tavrjiskij naukovij visnik. Serija: Tehnicni nauki*, 6, 42–51. DOI: 10.32851/tnv-tech.2022.6 (in Ukrainian).
- Bomba, M. Ja., Majkova, S. V., & Lotoc'ka-Dudik, U. B. (2022). Hrin jak specija z unikal'nimi likuval'nimi vlastivostjami ta perspektivi jogo zastosuvannja v ozdorovchomu harchuvanni (ogljad literaturi). *Gigiena naselenih misc'*, 72, 117–124. DOI: 10.32402/hygiene2022.72.117 (in Ukrainian).
- Bondarchuk, Z. V., Kurilenko, Ju. M., & Andronovich, G. M. (2022). Viktoristannja roslinnoi sirovini jak kompleks biologichno aktivnih rechovin dlja napoiv funkcional'nogo priznachennja. *Innovacii ta tehnologii v sferi poslug i harchuvannja*, 2(6), 38–43. DOI: 10.32782/2708-4949.2(6).2022.7 (in Ukrainian).
- Birta, G. O., & Burgu, Ju. G. (2012). *Tovarnoznavstvo sirovini, materialiv ta zasobiv virobnictva: monografija*. Poltava: PUET (in Ukrainian).
- Devkota, H. P., Paudel, K. R., Khanal, S., Baral, A., Panth, N., Adhikari-Devkota, A., Jha, N. K., Das, N., Singh, S. K., Chellappan, D. K., Dua, K., & Hansbro, P. M. (2022). Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.): Nutritional Composition, Bioactive Compounds, and Food Functional Properties. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(16), 5219. DOI: 10.3390/molecules27165219.
- Eid, H. M., Ouchfoun, M., Brault, A., Vallerand, D., Musallam, L., Arnason, J. T., & Haddad, P. S. (2014). Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) Exhibits Antidiabetic Activities in a Mouse Model of Diet-Induced Obesity.

- Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM, 645812. DOI: 10.1155/2014/645812.
- Elin, Ju. Ja., Zerova, M. Ja., Lushpa, V. I., & Shabarova, S. I. (1979). Dari lisiv. Kiiv: Urozhaj (in Ukrainian).
- Horach, O. (2021). Analiz spozhyvchykh vlastyivostei mikrozeleni ta perevahy zastosuvannia u kharchuvanni. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii: Tekhnichni nauky, 5, 10–15. DOI: 10.32851/tnv-tech.2021.5.2 (in Ukrainian).
- Karpenko, P. O. (2004). Osoblivosti harchuvannja ta zdorov'ja. Zhurnal praktichnogo likarja: specializovane informacijne vidannja, 5–6, 12–14 (in Ukrainian).
- Lihodid, V. S., Vladimirova, O. V., & Doroshenko, V. V. (2006). Ozdorovche harchuvannja. Zaporizhzhja: ZNU (in Ukrainian).
- Majkova, S. V., Maslijchuk, O. B., Fedina, L. O., Bomba, M. Ja., & Maksimec', O. B. (2022). Innovacijnj tehnologij prigotuvannja m'jasnih sichenih strav z vikoristannjam netradicijnoi sirovini. Tavrijs'kij naukovij visnik. Serija: Tehnichni nauki, 5, 56–64. DOI: 10.32851/tnv-tech.2022.5.7 (in Ukrainian).
- Mihajlov, V. M., Samohvalova, O. V., Olijnik, S. G., Grevceva, N. V., Zagorul'ko, O. E., & Zagorul'ko, A. M. (2018). Perspektivi stvorennja tehnologij ozdorovchih hlibobulochnih i konditers'kih virobiv na osnovi netradicijnoi roslinnoi sirovini. Naukovi praci Nacional'nogo universitetu harchovih tehnologij, 24(6), 167–173 (in Ukrainian).
- 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.
- Nahovska, V., Hachak, Yu., Mykhailyska, O., Slyvka, N. (2017). Zastosuvannia pshenychnykh vysivok yak funktsionalnoho inhrediianta v tekhnologii kefiru. Naukovyi visnyk LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii. Serii: Kharchovi tekhnologii, 19(80), 52–56. DOI: 10.15421/nvlvet8011 (in Ukrainian).
- Nemzer, B. V., Al-Taher, F., Yashin, A., Revelsky, I., & Yashin, Y. (2022). Cranberry: Chemical Composition, Antioxidant Activity and Impact on Human Health: Overview. Molecules (Basel, Switzerland), 27(5), 1503. DOI: 10.3390/molecules27051503.
- Peresichnij, I. M., & Peresichna, S. M. (2014). Rozroblennja harchovih racioniv funkcional'nogo priznachennja dlja studentiv. Nutriciologija, dietologija, problemi harchuvannja, 4(8), 9–14. DOI: 10.15673/2073-8684.28/2014.28957 (in Ukrainian).
- Reshetnjuk, O. V., Terlec'kij, V. K., & Filipenko, A. B. (2007). Likars'ki roslini Polissja z osnovami fitoterapii. Luc'k: Tverdinja (in Ukrainian).
- Šedbarè, R., Sprainaitytè, S., Baublys, G., Viskelis, J., & Janulis, V. (2023). Phytochemical Composition of Cranberry (*Vaccinium oxycoccos L.*) Fruits Growing in Protected Areas of Lithuania. Plants, 12(10), 1974. DOI: 10.3390/plants12101974.
- Shinkaruk, M. V., & Kirova, Ja. V. (2020). Viktoristannja netradicijnoi roslinnoi sirovini funkcional'nogo priznachennja u virobniectvi konservovanih ogirkiv. Vcheni zapiski Tavrijs'kogo nacional'nogo universitetu imeni V. I. Vernads'kogo. Serija “Tehnichni nauki”, 31(70), 201–207. DOI: 10.32851/tnv-tech.2021.6.16 (in Ukrainian).
- Zhukova, V. F., & Tarasenko, V. G. (2021). Polipshennja jakosti konditers'kih virobiv zv rahunok vikoristannja netradicijnoi sirovini. Innovacii ta tehnologij v sferi poslug i zharchuvannja, 1–2(3–4), 44–50. DOI: 10.24025/2708-4949.1-2(3-4).2021.241483 (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-f10013
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 338.4:620.9

The use of liquid fatty waste from restaurants as an alternative raw material for the food industry, biomedical and pharmaceutical applications, and the production of biofuel

I. Romashko¹✉, S. Maikova², O. Vivcharuk², V. Ivasiv³

¹Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

²Ivan Franko National University Lviv, Ukraine

³Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Article info

Received 14.08.2023

Received in revised form
14.09.2023

Accepted 15.09.2023

Romashko, I., Maikova, S., Vivcharuk, O., & Ivasiv, V. (2023). The use of liquid fatty waste from restaurants as an alternative raw material for the food industry, biomedical and pharmaceutical applications, and the production of biofuel. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 80–87. doi: 10.32718/nvlvet-f10013

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska str., 50, Lviv, Ukraine.
Tel.: +38-050-579-04-99
E-mail: mysh@ukr.net

Ivan Franko National
University of Lviv,
Kyryla i Mehofdiya Str., 6,
Lviv, 79005, Ukraine.

Lviv Polytechnic National
University, St. Bandery Str., 12,
Lviv, 79000, Ukraine.

There is an active search for alternative types of raw materials for the needs of the national economy. Fossil fuel reserves are noticeably depleted, the ecological condition of the environment is deteriorating, and at the same time, the amount of industrial waste that needs to be disposed of is increasing. The number of polymers for production based on natural raw materials and the need for them for the food industry, biomedical and pharmaceutical applications is constantly growing. About 250,000 liters of used vegetable oil and other fats are generated every week in catering establishments of Ukraine. The largest share belongs to spent frying fats. A significant volume of promising raw materials ends up in the sewage system. The resources of the treatment plants are excessively depleted. Also, emissions of spent fatty raw materials cause enormous damage to the environment. A study was conducted on: the dynamics of changes in quality indicators of sunflower oil during prolonged heating; evaluation of the quality indicators of the samples of the studied spent fats; dynamics of changes in cooking fat quality indicators during prolonged heating; the dynamics of changes in the quality indicators of frying fat during prolonged heating; the physico-chemical indicators of the quality of samples of experimental used fats were investigated. The possibility of using spent frying fats for the production of targeted products, which is a promising resource for the synthesis and production of polymer materials and secondary raw materials in the processes of the technical sphere and the production of biofuel, was investigated. The use of spent liquid fats as a raw material for the production of diesel fuel is appropriate, however, among the tested samples, heated sunflower oil is the least suitable. Spent deep-frying and cooking fats showed a fairly high resistance to long-term heating and after contact with a hot surface are characterized by acceptable values of thermo-oxidative stability, namely 46.5 and 44.1 %, respectively.

Key words: fat waste, frying fats, alternative raw materials, food industry, biofuel.

Використання рідких жирових відходів закладів ресторанного господарства як альтернативної сировини для харчової промисловості, біомедичних і фармацевтичних застосувань та виготовлення біопалива

I. Ромашко¹✉, С. Майкова², О. Вівчарук², В. Івасів³

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

²Львівський національний університет імені І. Франка, м. Львів, Україна

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

Відбувається активний пошук альтернативних видів сировини для потреб народного господарства. Запаси викопного палива помітно виснажуються, погіршується екологічний стан навколишнього середовища і одночасно зростає кількість промислових відходів, що потребують утилізації. Харчова промисловість, біомедицина та фармацевтична сфера формують постійно зростаючий попит на полімерну продукцію, виготовлену на основі природної сировини. Щотижня у закладах харчування України утворюється близько 250 тисяч літрів відпрацьованої рослинної олії та інших жирів, найбільша частка в яких належить відпрацьованим фритюрним жирам. Значний обсяг перспективної сировини потрапляє в каналізацію, надмірно виснажуючи ресурси очисних споруд підприємств. Також, викиди відпрацьованої жирової сировини наносять колосальний збиток навколишньому середовищу. Досліджено динаміку змін показників якості соняшникової олії при тривалому нагріванні; проведено оцінку показників якості зразків досліджуваних відпрацьованих жирів; вивчено динаміку зміни показників якості кулінарного жиру при тривалому нагріванні; проаналізовано динаміку зміни показників якості фритюрного жиру при тривалому нагріванні; досліджено фізико-хімічні показники якості зразків досліджуваних відпрацьованих жирів. Досліджено можливість використання відпрацьованих фритюрних жирів на виробництво цільових продуктів, які є перспективним ресурсом для синтезу та виробництва полімерних матеріалів і вторинної сировини у процесах технічної сфери та виготовлення біопалива. Використання відпрацьованих рідких жирів як сировини для виробництва дизельного пального є доцільним, однак серед досліджених зразків найменш придатною є грита соняшникова олія. Відпрацьовані фритюрний і кулінарний жири виявили досить високу стійкість до тривалого нагрівання і після контакту з гарячою поверхнею характеризуються допустимими значеннями термоокиснювальної стабільності, а саме 46,5 і 44,1 %, відповідно.

Ключові слова: жирові відходи, фритюрні жири, альтернативна сировина, харчова промисловість, біопаливо.

Вступ

Через виснаження запасів викопного палива та погіршення екологічного стану навколишнього середовища триває активний пошук альтернативних видів сировини для потреб народного господарства. Поновлювана сировина, така як целюлоза, лігнін, рослинні олії, крохмалі, моно- та дисахариди, стають все привабливішою сировиною-замінником. Разом з тим, неухильно зростає частка полімерів на основі природної сировини для харчової промисловості, біомедицини і фармацевтичних застосувань. Крім того, за приблизними оцінками роботи закладів громадського харчування України, щотижня утворюється близько 250 тисяч літрів відпрацьованої рослинної олії та інших жирів. Серед них найбільша частка належить відпрацьованим фритюрним жирам. Значний обсяг перспективної сировини потрапляє в каналізацію і далі по колу в системи водопостачання та обробки води. В результаті чого йде надмірне навантаження на ресурси очисних підприємств, які обслуговують дану область, і, звичайно ж, це колосальний збиток навколишньому середовищу.

При правильному управлінні і підході до питання відпрацьованих фритюрних жирів, можна звести до мінімуму забруднення навколишнього середовища і власне витрати на виробництво цільових продуктів, що є перспективним ресурсом для синтезу та виробництва полімерних матеріалів та вторинною сировиною у процесах технічної сфери (Proshchalykina & Denysenko, 2020).

Актуальність теми. В Європейських країнах і США вже є нормою здавати виробничі та фритюрні жири на вторинну переробку і виготовлення біодизелю. Це не тільки додаткова стаття доходів та імідж підприємств, а й внесок у захист екосистеми, в якій ми живемо, тому проблема утилізації жирових відходів є актуальним питанням сучасних наукових досліджень (Sukhenko et al., 2016).

Основною цільовою сферою використання жирів є харчова промисловість. Однак, деяка частка жирів при добуванні, переробці, транспортуванні, зберіганні та під час інших етапів їх "експлуатації" може втрачати свої харчові якості і ставати непридатними для використання за первинним призначенням. Жири – це

високомолекулярні органічні сполуки, які складаються з тригліцеролів жирних кислот, що є складними ефірами гліцеролу і вищих одноосновних жирних кислот з кількістю атомів вуглецю в ланцюгу найчастіше від 6 до 24. В утворенні жирів беруть участь як насичені, так і ненасичені кислоти (Krusir et al., 2014). Близько 90 % хімічних реакцій тригліцеридів рослинних олій відбуваються через естерну групу, решта через перетворення алільних фрагментів (Udovenko et al., 2021). На сьогодні, за допомогою різних методів можна одержати окисполімеризовані олії, поліестери, поліуретани, поліаміди, полівінілхлориди, акрилати та епоксидні смоли на основі тригліцеридів олій. Усі ці компоненти можна використовувати для створення термостійких пластмас, органічного скла, а також біопалива. Крім того, довілля потребує корисної утилізації жирних відходів, де важливим моментом є підбір правильного механізму переробки жирів. Адаже, ефективно утилізуючи промислові відходи, ми не лише зберігаємо довкілля, але і можемо отримувати корисний вихідний продукт (Buntov, 2014).

Жири відносять до речовин четвертого класу небезпеки, оскільки вони не становлять загрози для людини, але від них необхідно позбуватися відповідним чином. Кожен процес утилізації має свої особливості, які залежать від характеристик обладнання, що застосовується, і якісного складу розщеплюваного продукту. З проблемою глибокої переробки жирів стикаються різні заклади, які випускають продукцію або займаються приготуванням продуктів харчування, косметики, мастильних матеріалів тощо.

Одним із популярних сьогодні способів приготування у ресторанних закладах є використання теплової обробки виробів з м'яса, риби, овочів, тіста – фритюрне смаження. З його допомогою одержують смачну, калорійну продукцію з привабливим зовнішнім виглядом, яка має великий попит у споживачів. Під час процесу нагрівання у фритюрі жири зазнають досить жорсткого впливу: вони нагріваються за високих температур (160–190 °C) протягом декількох годин, іноді – днів; до поверхні гарячого жиру, як правило, має вільний доступ повітря; через шар жиру постійно проходить волога, що виділяється продуктом, при цьому жир піниться, що збільшує поверхню контакту його з повітрям; у жир потрапляють частин-

ки продукту, який обсмажується, і, якщо немає постійної фільтрації жиру або “холодної” зони в апараті, компоненти жиру обуглюються і забруднюють його продуктами пірогенетичного розпаду органічних речовин. Такі умови нагрівання викликають глибокі зміни в жирах (Pryshliak, 2019).

Однак, у ресторанному сервісі, частою супутньою проблемою утилізаційних заходів стає забита стічна система, а наслідком – витрати на її очищення та можливі штрафи з боку контролюючих органів. У законодавстві нашої країни відсутні регламентуючі документи, які забороняють утилізувати фритюр через каналізаційну мережу. Але зливати його в каналізацію не можна, тому що при багаторазових циклах смаження в олії накопичуються шкідливі компоненти, що роблять суміш густою і тягучою. Крім того, це може викликати неприємний запах і появу паразитів. Коли відпрацьований жир потрапляє в каналізаційні труби, кожного разу виникають проблеми для всієї інфраструктури водопостачання відповідної території і додаткові навантаження на водоочисні споруди. Це може навіть призвести до перебоїв в роботі водопостачання, а це створює додаткові неконтрольовані ризики для здоров'я людей. Щодо проблем забруднення навколишнього середовища, то некондиційні жири, які скидаються в довкілля, передусім концентруються і накопичуються в каналізаційних системах, що призводить до переповнення останніх. В цьому випадку відходи потрапляють в озера, річки і моря, завдаючи серйозної шкоди екосистемі. Грамотна утилізація сприяє захисту навколишнього середовища.

Заклади ресторанного господарства можуть вільно скористатися послугами переробних підприємств, отримуючи при цьому дві переваги – позбавлення від небажаних відходів і грошову компенсацію. Вивіз фритюру мінімізує ризик засмічення каналізаційних труб та суттєво зменшує витрати на їх очистку. Планова заміна відпрацьованого жиру дозволяє повністю дотримуватися санітарних норм і повноцінно працювати. При цьому утилізована фритюрна олія використовується в якості сировини при виробництві біодизельного палива, мастильних матеріалів, промислових лаків, фарб, оліф, господарського мила та інших продуктів хімічної промисловості.

Мета дослідження

Мета роботи полягала у дослідженні показників зразків відпрацьованих рідких жирів та оцінка доцільності використання їх як сировини для отримання дизельного палива. Завданням було проаналізувати доцільність використання рідких жирових відходів як альтернативної сировини для виробництва продукції харчової, біомедицинової і фармацевтичної промисловості, а також дизельного пального, дослідивши органолептичні і фізико-хімічні показники якості запропонованої сировини.

Матеріал і методи досліджень

У закладах ресторанного господарства скоротити відходи жирів можна заміною процесів смаження іншими технологічними операціями, зокрема, застосуванням технологій запікання, пароконвекції, су-від та ін. Запечені, тушковані чи пропарені продукти є більш природною і здоровою їжею, до того ж супроводжуються утворенням меншої кількості відходів олій та жирів. Сучасною світовою тенденцією в області харчових технологій є залучення безвідходних схем роботи. Однією з ланок такого підходу стають раціональні методи використання сировини і побічних продуктів (Furman & Tokarchuk, 2018). Сфера швидкого харчування пов'язана зі значними обсягами переробки різноманітних жирових компонентів, зокрема жирів для смаження. Утилізація відпрацьованої фритюрної олії передбачає співпрацю з ліцензованими компаніями, що спеціалізуються на такому виді діяльності. Виробники фаст-фуду укладають договори з підприємствами, які постачають спеціальне устаткування для збору відпрацьованих жирів. Необхідні міцні металеві контейнери, виготовлені з матеріалів, що підходять для харчових відходів, які не взаємодіють з рідким вмістом. Після заповнення ємностей вони вивозяться на переробку. Завдяки такій співпраці виключені простой в роботі закладів харчування і гарантується своєчасна заміна рослинної олії та інших допоміжних жирів, що використовуються для приготування різних страв. Підтримуючи боротьбу за екологічність нашої планети, науково-дослідні установи проводять різноманітні дослідження і пропонують різні методи вторинної переробки некондиційних рослинних жирів та відпрацьованих олій (Sukhenko et al., 2015). Одним з таких способів утилізації олійно-жирових відходів є отримання технічних мастил та біопалива на їх основі.

Рослинні олії є природними сумішами ацилгліцеролів – складних ефірів гліцеролу і жирних органічних кислот. Для отримання рослинних жирів, зокрема фритюрних, використовуються десятки видів олійних культур (Kaletnik, 2015). Найбільш поширені з них та середня кількість олії, вилученої з сировини, подано в таблиці 1. В Європі для виробництва біологічного палива найбільш часто використовують ріпак. У відповідності з європейським стандартом EN 14214-2003 це паливо отримало назву – метилові ефіри жирних кислот (Fatty Acid Methyl Esters, FAME).

Сьогодні у всьому світі важливим стає пошук альтернативних видів пального, які б заміщали, а з часом і витіснили нафтові продукти з ринку джерел енергії для транспорту і механізмів різного типу та сфер застосування. В цьому сегменті зростає інтерес до практичного використання продуктів рослинного походження, зокрема відходів харчової промисловості. Вони нетоксичні, володіють високим ступенем біорозкладу, а сировина для виробництва альтернативної сировини та біопалива є відновлюваною.

Таблиця 1

Рослинні олії та їх середній вихід з гектара зібраної сировини.

Назва культури	Середня кількість отриманої олії, кг/га
Соя	374
Лісовий горіх	405
Насіння гарбуза	449
Коріандр	450
Гірчиця	481
Шафран	653
Масляне дерево	790
Соняшник	801
Арахіс	887
Мак	978
Ріпак	999
Оливки	1019
Рицина	1188
Авокадо	2217
Насіння гарбуза	2260
Пальма	5000

При використанні та виробництві палив на синтетичній і нафтовій основі можливе утворення небажаних сполук, які є токсичними, а відповідно становлять загрозу, забруднюючи біосферу. Ці речовини майже не беруть участі в обмінних процесах живих організмів, внаслідок чого здатні накопичуватись в них. Практично та науково обґрунтовано можливість отримання в умовах вторинного виробництва екологічно чистого біодизелю на основі відходів використання рослинних жирів.

Технічною перешкодою активного впровадження біопалива на основі рослинних жирів є необхідність переоснащення техніки, що працює на дизельному пальному, на відповідний тип палива через відмінність деяких фізико-механічних властивостей. Біодизельне пальне за фізико-механічними властивостями найбільш близьке до дизельного пального. Важливими є в'язкісні характеристики, що впливають на стан системи дизельного двигуна та температурний діапазон його використання. Біопаливо характеризується вищою кінематичною в'язкістю, порівняно з дизелем. Від цього залежить робота системи подачі палива: як при великому, так і при низькому значенні кінематичної в'язкості, порушуються процеси сумішоутворення та згоряння. При низьких значеннях в'язкості пальне просочується через зазори насоса високого тиску, що призводить до інтенсивного зношування плунжерних пар через зменшення циклової подачі і зниження тиску впорскування. Як наслідок, пальне підтікатиме через розпилювачі форсунок і погіршить режим їх змащування.

При високих значеннях в'язкості пального ускладнюється його подача трубопроводами, погіршується процес сумішоутворення, відбувається швидке утворення нагару на деталях двигуна внаслідок неповного згоряння пального. Враховуючи фізико-хімічні показ-

ники біодизелю на основі рослинних жирів, необхідно включати систему додаткового нагріву палива для збільшення діапазону температур його використання, покращуючи умови утворення газоповітряної суміші.

Важливим чинником, що викликає підвищений інтерес до біодизельного палива, є його екологічність, тобто менші викиди шкідливих сполук у навколишнє середовище. У продуктах згоряння біопалива міститься на 8–10 % менше окису вуглецю, майже на 50 % менше сажі й значно менше сірки (0,005 % проти 0,2 % у звичайного дизельного палива). І тільки через високий вміст кисню у біопаливі продукти його згоряння містять приблизно на 10 % більше окису азоту порівняно з нафтовим дизельним паливом. Біодизельне паливо відзначається високим цетановим числом, що дає можливість використовувати його на дизельних двигунах без додаткових речовин, які б забезпечували краще запалювання, особливо під час запуску двигуна. У разі попадання в ґрунт або воду біодизельне паливо впродовж 25–30 днів практично повністю розкладається і не завдає екологічної шкоди, тоді як один кілограм мінеральних нафтопродуктів може забруднити майже мільйон літрів питної води, знищуючи в ній всю флору й фауну.

Відомо, що рослинні жири, залежно від вихідної сировини, відрізняються хімічним складом, а саме вмістом насичених і ненасичених кислот. Це впливає на їх стабільність до термічного впливу. Одночасно жири характеризуються високими мастильними властивостями, а деякі з них, наприклад, ріпакова олія, має високий індекс в'язкості. Крім того суттєвим позитивом є те, що рослинні жири швидко утилізуються, оскільки здатні до біорозкладу і нетоксичні. Однак, вони мають вагомий недолік – низька стійкість до окиснення при підвищенні температури. Здебільшого погані низькотемпературні характеристики залежать від хімічного складу вихідного жиру. Виправити ці недоліки можна внесенням цільових добавок (присадок) або модифікацією хімічного складу біосировини. Науково-технічне обґрунтування можливості залучення відпрацьованих рідких жирів як сировини для виробництва біодизелю необхідно пов'язувати з чинниками, які б покращували його термоокислювану стабільність.

Для досліджень відібрано зразки трьох відпрацьованих жирів, а саме соняшникової олії для смаження (СО), кулінарного жиру українського (КЖ) і фритюрного жиру (ФЖ – суміш свинячого жиру і рослинної олії у співвідношенні 1:1). Після тривалого нагрівання проведено оцінку їх показників якості згідно з оціночною шкалою, поданою в таблиці 2.

Під час вивчення термостійкості жирів, разом з виробничими дослідженнями, широко застосовують різні методи контрольного нагріву їх в лабораторних умовах – жир нагрівають без обсмажування будь-яких продуктів.

Таблиця 2

Оціночна шкала олії, що використовується для фритюрного смаження.

К-ть балів	Показники якості		
	Колір в світлі, що проходить і відбивається, на білому фоні	Смак при 40 °С	Запах (за температури не нижче 50 °С)
		Коефіцієнт важливості	
	3	2	1
1	Коричневий або темно-коричневий	Дуже гіркий, що визиває неприємне відчуття першіння	Різкий, неприємний як для продуктів термічного розпаду олії
2	Світло-коричневий	Гіркий, з яскраво вираженим стороннім присмаком	Виражений неприємний, як у продуктів термічного розпаду олії
3	Інтенсивно-жовтий з коричневим відтінком	Слабо виражений, гіркуватий	Слабо виражений неприємний, як у продуктів термічного розпаду олії
4	Інтенсивно-жовтий	Хороший, але зі стороннім присмаком	Без стороннього запаху
5	Солом'яно-жовтий	Без стороннього присмаку	Без стороннього запаху

При цьому режим обробки встановлюють таким, щоб в максимальному ступені імітувати умови смаження продуктів:

- температура нагріву відповідає температурі фритюрного смаження (звичайно – 170...180 °С);
- тривалість нагрівання імітує тривалість робочої зміни;
- посуд вибирають такий, що виготовлений з матеріалу, який використовується в ваннах обсмажуючих апаратів;
- питому поверхню зіткнення жиру з повітрям створюють відповідною до такої ж у фритюрницях:

- у ряді досліджень через розігрітий жир барботують водяну пару в кількостях, що відповідають виділенню пари з продукту, який обсмажується.

Результати та їх обговорення

В ході роботи соняшникову рафіновану олію нагрівали в посудині з неіржавіючої сталі за температурі 180 °С протягом 30 годин (5 днів по 6 годин). Результати оцінки органолептичних показників якості грітих олій зведено в таблицю 3.

Таблиця 3

Результати оцінки показників якості зразків досліджуваних відпрацьованих жирів

Показники якості	Кількість балів		
	СО	КЖ	ФЖ
Колір в світлі, що проходить і відбивається, на білому фоні	3	4	5
Смак при 40 °С	4	4	3
Запах (за температури не нижче 50 °С)	4	3	4
Сумарна оцінка	11	11	12

Не дивлячись на те, що органолептичні показники грітої олії після 6 годин нагріву (олія солом'яно-жовтого кольору, без стороннього запаху, з неясно вираженим стороннім присмаком) знаходяться в необхідних межах, олію можна вважати практично зіпсованою, оскільки відсоток окиснених жирних кислот в ньому досягає 0,89 при допустимому 1 %. Олія накопичує 1 % окиснених жирних кислот приблизно

через 7 годин контрольного нагріву і стає непридатною для використання її в харчових цілях.

Вплив контрольного високотемпературного нагріву на фізико-хімічні показники соняшnikової олії оцінювали за зміною кислотного, йодного, пероксидного чисел, а також за зміною в'язкості олії. Чисельні величини досліджуваних показників зведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Динаміка зміни показників якості соняшnikової олії при тривалому нагріванні

Тривалість нагрівання, год	Кислотне число, мг КОН/г	Йодне число, % йоду	Пероксидне число, ммоль О ₂ /кг	В'язкість, Па с 10 ³ (при 40°С)
0	0,42	137	4,2	24,7
6	0,57	129	6,3	33,2
12	0,69	121	8,9	38,1
18	0,74	113	9,7	42,4
24	0,80	108	10,1	46,2
30	0,83	105	10,6	51,3

Зміна пероксидного числа має дещо хвилеподібний характер, що підтверджує здатність пероксидів

легко розпадатися незабаром після утворення, особливо під час високотемпературного впливу. Тому

періоди накопичення пероксидів в олії чергуються з періодами активнішого розпаду і тоді їх вміст зменшується. Проте за 30 год нагріву вміст пероксидів в досліджуваній олії зріс майже в два рази. Даний зразок використовували як контроль при оцінці можливості застосування жиру як фритюру.

Про накопичення полімерів в процесі високотемпературного нагрівання досліджуваної олії свідчить збільшення її в'язкості. За 30 годин контрольного нагріву в'язкість олії зросла в 2,2 рази. На момент досягнення жиром гранично допустимого вмісту окиснених жирних кислот (1 %) в'язкість його становила $35,6 \times 10^{-3}$ Па·с. Це нижче гранично допустимого значення в'язкості грітих жирів ($45,0 \times 10^{-3}$ Па·с). Вказаного гранично допустимого значення в'язкості гріта олія досягла через 18 годин контрольного нагріву.

Хоч за арбітражним показником (відсотком окиснених жирних кислот), олія стала непридатною вже через 7 годин нагрівання. Тому в'язкість не може використовуватися як показник, що визначає якість грітих жирів.

Для рослинних олій використовують також рефрактометричний метод визначення продуктів термічного окиснення фритюру. Критерієм оцінки якості фритюру є різниця між показниками заломлення олії, що використана для смаження продукту, і свіжої олії. Якщо різниця показників заломлення більша за 0,001, це свідчить про накопичення більше 1,0 % вторинних продуктів окиснення.

Аналогічні дослідження було проведено для кулінарного і фритюрного жирів. Результати експериментів представлено в таблицях 5 і 6, відповідно.

Таблиця 5

Динаміка зміни показників якості кулінарного жиру при тривалому нагріванні

Тривалість нагрівання, год	Кислотне число, мг КОН/г	Йодне число, % йоду	Пероксидне число, ммоль О ₂ /кг	В'язкість, Па с 10 ³ (при 40 °С)
0	0,35	124	3,9	29,6
6	0,46	109	5,9	35,1
12	0,53	102	6,8	39,4
18	0,62	98	8,1	44,6
24	0,69	91	9,3	48,7
30	0,74	88	10,3	53,6

Як видно з представлених результатів, при тривалому нагріванні (впродовж 30 годин, 5 днів по 6 годин) найкращі значення показників якості отримано для фритюрного жиру. Для даного зразка спостерігається найнижче значення кислотного і пероксидного

чисел, а також в'язкість фритюрного жиру зростає найменше. І це має логічне пояснення, адже фритюрні жири призначені для тривалого нагрівання з мінімальними змінами характеристик під впливом високих температур протягом довгого часу.

Таблиця 6

Динаміка зміни показників якості фритюрного жиру при тривалому нагріванні

Тривалість нагрівання, год	Кислотне число, мг КОН/г	Йодне число, % йоду	Пероксидне число, ммоль О ₂ /кг	В'язкість, Па с 10 ³ (при 40 °С)
0	0,29	129	2,7	22,1
6	0,38	115	3,4	31,4
12	0,45	108	4,6	36,3
18	0,50	103	5,5	40,6
24	0,58	98	6,4	43,0
30	0,62	91	7,1	47,1

Для встановлення доцільності використання грітих жирів як сировини у виробництві біопалива використовували зразки відпрацьованих жирів, що нагрівалися впродовж 30 годин за температури 180 °С (по 6 годин впродовж 5 днів). Експериментально визначені фізико-хімічні показники якості зразків дослідних відпрацьованих жирів зведено в таблиці 7.

Як видно з даних таблиці 7, дослідні зразки відпрацьованих жирів за всіма показниками відповідають вимогам стандартів щодо рослинних жирів технічного призначення. Тому їх можна використати для пода-

льших досліджень на предмет вивчення їх як сировини для виробництва біопалива.

Досліджуючи термостабільність зразків відпрацьованих жирів до окиснення, вивчали динаміку лакоутворення в зразках при підвищенні температури контакту з нагрітою поверхнею. Для оцінки термоокиснювальної стабільності використовують випарні пластини, що нагріваються до високої температури, моделюючи процес, що відбувається в дизельних двигунах внутрішнього згорання.

Таблиця 7

Фізико-хімічні показники якості зразків дослідних відпрацьованих жирів

Показник	Відпрацьований жир		
	СО	КЖ	ФЖ
Масова частка нежирових домішок, %	0,14	0,36	0,29
Масова частка вологи і легких речовин, %	0,05	0,07	0,03
Масова частка золи, %	0,08	0,12	0,10
Кислотне число, мг КОН/г	0,83	0,74	0,62
Йодне число, г I ₂ / 100 г, не менше	105	88	91
Пероксидне число, активного кисню / кг, не більше	10,6	10,3	7,1
Температура спалаху, °С, не більше	227	242	248

Олія, яка знаходиться на металічній поверхні у вигляді тонкого шару, нагрівається, при цьому за рахунок випаровування легких речовин зменшується її маса. При подальшому нагріванні на поверхні пластини утворюється лак, який відділяють від робочої фракції шляхом екстрагування. Метод визначення термоокиснювальної стабільності служить для умовної оцінки олій, їх схильності до лакоутворення на деталях двигуна в зоні поршневих кілець.

На графіках залежності кількості випаруваної олії від температури (рис. 1) наведено результати експериментів з визначення вмісту робочої фракції в дослі-

дних зразках відпрацьованих жирів і схильності їх до лакоутворення при зміні температури контактування.

Під час нагрівання прискорюються процеси полімеризації, що спричиняє висихання олії з формуванням плівки лаку. Як ілюструють результати досліджень, найвищу швидкість лакоутворення при нагріванні було встановлено для зразка відпрацьованої соняшникової олії. Це також співпадає з найвищим значенням йодного числа даного зразка, порівняно з іншими експериментальними жирами, тобто високим вмістом ненасичених жирних кислот у зразку.

ТОС, % мас.

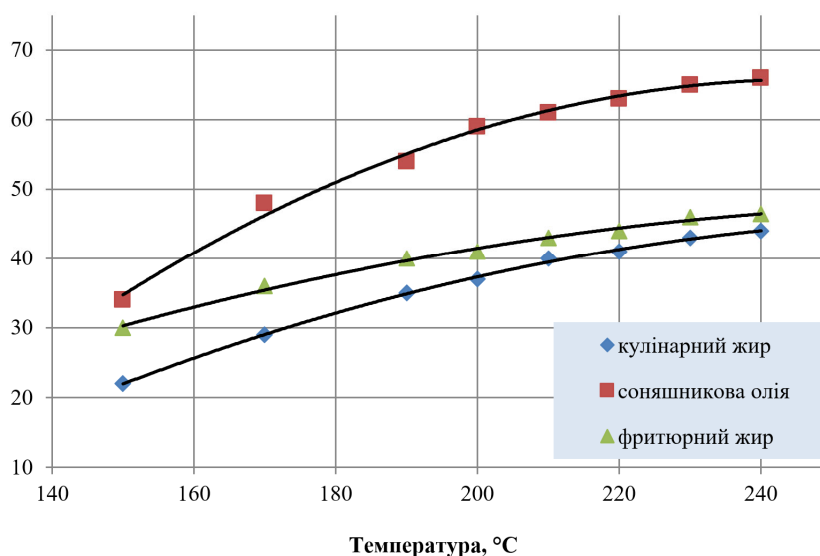


Рис. 1. Термоокиснювальна стабільність дослідних зразків відпрацьованих жирів

Найбільш термостабільним до окиснення виявився відпрацьований кулінарний жир. Але відносна інтенсивність лакоутворення для фритюрного жиру була нижчою, ніж для кулінарного. Необхідно також зазначити, що після однакової тривалості нагрівання до 180°C у досліджуваному фритюрному жирі утворюється менша кількість вторинних продуктів окиснення – пероксидів (табл. 7).

Висновки

Використання відпрацьованих рідких жирів як сировини для виробництва дизельного пального є доцільним, однак серед досліджених зразків найменш

придатною є гріта соняшникова олія. Компоненти, що містяться у її складі, при інтенсивному нагріванні в закритих об'ємах можуть ставати причиною залаковування рухомих поверхонь деталей двигунів та їх передчасному зношуванню. Натомість відпрацьовані фритюрний і кулінарний жири виявили досить високу стійкість до тривалого нагрівання і після контакту з гарячою поверхнею характеризуються допустимими значеннями термоокиснювальної стабільності, а саме 46,5 і 44,1 %, відповідно.

Залучення відпрацьованих рідких жирів у харчовій промисловості для виготовлення термостійкого посуду, біомедичних і фармацевтичних застосувань та виготовлення біопалива, тобто, технічних продуктів є

одним із шляхів покращення екологічності інших галузей промисловості. Використання відходів харчових виробництв у технологіях паливних і мастильних матеріалів, а також використання некондиційних жирів після очищення, дозволить зменшити забрудненість навколишнього середовища, заощадити цінні ресурси для використання у інших галузях народного господарства і отримати компоненти альтернативних палив на основі рослинних олій після відповідної переробки.

Враховуючи результати досліджень зміни показників якості експериментальних зразків відпрацьованих рідких жирів при нагріванні, встановлено, що є доцільним їх застосування як сировини для отримання біопалива. Зокрема, відпрацьовані кулінарні та фритюрні жири можна рекомендувати до вторинної переробки при виробництві біодизелю, що сприятиме раціональному використанню біологічної сировини та утилізації олійно-жирових відходів.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Buntov, I. Yu. (2014). Perspektyvy rozvytku doslidzhen zi stvorennia i vykorystannia biopalyva v Ukraini. *Biznes Inform. Kh.*: VD «INZhEK», 12, 98–116 (in Ukrainian).
- Furman, I. V., & Tokarchuk, D. M. (2018). *Prodovolcha bezpeka ta ekonomichni zasady vyrobnytstva biopalyva. Ekonomichniy analiz: zbirnyk naukovykh prats*, 28(1), 168–174. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/33697/1/13.pdf> (in Ukrainian).
- Kaletnik, H. M. (2015). *Vyrobnytstvo ta vykorystannia biopalyv: pidruchnyk*. V.: Konsol (in Ukrainian).
- Krusir, H. V., Shevchenko, R. I., Rusieva, Ya. P., Kondratenko, I. P., & Krainov, I. P. (2014). *Tehnologiyi povodzhennya z vidhodami harchovih virobnytstv: navch. posib. dlya VNZ*. Odesa: Astroprint (in Ukrainian).
- Proshchalykina, A. M., & Denysenko, V. O. (2020). Problemy ta perspektyvy rozvytku rynku biopalyva v Ukraini. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal "Internauka"*. Serii: "Ekonomichni nauky", 12, 56–60 (in Ukrainian).
- Pryshliak, N. V., Tokarchuk, D. M., Palamarenko, Ya. V. (2019). Zabezpechennia enerhetychnoi ta ekolohichnoi bezpeky derzhavy za rakhunok biopalyva z bioenerhetychnykh kultur i vidkhodiv: monohrafiia. *Vinnytsia: Konsol* (in Ukrainian).
- Sukhenko, Yu. H., Serohin, O. O., Sukhenko, V. Yu., & Riabokon, N. V. (2016). *Resursozberihaiuchi tekhnolohii v kharchovykh i pererobnykh vyrobnytstvakh*. K.: TsP «KOMPRYNT» (in Ukrainian).
- Sukhenko, Yu., Mushtruk, M., & Sukhenko, V. (2015). *Vyrobnytstvo dyzelnogo biopalyva z vykorystanniam ultrazvukovoho peremishuvannia reagentiv. Prodovolcha industriia APK*, 3, 10–13. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Piapk_2015_3_5 (in Ukrainian).
- U Sambirskomu raioni zapratsiuвав завод з виробництва бідизелю з ріпаку [Internet-resurs]. URL: <https://sambirra.gov.ua/sozekonommeny/2012-12-05-11-41-22/11167-11167.html> (in Ukrainian).
- Udoenko, O., Gladkiy, F., Shkredov, I., & Havriushenko, K. (2021). Pokaznyky yakosti modyfikovanykh zhyriv novoho pokolinnia. *Visnyk NTU "KhPI"*, 3(5), 66–72 (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-f10014
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.8

Development of a powdered food additive based on sea buckthorn fruit

E. Demidova, M. Samilyk✉

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Article info

Received 18.08.2023
Received in revised form
20.09.2023
Accepted 21.09.2023

Sumy National Agrarian University,
Herasyma Kondratieva Str., 160,
Sumy, 40000, Ukraine.
Tel.: +38-095-092-61-51
E-mail:
maryna.samilyk@snau.edu.ua

Demidova, E., & Samilyk, M. (2023). Development of a powdered food additive based on sea buckthorn fruit. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 88–93. doi: 10.32718/nvlvet-f10014

In the process of food production, it is important not only to obtain a high quality product, but also to minimize industrial waste and reduce energy costs for the process. Recently, customers have been paying particular attention to the biological value of products, and the popularity of organic and natural products is growing. The search for new types of unconventional raw materials and the choice of a rational method of their processing is an important task for scientists and manufacturers. The aim of the study is to develop a technology for the production of a powdered food additive by using wild-growing raw materials of regional importance by osmotic dehydration. The use of osmotic dehydration preserves their biological value and organoleptic properties. The technology of osmotic dehydration processing of berries developed in this work allows the use of gentle drying modes, which contributes to the maximum preservation of their biological value. The presence of biologically active substances in sea buckthorn improves the chemical composition of food products. Standard organoleptic and microbiological methods of research were used. The article presents a technological scheme for the production of a powdered food additive based on sea buckthorn fruit. The physicochemical and organoleptic parameters of the finished product, the content of vitamins C and E were investigated. Given that wild berries were used for the study, the powders were tested for the presence of microorganisms (bacteria of the *E. coli* group (coliforms), the number of mesophilic aerobic and optional anaerobic microorganisms, yeast and molds) and toxic elements. All indicators are within the permissible limits. Thus, sea buckthorn fruit is a safe raw material. The microbiological parameters during long-term storage for 12 months were determined.

Key words: osmotic dehydration, sea buckthorn, powdered food additives, safety indicators, microbiological indicators.

Розробка порошкової харчової добавки на основі плодів обліпихи

Є. В. Демидова, М. М. Самілик✉

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

У процесі виробництва харчового продукту важливим є не тільки отримання продукту високої якості, а й мінімізація промислових відходів, зниження енерговитрат на процес. Останнім часом покупці з особливою уважністю ставляться ще й до біологічної цінності, зростає популярність органічних і натуральних продуктів. Пошук нових видів нетрадиційної сировини та вибір раціонального способу її переробки – важливе завдання для науковців і виробників. Метою дослідження є розроблення технології одержання порошкової харчової добавки за рахунок використання дикорослої сировини регіонального значення методом осмотичної дегідратації. При використанні осмотичної дегідратації зберігається їхня біологічна цінність та органолептичні властивості. Розроблена в роботі технологія обробки ягід осмотичною дегідратацією дає змогу використовувати щадні режими сушіння, що сприяє максимальному збереженню їхньої біологічної цінності. Наявність біологічно активних речовин в обліпихі підвищує хімічний склад харчових продуктів. Використано стандартні органолептичні та мікробіологічні методи дослідження. У статті подана технологічна схема виробництва порошкової харчової добавки на основі плодів обліпихи. Досліджені фізико-хімічні та органолептичні показники готового продукту, вміст вітамінів С та Е. З огляду на те, що для дослідження використовувалися дикорослі ягоди, проведено дослідження порошоків на наявність мікроорганізмів (бактерії групи кишкових паличок (коліформи), кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, дріжджів та плісневих грибів) та токсичних елементів.

Всі показники – в межах допустимих норм. Таким чином, плоди обліпихи є безпечною сировиною. Визначено мікробіологічні показники при тривалому зберіганні протягом 12 місяців.

Ключові слова: осмотична дегідратація, обліпиха, порошкові харчові добавки, показники безпеки, мікробіологічні показники.

Вступ

Дикоросла сировина є джерелом вітамінів, мінеральних та біологічно активних речовин, які мають оздоровчий та захисний ефект навіть у мінімальних кількостях. Використання рослинної сировини у виробництві функціональних технологічних добавок дозволить підвищити поживну цінність і лікувальні властивості харчових продуктів. Крім того, регулярне вживання таких продуктів зменшує негативний вплив несприятливих факторів як зовнішнього, так і внутрішнього середовища на організм людини. Однак більш широке використання дикорослої сировини обмежене через недостатнє вивчення її хімічного складу та відсутність ефективних технологій її переробки.

У зв'язку з вищезазначеним, виробництво багатofункціональних харчових та біологічно активних добавок з натуральної сировини є надзвичайно актуальним питанням.

Ягоди обліпихи *Hippophae rhamnoides L.* є чудовим джерелом біологічно активних сполук, зокрема каротиноїдів, токоферолів, стеринів, флавоноїдів, ліпідів, вітамінів, дубильних та мінеральних речовин, що сприяє їхньому широкому використанню як природного антиоксиданту (Vilas-Franquesa et al., 2020). Цінним джерелом водорозчинних та жиророзчинних антиокислювачів є обліпиха. Склад біологічно активних речовин у ягодах, насінні та листі обліпихи вивчається багатьма дослідниками (Guliyev et al., 2004; Gut et al., 2008; Bal et al., 2011; Chaman et al., 2011; Kant et al., 2012; Saikia & Handique, 2013; Fatima et al., 2015).

Плоди багаті на поліфеноли та вітаміни, а також містять велику кількість кверцетину та флавонолідів (Guliyev et al., 2004; Salejda et al., 2014).

Ягоди обліпихи – багате джерело макро- і мікроелементів. В її ягодах міститься багато магнію (8,3–9,5 мг/100 г), кальцію (5–7,2 мг/100 г) і заліза (від 1,24 мг/100 г). Також у великих кількостях присутній натрій. Марганець і цинк не перевищують 0,25 мг/100 г, тимчасом як мідь і нікель – 0,006 і 0,015 мг/100 г відповідно (Gut et al., 2008).

Плоди обліпихи характеризуються винятковим вітамінним вмістом. Обліпиха містить велику кількість вітаміну С, до 60 мг провітаміну А, токоферолів або вітаміну Е (до 160 мг), фолієвої кислоти (до 0,79 мг%), вітаміни групи В (0,035 мг), вітаміни групи В (до 0,056 мг%), а також вітамін К₁ і вітамін D. Вміст вітаміну К₁ у плодах обліпихи становить 0,9–15 мг/100 г, і це в 2–4 рази вище, ніж у більшості інших фруктових, ягідних та овочевих культур (Zadernowski et al., 2005; Gut et al., 2008). Вміст аскорбінової кислоти в обліписі вищий, ніж у більшості ягід і плодів рослин. Плоди обліпихи мають більше вітамінів В₁ і В₂, ніж малини, полуниці та смородини (Zadernowski et al., 2005).

Крім того, вони багаті на каротиноїди, такі як зеаксантин, β-каротин, β-криптоксантин, літеїн, лікопін і γ-каротин (Fan et al., 2007). Їх вміст у плодах становить 7,94–28,16 мг/100 г. Ідентифіковано 40 форм каротиноїдів. Найбільшу активність проявляє β-каротин – 14–24 % від загального вмісту. Заморожування не спричиняє зменшення вмісту каротиноїдів.

Насіння обліпихи містить велику кількість вітаміну Е та жирів. Вони є добрим джерелом таніну та ефірних олій. Висока концентрація каротину та флавоноїдів робить обліпиху цінним джерелом рослинних пігментів для харчової промисловості. Жовтий пігмент обліпихи є важливою харчовою добавкою, яку застосовують для забарвлення рослинних вершків, морозива, цукерок, тортів та інших продуктів харчування (Ghendov-Moşanu et al., 2020).

Вміст цукрів коливається в межах 2,7–5,8 % і збільшується під час дозрівання. Плоди обліпихи містять невелику кількість пектину (0,28–0,78 %). Вміст органічних кислот коливається від 1,3 до 3,0 % і залежить від сорту. Серед них переважають яблучна та D-винна кислоти. У незначних кількостях також виявлено щавлеву та бурштинову кислоти (Zadernowski et al., 2005).

Важливим аспектом обліпихи для зміцнення здоров'я є високий вміст клітковини, яка вважається унікальним джерелом білка (Ciesarová et al., 2020). Обліпиховий сік також багатий багатьма амінокислотами. Загалом у плодах обліпихи виявлено 18 видів відомих амінокислот, половина з яких є незамінними амінокислотами. Лізин – незамінна амінокислота, яка міститься у невеликій кількості продуктів харчування. Вона поліпшує імунітет, сприяє оздоровленню людини, тому обліпиха є надійним джерелом природного лізину. В обліписі міститься найвищий вміст калію в мінеральних речовинах (Skuridin et al., 2013).

Завдяки цінному біохімічному складу ягоди обліпихи рекомендовані для використання в харчуванні в натуральному вигляді або у складі харчових продуктів (Bal et al., 2011). Обліпиха використовується переважно для виготовлення таких продуктів, як олія, пюре та соки (Cenkowski et al., 2006; Lipowski et al., 2009).

У країнах Східної Європи та Азії плоди широко використовуються в харчовій промисловості та фітотерапії. Завдяки високому вмісту біологічно активних речовин вона підвищує хімічний склад багатьох фруктових продуктів, наприклад, джемів, мармеладу або соків. Плоди містять дуже велику кількість вітаміну С, і тому її використовують у виробництві соків та напоїв, а також як природний консервант (Wilkowska et al., 2009).

В роботі (Ghendov-Moşanu et al., 2020) додавали 1 %, 3 % і 5 % порошку ягід обліпихи до пшеничного хліба для визначення харчової цінності та антиоксидантної активності. Було виявлено, що додавання 1 % порошку ягід обліпихи дає змогу отримати продукти з

високим вмістом біологічно активних речовин, кращими сенсорними та антиоксидантними властивостями та подовженим терміном зберігання.

У зв'язку з вищезазначеним можна стверджувати, що виробництво функціональних харчових та біологічно активних добавок з натуральної сировини є надзвичайно актуальним питанням.

Мета дослідження

Метою дослідження є розробка харчової добавки на основі плодів обліпихи.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати органолептичні показники якості отриманого порошку *Hippophae rhamnoides* L.;
- дослідити фізико-хімічні показники отриманого продукту;
- дослідити вміст вітамінів С та Е у порошках;
- дослідити мікробіологічні показники продуктів переробки плодів обліпихи;
- дослідити показники безпеки готового продукту.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися на кафедрі технологій та безпеки харчових продуктів Сумського національного аграрного університету. Як предмет дослідження використовували плоди *Hippophae rhamnoides* L., зібрані на території Сумської області у жовтні 2023 року.

Для реалізації поставлених завдань використовували загальноприйняті та спеціальні методи дослідження сировини і готової продукції.

Методи випробовування продукції проводять за показниками якості: сенсорний аналіз ПДП визначають згідно з ДСТУ ISO 6658. Консистенцію, запах і смак перевіряють органолептично; зовнішній вигляд колір, якість пакування і маркування – візуально. Сторонні домішки визначають візуально.

Масову частку вологи визначали згідно з ДСТУ 7804:2015.

Активну кислотність визначали згідно з ДСТУ 6045:2008.

Титровану кислотність (у перерахунку на яблучну кислоту) визначали згідно з ДСТУ 4957:2008.

Дисперсність частинок визначали згідно з ГОСТ 13340.1-77.

Відносну швидкість розчинення визначали згідно з ГОСТ 30648.6-99.

Масову частку цукрів визначали згідно з ДСТУ 4954:2008.

Вміст вітаміну С визначали згідно з ДСТУ 7803:2015.

Вміст шкідливої мікрофлори визначали згідно з ДСТУ EN 12824:2004.

Вміст токсичних елементів не повинен перевищувати допустимі рівні, встановлені ДСТУ 8498:2015. Вміст токсичних елементів визначали спектрометричним методом: кадмію (ДСТУ ISO 6561:2004); свинцю (ДСТУ ISO 6633-2001); миш'яку (ДСТУ ISO 6634:2004); цинку (ДСТУ ISO 6636-2:2004, ДСТУ ISO 6636-3-2001); ртуті (ДСТУ ISO 6637-2001), міді (ДСТУ ISO 7952:2004).

Вивільнення вітаміну Е з експериментальних зразків вивчали за допомогою ВЕРХ (Agilent Technologies 1200, детектор з UV-Vis Abs, детекція при $\lambda=290$ нм, колонка C18 (Zorbax SB-C18 4,6×150 мм, 5 мкм)).

Результати та їх обговорення

Шляхом низки проведених досліджень розроблені оптимальні режими переробки плодів обліпихи. В основі нової безвідходної технології виробництва порошкової добавки пропонується використовувати процес осмотичної дегідратації.

Технологічна схема комплексної переробки ягід показана на [рис. 2](#). Попередньо готували цукровий розчин у співвідношенні з водою 7:10, пастеризували його при t 65 °C 10 хв. Перевагою розробленої технології є м'який температурний режим та відсутність інших впливів, які деструктивно впливають на біологічно активні речовини обліпихи під час її переробки. Цей спосіб дозволяє зменшити енерговитрати на процес за рахунок скорочення тривалості сушіння. Висушені ягоди подрібнюються до порошкоподібної структури і методом сортування розділяються на фракції різного ступеня дисперсності. Отримані порошки показано на [рис. 1](#).



Рис. 1. Порошки із похідних переробки ягід *Hippophae rhamnoides*

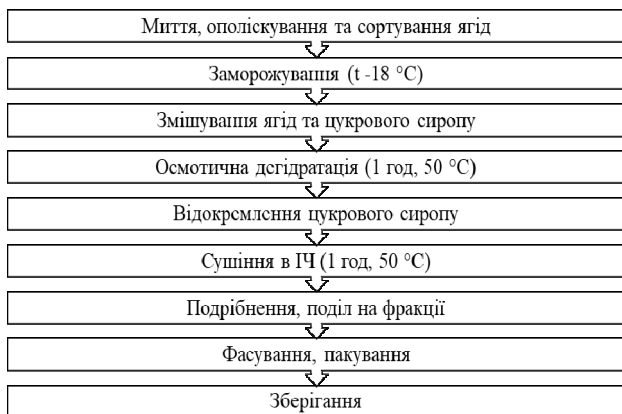


Рис. 2. Технологічна схема комплексної переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides L.*

Запропонована технологія виробництва порошків з обліпихи є повністю безвідходною, оскільки утворений після дегідратації цукровий розчин використовується для збагачення цукру та виробництва цукристих кондитерських виробів.

За органолептичними показниками рослинний порошок *Hippophae rhamnoides L.* відповідає показникам, наведеним в таблиці 1.

Таблиця 1
Органолептичні показники рослинних порошків

Найменування показників	Значення
Зовнішній вигляд	Однорідний, дрібнодисперсний порошок, без грудочок. Сторонні домішки та домішки рослинного походження забарено. Консистенція – суха
Колір	Від світло до темно-коричневого, однорідний
Смак і запах	Смак солодко-кислий або кисло-солодкий. Смак та запах добре виражені, властиві використаним видам сировини після термічного оброблення. Сторонній присмак та запах відсутній

За фізико-хімічними показниками порошок із похідних переробки ягід обліпихи відповідає показникам, наведеним в таблиці 2.

Таблиця 4
Мікробіологічні показники

Найменування показника	Свіжовиготовлений порошок	1 рік
МАФАМ, КУО/г	не виявлено	3×10 ¹
БГКП, в 0,01 г	не виявлено	ріст відсутній
Умовно-патогенні мікроорганізми, в тому числі <i>Staphylococcus aureus</i> , КУО/0,1 г	ріст відсутній	ріст відсутній
Патогенні мікроорганізми, в тому числі <i>Salmonella</i> , в 25 г	ріст відсутній	ріст відсутній
Кількість дріжджів та плісневих грибів, КУО/г	не виявлено	ріст відсутній

Таблиця 2
Фізико-хімічні показники якості рослинних порошків *Hippophae rhamnoides L.*

Найменування показників	Значення
Масова частка вологи, %	6,6
Дисперсність, мм	< 0,5
Активна кислотність, од. рН	4,1
Титрована кислотність (у перерахунку на лимонну кислоту), %	0,5
Титрована кислотність (у перерахунку на яблучну кислоту), %	0,5
Розчинні сухі речовини, %	77,0
Масова частка редукувальних цукрів, %	29,0

Вітамін С стимулює запуск імунних процесів, а також має антиоксидантні властивості, тому досліджено його вміст у порошках із похідних переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides L.* (табл. 3).

Таблиця 3
Вміст вітамінів С та Е у зразках порошків із похідних переробки дикорослих ягід

Назва	Значення, мг/100 г
Вітамін С	3,81
Вітамін Е	7,69

Важливим є той факт, що вітамін С в обліпісі дуже стабільний і його вміст не зменшується при термічній обробці рослини, оскільки обліпиха не має ферментів, які розщеплюють цей вітамін. Відсутність ферменту аскорбіноксидази підвищує стійкість вітаміну С. Встановлено, що аскорбінова кислота, яка міститься в обліпісі, має більшу ефективність порівняно з синтетичними вітамінами завдяки наявності антиоксидантних поліфенольних антиоксидантів.

Зберігали рослинні порошки при температурі 0–25 °С і відносній вологості повітря 60–65 % 12 місяців, після цього визначили мікробіологічні показники, такі як: бактерії групи кишкових паличок (коліформи), кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, дріжджів та плісневих грибів. За мікробіологічними показникам порошок із похідних переробки ягід обліпихи відповідає показникам, наведеним в таблиці 4 та на рис. 3.

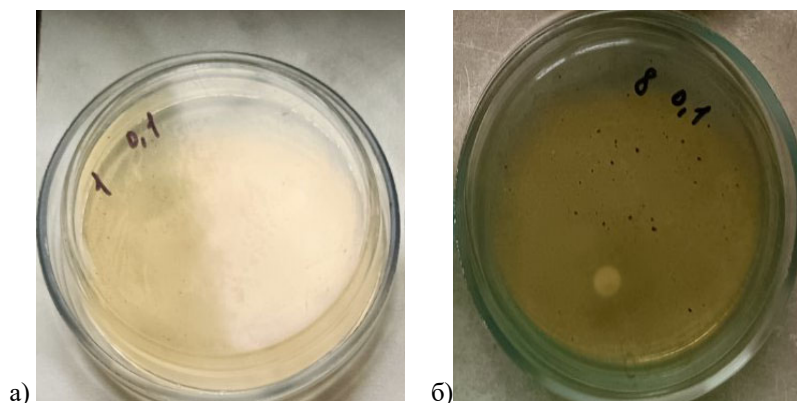


Рис. 3. Результати МАФМ
а) свіжовиготовлений порошок з обліпихи; б) 1 рік зберігання

За показниками безпеки обліпиховий порошок відповідає показникам, наведеним у таблиці 5.

Таблиця 5

Показники безпеки порошку із похідних переробки ягід обліпихи

Назва показника	Значення
Вміст токсичних елементів, мг/кг	
свинець	0,05
кадмій	0,02
миш'як	0,05
ртуть	0,005
Вміст радіонуклідів, мг/кг	
цезій	40
стронцій	25

Отриманий порошок можна використовувати для збагачення багатьох харчових продуктів (кисломолочних продуктів, макаронних виробів, кондитерських та хлібобулочних виробів).

Висновки

Унікальний хімічний склад обліпихи *Hippophae rhamnoides L.* свідчить проте, що вона може використовуватись для надання продуктам певних технологічних властивостей, а також підвищувати поживну цінність продукту. Цінність розробленої харчової добавки полягає насамперед у високому вмісті фенольних кислот, ненасичених жирних кислот, вітамінів (як жиророзчинних, так і водорозчинних), великої кількості мікроелементів та харчових добавок. Продукти переробки обліпихи як харчові добавки в Україні ще не набули широкого значення, тому подальші дослідження будуть спрямовані на розробку та дослідження продуктів із застосуванням порошку.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Bal, L. M., Meda, V., Naik, S. N., & Satya, S. (2011). Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutri-

ents for nutraceuticals and cosmoceuticals. *Food Research International*, 44(7), 1718–1727. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.03.002.

Cenkowski, S., Yakimishen, R., Przybylski, R., & Muir, W. E. (2006). Quality of extracted sea buckthorn seed and pulp oil. *Canadian biosystems engineering*, 48(3), 916.

Chaman, S., Syed, N. H., Danish, Z., & Khan, F. Z. (2011). Phytochemical analysis, antioxidant and antibacterial effects of sea buckthorn berries. *Pak. J. Pharm. Sci.*, 24(3), 345–351. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21715268>.

Ciesarová, Z., Murkovic, M., Cejpek, K. et al (2020). Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) so exceptional? a review. *Food Res. Int.*, 133, 109170. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109170.

Fan, J., Ding, X., & Gu, W. (2007). Radical-scavenging proanthocyanidins from sea buckthorn seed. *Food chemistry*, 102(1), 168–177. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.05.049.

Fatima, T., Kesari, V., Watt, I., Wishart, D., Todd, J. F., Schroeder, W. R., Paliyath, G., & Krishna, P. (2015). Metabolite profiling and expression analysis of flavonoid, vitamin C and tocopherol biosynthesis genes in the antioxidant-rich sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*). *Phytochemistry*, 118, 181–191. DOI: 10.1016/j.phytochem.2015.08.008.

Ghendov-Mosanu, A., Cristea, E., Patras, A., Sturza, R., Padureanu, S., Deseatnicova, O., Turculeț, N., Boestean, O., & Niculaua, M. (2020). Potential Application of *Hippophae Rhamnoides* in Wheat Bread Production. *Molecules*, 25(6), 1272. DOI: 10.3390/molecules25061272.

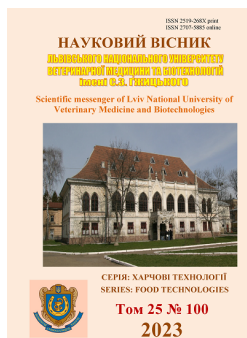
Ghendov-Moșanu, A., Sturza, R., & Opreș, O. (2020). Effect of lipophilic sea buckthorn extract on cream cheese properties. *J Food Sci Technol*, 57, 628–637. DOI: 10.1007/s13197-019-04094-w.

Guliyev, V. B., Gul, M., & Yildirim, A. (2004). *Hippophae rhamnoides L.*: chromatographic methods to determine chemical composition, use in traditional medicine and pharmacological effects. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.*, 812(1-2), 291–307. DOI: 10.1016/j.jchromb.2004.08.047.

Gut, M., Gasik, A., & Mitek, M. (2008). Rokitnik – roślina niczym apteka. *Przemysł spożywczy*, 6, 36–38.

Kant, V., Mehta, M., & Varshneya, C. (2012). Antioxidant potential and total phenolic contents of seabuckthorn

- (*Hippophae rhamnoides*) pomace. *Free Radicals and Antioxidants*, 2(4), 79–86. DOI: 10.5530/ax.2012.4.14.
- Lipowski, J., Marszalek, K., & Skapska, S. (2009). Sea Buckthorn an innovative raw material for the fruit and vegetable processing industry. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17(2), 121–126.
- Saikia, M., & Handique, P. J. (2013). Antioxidant and antibacterial activity of leaf, bark, pulp and seed extracts of seabuckthorn (*Hippophae salicifolia* D. Don) of Sikkim Himalayas. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(19), 1330–1338. DOI: 10.5897/JMPR12.1123.
- Salejda, A. M., Tril, U., & Krasnowska, G. (2014). The effect of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries on some quality characteristics of cooked pork sausages. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Biological, Veterinary, Agricultural and Food Engineering*, 8(6), 561–564.
- Skuridin, G. M., Chankina, O.V., Legkodymov, A. A., et al. (2013). Trace element composition of common sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) tissues. *Bull. Russ. Acad. Sci. Phys.*, 77(2), 207–210. DOI: 10.3103/s1062873813020342.
- Vilas-Franquesa, A., Saldo, J., & Juan, B. (2020). Potential of sea buckthorn-based ingredients for the food and feed industry – a review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 2, 17. DOI: 10.1186/s43014-020-00032-y.
- Wilkowska, A., Pogorzelski, E., Ambroziak, W., & Gwiazdecki, R. (2009). Kierunki przetwórstwa jagód rokitnika. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 4, 7–8.
- Zadernowski, R., Szałkiewicz, M., & Czaplicki, S. (2005). Skład chemiczny i wartość odżywcza owoców rokitnika (*Hippophae rhamnoides* L.). *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 8(9), 56–58.



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-f10015
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637:637.3:664.38

Technology of fermented milk product with increased protein content

I. Slyvka✉, O. Tsisaryk, L. Musiy, O. Herun

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

Article info

Received 22.08.2023

Received in revised form

25.09.2023

Accepted 26.09.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary
Medicine and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-097-986-15-44
E-mail: slyvka.88@ukr.net

Slyvka, I., Tsisaryk, O., Musiy, L., & Herun, O. (2023). Technology of fermented milk product with increased protein content. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 94–100. doi: 10.32718/nvlvet-f10015

The article contains the results of research into the development of yogurt technology with a high protein content and added Jerusalem artichoke syrup. Milk protein contains casein and whey protein, so it is a valuable source of protein. Modern technologies make it possible to separate and purify a specific type of milk proteins to a concentration that meets the technological requirements that are necessary in food systems. The low glycemic index and probiotic properties has a Jerusalem artichoke syrup, it has a positive effect on the development and stability of lactic acid bacteria and is recommended for consumption by people with diabetes. The biological value of the whey isolate was studied and it was established that the content of essential amino acids is 47.7 g per 100 g of the product, or 48.4 % of the total amount of amino acids. The content of BCAA (leucine, isoleucine and valine) is 23 g, which is 23.3 % of the total amount of amino acids. It was found that lysine has the highest score (176.3 %), and the limiting amino acids are phenylalanine (50 %) and methionine (62.8 %). The sum of amino acids of the "ideal" protein according to the recommendations of FAO/WHO and whey protein isolate was compared, and it was determined that the protein content in the studied raw material is 460 mg, which exceeds the values of the "ideal" protein (360 mg) by 27.7 %. It has been experimentally established that the optimum from the point of view of the complex of organoleptic properties and cost of the product is the sample where the content of whey isolate is 7.2 g per 100 g of the product. The protein content per 100 g of finished yogurt is 10 g. During fermentation, a slight difference in the rate of change of acidity in yogurt samples was noted, which was 4.5 h (75 °T) in the experimental sample and 5 h in the control sample. The shelf life of the product is set for 12 days according to titrated acidity levels for 21 days. According to the organoleptic indicators of yogurt, the difference between the tested and the control sample was noted. Yogurt, with added protein and Jerusalem artichoke syrup, was rated highest for taste, smell, and consistency, but not rated high enough for appearance and color. Regarding the biological value of the product, the protein content is 10 %, the fat content is 2.5 %, and the carbohydrate content is 8.3 %. The energy value of yogurt with additional ingredients is 84.4 kcal per 100 g of product.

Key words: yogurt, whey isolate, amino acid score, lactic acid bacteria, Jerusalem artichoke syrup.

Розроблення технології кисломолочного продукту з підвищеним вмістом білка

I. М. Сливка✉, О. Й. Цісарик, Л. Я. Мусій, О. С. Герун

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

Наведені результати роботи щодо розроблення технології йогурту з підвищеним вмістом білка та сиропом топінамбура. Молочний білок, що містить казеїн і сироватковий білок, є цінним джерелом білка. Завдяки сучасним технологіям, можливим є відокремлення та очищення конкретного типу молочних білків до такої концентрації, яка може відповідати технологічним вимогам, необхідним у харчових системах. Щодо сиропу топінамбура, то він володіє низьким глікемічним індексом та пробіотичними властивостями, що позитивно впливає на розвиток і стабільність молочнокислої мікрофлори та рекомендований для споживання людям із цукровим діабетом. Щодо вивчення біологічної цінності сироваткового ізоляту, то встановлено, що вміст незамінних

амінокислот (АК) становив 47,7 г на 100 г продукту, або 48,4 % загальної кількості АК. Вміст ВСАА (лейцину, ізолейцину та валіну), складає 23 г, що становить 23,3 % від загальної суми АК. Щодо розрахунку амінокислотного скору, то встановлено, що найвищий скор має лізин (176,3 %), а лімітуючими амінокислотами є фенілаланін (50 %) і метіонін (62,8 %). Порівнюючи суму АК “ідеального” білка згідно з рекомендаціями ФАО/ВООЗ та ізоляту сироваткового білка, то визначено, що вміст білків у досліджуваній сировині становить 460 мг, які перевищують показники “ідеального” білка (360 мг) на 27,7 %. В результаті експериментального підбору кількості сироваткового ізоляту, встановлено, що оптимальним з точки зору комплексу органолептичних властивостей і собівартості продукту є зразок, де вміст сироваткового ізоляту становить 7,2 г на 100 г продукту. Вміст білка на 100 г готового йогурту своєю чергою становить 10 г. Під час ферментації виявили лише незначну різницю у швидкості зміни кислотності у зразках йогурту, що становила у дослідному зразку 4,5 год (75 °T) та у контрольному зразку 5 год. Встановлено термін зберігання продукту 12 діб за змінами титрованої кислотності протягом 21 доби. Щодо вивчення органолептичних показників йогурту, то виявлено різницю між досліджуваним та контрольним зразком. Йогурт, збагачений білком, з додаванням сиропу топінамбура мав найвищу оцінку за смак і запах та консистенцію, але мав недостатньо високу оцінку за зовнішній вигляд та колір. Щодо біологічної цінності продукту, то вмісту білка становить 10 %, вміст жиру – 2,5 % і вміст вуглеводів – 8,3 %. Енергетична цінність йогурту із додатковими інгредієнтами – 84,4 ккал на 100 г продукту.

Ключові слова: йогурт, сироватковий ізолят, амінокислотний скор, молочнокислі бактерії, сироп топінамбура.

Вступ

В даний час у багатьох країнах однією з важливих тем для обговорення є проблема правильного харчування та здоров'я населення. Від повноцінності харчування залежить стан харчування загалом та тривалість життя людини (Anderson, 2019; Moore et al., 2023).

Один із способів вирішення цієї проблеми полягає у підвищенні біологічної цінності харчових продуктів, розширенні їхнього асортименту, розробленні нових продуктів для лікувального та профілактичного харчування, застосуванні різних функціональних харчових добавок (García-Burgos et al., 2020; Moore et al., 2023).

Ферментовані молочні продукти є одними з найбільш вживаних в світі та продовжують демонструвати значне зростання споживання за останні роки, а ринкові тенденції свідчать про те, що буде спостерігатися ще більший попит. Зростає інтерес споживачів до ферментованих молочних продуктів через поживні властивості та переваги для здоров'я цих продуктів, оскільки їх вплив на бактеріальну мікробіоту кишечника сприяє здоровому життю та збільшенню очікуваної тривалості життя (Verruck et al., 2019; García-Burgos et al., 2020; Jana, 2022).

Завдяки своїм особливим характеристикам ферментовані молочні продукти є чудовою матрицею для включення додаткових інгредієнтів та/або поживних речовин, які надають кінцевому продукту властивостей, що виходять за межі суто поживних та роблять їх справжніми функціональними продуктами харчування, цікавими для здорового харчування (Fernandez et al., 2017; García-Burgos et al., 2020).

Важливе місце в харчуванні сучасної людини відводиться кисломолочним продуктам, серед яких найбільш популярним та широко відомим є йогурт. Отже, вищевизначені проблеми можуть знайти своє рішення в створенні якісних нових йогуртів, що володіють приємним смаком, легкою засвоюваністю, низькою калорійністю, та при цьому збагачені функціональними компонентами (Fernandez et al., 2017; Verruck et al., 2019; García-Burgos et al., 2020).

Топінамбур (*Helianthus tuberosus L.*) є цікавим пребіотиком, оскільки його бульба має підвищений вміст інуліну та фруктоолігосахаридів (Gupta & Chaturvedi, 2020; Ndhalla et al., 2022). Сироп топінам-

бура – продукт, отриманий із соку топінамбуру за допомогою повторних нагрівань та охолодження до загустіння. Являє собою густу рідину яскраво-буруштинового кольору із солодким карамельним смаком. Завдяки низькому глікемічному індексу (ГІ) сироп топінамбура в помірних кількостях дозволений для використання як натуральний підсолоджувач у харчуванні хворих на цукровий діабет (Shao et al., 2020).

В останні роки увага науковців також прикута до сироваткових білків, як додаткових компонентів їжі, які володіють вираженою антиоксидантною, протизапальною дією, а також ефективні при ожирінні, зниженні артеріального тиску та можуть бути рекомендовані як продукти з підвищеним вмістом білка для харчування спортсменів (Blazic et al., 2018; Menahem et al., 2023).

Сироваткові протеїни багаті незамінними амінокислотами та біоактивними пептидами. Також вони покращують структуру та сенсорні характеристики їжі завдяки своїм фізико-хімічним властивостям (Blazic et al., 2018).

Сироватковий ізолят – високоочищена форма (понад 85 % білка), яка практично не містить жирів та вуглеводів (лактози). Відіграє важливу роль у спортивному харчуванні завдяки швидкому засвоєнню та високому вмісту незамінних амінокислот з розгалуженими бічними ланцюжками (ВСАА), що беруть участь у метаболізмі м'язової тканини. Застосовується головним чином для набору м'язової маси (Patel, 2015; Jäger et al., 2017; Blazic et al., 2018).

Щодо спортивного харчування, то за даними низки досліджень, при регулярних заняттях спортом для формування м'язової маси рекомендовано споживання щонайменше 1,5–2 г білка на 1 кг маси тіла, причому деякі автори рекомендують збільшити його до 3–4 г на 1 кг (Blazic et al., 2018). Ізолят сироваткового білка вважається добавкою при спортивному харчуванні, яку здебільшого отримують методом мікроультрафільтрації молочного білка із сироватки, побічного продукту процесу виробництва сирів та інших молочних продуктів (Sychevskiy et al., 2019).

Мета дослідження

Мета досліджень – розроблення технології йогурту, збагаченого білком, з додаванням сиропу топінам-

бура який рекомендований для окремих груп населення (спортивного та дієтичного харчування).

Підбір інгредієнтів для кисломолочного продукту на сьогодні є дослідженим та обґрунтованим (Rudiuk et al., 2019). Новизною даної роботи є вибір ізоляту сироваткового білка високого ступеня очищення, що практично не містить жирів та вуглеводів, а також використання як підсолоджувача сиропу топінамбура, що володіє низьким ГІ (глікемічним індексом) та пробіотичними властивостями (Shao et al., 2020; Jana, 2022). Це дозволило створити багатofункціональний, високобілковий, низькокалорійний кисломолочний продукт, що не спричиняє різкого підвищення цукру в крові, який може використовуватись як у спортивному та дієтичному харчуванні, так і харчуванні людини з цукровим діабетом.

Під час виконання науково-дослідної роботи було поставлено кілька завдань, серед яких було дослідження біологічної цінності сироваткового ізоляту, розроблення рецептури та технології йогурту, збагаченого білком та доданим сиропом топінамбура, дослідження органолептичних властивостей готового продукту та вивчення показників його харчової та енергетичної цінності, дослідження показників безпеки та якості продукту та визначення терміну його придатності.

Матеріал і методи досліджень

Для виробництва йогурту використовували коров'яче молоко, що відповідає вимогам згідно з ДСТУ 3662:2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови.

Для збагачення йогурту використовували ізолят сироваткового молочного білка "Протеїн 80 % (без смаку)", виробництва "Гадяч протеїн", Україна. Як пребіотик використовували сироп топінамбура без цукру "Сироп натуральний з топінамбура". Склад: топінамбур (свіжі бульби) 70 %, вода. Виробник: Україна.

Для заквашування використовували висококонцентрований бактеріальний препарат на основі молочнокислих бактерій серії YOFLEX, до складу якого входять *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. Кількість КУО: 5×10^{12} . Рекомендована температура інкубації становить 35–45 °С.

Виготовлення йогурту проводили термостатним способом згідно з ДСТУ 4343:2004 "Йогурти. Загальні технічні вимоги".

Для виготовлення йогурту вихідну сировину пастеризували за температури 95–97 °С з витримкою 2–3 с. Після охолодження вносили раніше зважені білкову добавку та підсолоджувач, ретельно перемішували та при досягненні температури 37 ± 2 °С вносили закваску. В результаті перемішування отримали повне розчинення всіх компонентів.

Дослідні зразки йогурту поміщали у термостат за температури 37 ± 2 °С для сквашування. Тривалість сквашування визначали за титрованою кислотністю, яка в готовому продукті має становити від 75 до 140 °Т.

Готовий продукт охолоджували до температури від 4 ± 2 °С та проводили експериментальні дослідження.

Контрольний зразок виготовляли без додаткових інгредієнтів термостатним способом.

Результати

Аналіз біологічної цінності ізоляту сироваткового білка. Вивчивши дані виробника про амінокислотний склад сироваткового ізоляту, було проведено аналіз його біологічної цінності (табл. 1).

Таблиця 1

Оцінка амінокислотного складу сироваткового ізоляту

Назва амінокислот	Вміст в 100 г
Незамінні	
Валін	5,9
Гістидин	1,7
Ізолейцин	6,4
Лейцин	10,7
Лізин	9,7
Метіонін	2,2
Треонін	6,7
Триптофан	1,4
Фенілаланін	3,0
Сума амінокислот	47,7
Замінні	
Аланін	5,0
Аргінін	2,1
Аспаргінова к-та	11,1
Гістидин	1,7
Глютінова к-та	18,2
Пролін	5,5
Серин	4,6
Тирозин	2,6
Сума амінокислот	50,8
Вміст ВСАА (лейцин+ізолейцин+валін)	23
Загальний вміст АК	98,5

Відповідно до зазначених даних, вміст незамінних АК становив 47,7 г на 100 г продукту, або 48,4 % загальної кількості АК. ВСАА – це комплекс, який складається з амінокислот із розгалуженим ланцюгом. Складовими комплексу є валін, лейцин, ізолейцин. Вміст ВСАА, що беруть участь у метаболізмі м'язової тканини, а отже найбільш цінних з погляду спортивного харчування, становить 23 г (23,3 % від загальної суми АК). Також варто звернути увагу на рівень треоніну – 6,7 г. Сьогодні треонін додають до складу продукту спортивного та дієтичного харчування, а саме у батончики, білкові суміші, коктейлі тощо, оскільки він впливає на відновлення м'язової тканини, а також прискорює процеси метаболізму (Ferrando et al., 2023).

У таблиці 2 наведено розрахунок амінокислотного скору сироваткового ізоляту.

Таблиця 2

Амінокислотний скор сироваткового ізоляту

Амінокислоти	Шкала ФАО/ВООЗ (мг/1 г ідеального білка)	Вміст АК в мг/1 г білка	Амінокислотний скор, %
Ізолейцин	40	64	160
Лізин	55	97	176,3
Лейцин	70	107	152,8
Метіонін	35	22	62,8
Фенілаланін	60	30	50
Треонін	40	67	167,5
Триптофан	10	14	140
Валін	50	59	118
Сума	360	460	127,7

Згідно з отриманими результатами, можна зробити висновок, що використовуваний сироватковий ізолят молочного білка є збалансованим за вмістом амінокислот. Найвищий скор має лізин (176,3 %), а лімітуючими амінокислотами є фенілаланін (50 %) і метіонін (62,8 %). Також, порівнюючи сумарні амінокислоти “ідеального” білка з рекомендаціями ФАО/ВООЗ та ізоляту сироваткового білка можна зробити висновок, що вміст білків у досліджуваній

сировині (460 мг) перевищують показники “ідеального” білка (360 мг) на 27,7 %.

Проведені дослідження свідчать про високу біологічну цінність ізоляту сироваткового білка, який було використано нами у технології йогурту.

Підбір дози додаткових компонентів у технології йогурту проводили методом підбору різних інгредієнтів для визначення оптимального. Підбір оптимальної рецептури йогурту показано в таблиці 3.

Таблиця 3

Експериментальні рецептури йогуртів

Варіант рецептури, №	Вміст білка	Кількість інгредієнтів, г/100 г				Всього, г
		Молоко	Закваска	Сироватковий ізолят	Сироп топінамбура	
1	6	92,15	0,05	2,8	5	100
2	7,5	90,65	0,05	4,3	5	100
3	8,5	89,65	0,05	5,3	5	100
4	10	87,75	0,05	7,2	5	100

Підбір дози сироваткового ізоляту розпочинали із 2,8 г на 100 г продукту, так щоб досягнути дози 6 г білка на 100 г йогурту. В результаті експериментального підбору кількості сироваткового ізоляту встановлено, що оптимальним з точки зору комплексу органолептичних властивостей і собівартості продукту є зразок № 4, де вміст сироваткового ізоляту становить 7,2 г на 100 г продукту. Вміст білка на 100 г готового йогурту своєю чергою становить 10 г.

Таким чином, нами були отримані зразки готового йогурту, збагаченого білком, з додаванням сиропу топінамбура і йогурту без добавок – як контроль.

Оцінка перебігу ферментативного процесу під час виробництва йогурту. Перебіг ферментативного процесу є визначальним етапом у виробництві кисломолочної продукції. Аналізуючи час сквашування молочної сировини, можна прогнозувати якісні показники кисломолочного продукту та його властивості.

Під час ферментативного процесу виявили лише незначну різницю у швидкості наростання кислотнос-

ті у зразках йогурту. В дослідному зразку час сквашування тривав 4,5 год (75 °Т) та у контрольному зразку 5 год.

Зазвичай у свіжевикотовленому йогурті кількість корисних молочнокислих бактерій сягає більш ніж 100 мільйонів в 1 г продукту. На кінець терміну зберігання кількість мікроорганізмів дещо зменшується, але повинна залишатися на рівні не менше ніж 1×10^7 КУО і повинна бути підтверджена протоколами досліджень. Цей показник є одним із найважливіших, оскільки згідно з ним встановлюється термін зберігання продукту (Aryana & McGrew, 2007).

На рисунку 1 показана залежність зміни кислотності (підвищення) від терміну зберігання продукту. Зміна показників титрованої кислотності дозволяє оцінити та охарактеризувати процес розвитку мікрофлори як технічно важливої, так і супутньої (небажаної, забруднюючої). Дослідження зміни титрованої кислотності проводили на 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18 та 21 доби зберігання продукту.

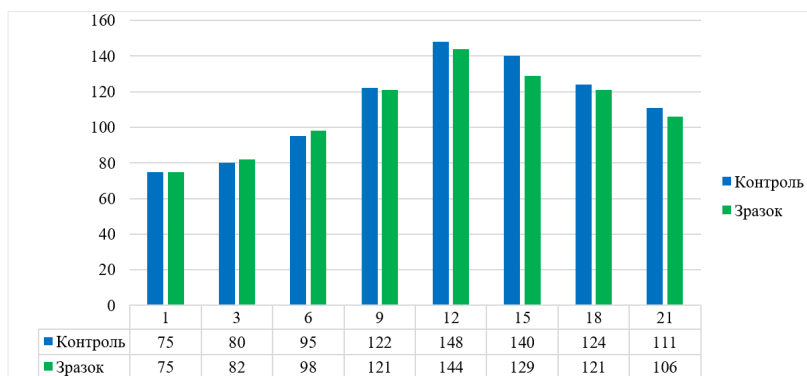


Рис. 1. Зміна титрованої кислотності під час зберігання йогурту

Встановлено, що максимальна кислотність (144 °Т та 148 °Т) досягається на 12-у добу зберігання йогурту в обох зразках. Зазначено, що на 3–6 добу в досліджуваному зразку кислотність наростала дещо швидше (82–98 °Т) порівняно з контролем (80–95 °Т). Потім з 12-ї доби виявляли в дослідному зразку знижен-

ня кислотності (144–106 °Т) та в контрольному (140–111 °Т).

Характеристика органолептичних показників. Важливим показником якості готового продукту є оцінка його органолептичних показників. У таблиці 4 наведена органолептична характеристика продукту.

Таблиця 4

Органолептична характеристика продукту

Показники	Дослідний зразок	Контроль
Зовнішній вигляд	Поверхня рівна, гладка, без розшарувань	Поверхня рівна, без розшарувань
Консистенція	Однорідна, ніжна, згусток щільний, без грудочок	Однорідна, без грудочок
Смак і запах	Смак помірно солодкий, запах і смак чисті, кисло-молочні	Смак і запах чисті, кисломолочні
Колір	Молочно-кремовий, рівномірний по всій масі	Молочно-білий, рівномірний по всій масі

Органолептичні показники якості йогурту виражали шляхом складання профілів. Для побудови органолептичних профілів продукту були обрані показники, що характеризують його споживчі характеристики, та підібрано оптимальну шкалу для оцінки показників якості.

На рисунках 2 та 3 показані профілі, які є результатами органолептичної оцінки смаку, запаху, зовнішнього вигляду, кольору та консистенції за 5-бальною шкалою (Hoiko, 2014; Kaliuzhnaia et al., 2018).

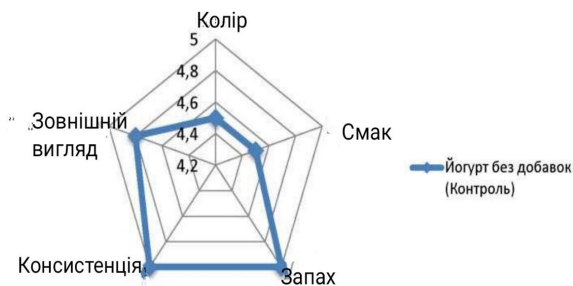


Рис. 2. Профілограма органолептичної оцінки дослідного зразка йогурту

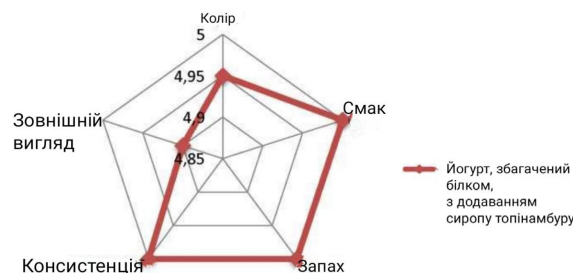


Рис. 3. Профілограма органолептичної оцінки йогурту без добавок

Харчова та енергетична цінність готового йогурту. Харчову та енергетичну цінність йогурту, збагаченого білком, з додаванням сиропу топінамбура показано в таблиці 5.

Аналізуючи результати біологічної цінності продукту, можна зробити висновок, що досягнуто 10 % вмісту білка в отриманому продукті при порівняно невисокій жирності – 2,5 % і невеликому вмісті вуглеводів – 8,3 %. При цьому енергетична цінність йогурту з додатковими інгредієнтами становить 84,4 ккал на 100 г продукту.

Таблиця 5

Харчова та енергетична цінність йогурту

Показники, на 100 г	Білок, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Калорійність, ккал
Дослідний зразок	10 ± 0,5	2,5 ± 0,5	8,3 ± 0,5	84,4 ± 2
Контроль	3,2 ± 0,5	2,5 ± 0,5	4,8 ± 0,5	55 ± 0,5

Обговорення

Сучасні харчові технології спрямовані на розширення асортименту ферментованих молочних продуктів та збагачення їх різними добавками для надання їм функціональних властивостей, що зумовлює підвищену користь для здоров'я та поліпшення мікробіологічних, реологічних і сенсорних характеристик продукту (García-Burgos et al., 2020).

Доведено, що йогурт має низку корисних властивостей, це дозволяє йому бути незамінним компонентом спортивного та дієтичного харчування. Йогурт – кисломолочний продукт із підвищеним вмістом сухих знежирених речовин молока, вироблений з використанням суміші заквашувальних мікроорганізмів – термофільного стрептокока та болгарської палички з концентрацією не менше ніж 10^7 КУО в 1 г продукту на кінець терміну придатності. Стабільність та ефективність молочнокислої мікрофлори залежить від її концентрації та життєздатності, яка повинна підтримуватися під час зберігання та виживати в кишковому середовищі (Kailasapathy & Chin, 2000; Aryana & McGrew, 2007). Щоб поліпшити ці властивості молочнокислих бактерій, ферментовані продукти слід доповнювати пребіотиками. Існують неперетравлювані харчові інгредієнти, які сприятливо впливають на організм шляхом вибіркової стимуляції росту та/або активності бактерій у товстій кишці (пребіотики). Фруктоолігосахариди та інулін є одними з найвідоміших пребіотичних сполук (Buriti et al., 2007; Cardarelli et al., 2007).

Щодо особливостей технології йогурту з додаванням сироваткового ізоляту та сиропу топінамбура, то при аналізі зміни титрованої кислотності під час зберігання продукту можна помітити тенденцію до підвищення до певного значення, а потім її зниження. Це можна пояснити тим, що молочний цукор, який міститься в кисломолочних продуктах, розкладається під дією мікроорганізмів з утворенням молочної та деяких інших кислот. При цьому титрована кислотність підвищується до граничних норм, внаслідок чого продукт набуває кислого смаку. При тривалому зберіганні трапляється зниження кислотності внаслідок розвитку гнильних процесів. В результаті цих процесів відбувається розпад білків із утворенням лужних сполук. Виникають вади смаку, запаху та консистенції, і продукт стає непридатним для споживання (Vlasenko et al., 2010).

Щодо аналізу профілограми, то варто зазначити, що органолептична оцінка досліджуваного зразка йогурту та контрольного зразка відрізняються за деякими показниками.

Йогурт, збагачений білком, з додаванням сиропу топінамбура має найвищу оцінку за смак і запах та консистенцію, але недостатньо високу – за зовнішній

вигляд та колір. На таку оцінку впливає незвичний зовнішній вигляд – це свідчить про те, що в цьому йогурті є харчові добавки. З наведених даних випливає, що внесення білкової добавки та підсолоджувача істотно впливає на органолептичні показники йогурту.

Щодо отриманих результатів харчової та енергетичної цінності йогурту, то невисока калорійність кисломолочного продукту разом з харчовою та біологічною цінністю дозволяє використовувати його у раціонах спортивного та дієтичного харчування.

Висновки

Виробництво нових видів йогурту з внесенням різних добавок здатне забезпечити потребу людського організму в поживних речовинах, особливо для груп населення, які потребують спеціального харчування.

Актуальною залишається проблема організації здорового харчування для особливих груп населення, в тому числі людей із цукровим діабетом. Як показали теоретичні та експериментальні дослідження, використання багатофункціональних харчових добавок у технології виробництва йогурту дає можливість не тільки розширити асортимент функціональних продуктів, а й позитивно впливати на організм людини.

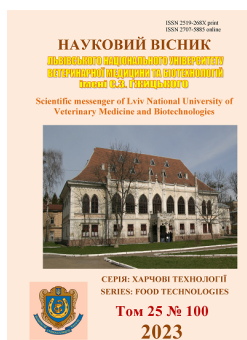
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Anderson, J. T. (2019). *Bioactive Compounds of Food: Their Role in the Prevention and Treatment of Diseases, Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019, 3765986. DOI: 10.1155/2019/3765986.
- Aryana, K. J., & McGrew, P. (2007) Quality Attributes of Yogurt with *Lactobacillus casei* and Various Prebiotics. *LWT - Food Science and Technology*, 40(10), 1808–1814. DOI: 10.1016/j.lwt.2007.01.008.
- Bakr, A., Mousa, M., & EL-Shahawy, A. (2020). Supplementation of bio-yoghurt with Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as a natural sources. *J. Productivity and Development*, 25, 149–168.
- Blazic, M., Zavadlav, S., Kralj, E., & Saric, G. (2018) Production of whey protein as nutritional valuable foods. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 10(2), 255–260. DOI: 10.17508/CJFST.2018.10.2.09.
- Buriti, F., Cardarelli, H., Filisetti, T., & Saad, S. (2007). Synbiotic Potential of Fresh Cream Cheese Supplemented with Inulin and *Lactobacillus paracasei* in Co-Culture with *Streptococcus thermophilus*. *J. Food Chemistry*, 104(4), 1605–1610. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.03.001.

- Cardarelli, H., Saad, S., Gibson, G., & Vulevic, J. (2007). Functional Petit-Suisse Cheese; Measure of the Prebiotic Effect. *Anaerobe*, 13(5-6), 200–207. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2007.05.003.
- Fernandez, M., Picard-Deland, É., Le Barz, M., Daniel, N., & Marette, A. (2017). Yogurt and Health. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*. Academic Press., 305–338. DOI: 10.1016/B978-0-12-802309-9.00013-3.
- Ferrando, A. A., Wolfe, R. R., Hirsch, K. R., et al. (2023). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Effects of essential amino acid supplementation on exercise and performance. *J Int Soc Sports Nutr.*, 20(1), 2263409. DOI: 10.1080/15502783.2023.2263409.
- García-Burgos, M., Moreno-Fernández, J., Alférez, M. J., Díaz-Castro, J., & López-Aliaga, I. (2020). New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. *Journal of Functional Foods*, 72, 104059. DOI: 10.1016/j.jff.2020.104059.
- Gupta, D., & Chaturvedi, N. (2020). Prebiotic Potential of Underutilized Jerusalem Artichoke in Human Health: A Comprehensive Review. *Int. J. Environ. Agric. Biotechnol.*, 5, 97–103. DOI: 10.22161/ijeab.51.15.
- Hoiko, I. (2014). Vykorystannia roslynnoi syrovyny yak zbahachuvacha kyslomolochnykh napoiv z antyoksydantnymi vlastyvostiamy. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii*, 20(1), 240–247. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2014_20_1_33 (in Ukrainian).
- Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., et al. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr.*, 14, 20. DOI: 10.1186/s12970-017-0177-8.
- Jana, A. (2022). High protein dairy foods: technological considerations. *Dairy Foods*. Woodhead Publishing, 159–193. DOI: 10.1016/B978-0-12-820478-8.00013-4.
- Kailasapathy, K., & Chin, J. (2000). Survival and Therapeutic Potential of Probiotic Organism with Reference to *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. *Immunology & Cell Biology*, 78(1), 80–88. DOI: 10.1046/j.1440-1711.2000.00886.x.
- Kaliuzhnaia, O., Strilets, O., & Strelnykov, L. (2018). Rozrobka tekhnolohii funktsionalnykh yohurtiv zbahachenykh roslynnyimi inhredientami: navch. posibnyk. *Kharkiv*, 126–130 (in Ukrainian).
- Kravtsova, O., Skorchenko, T., Kovalenko, N., & Liaskovskiy, T. (2004). Doslidzhennia syneretychnykh vlastyvostei yohurtiv, vyhotovlenykh na osnovi novoi bakterialnoi zakvasky. *Molochna promyslovist*, 4(13), 12–15 (in Ukrainian).
- Menahem, C., Foist, M., Mansour, Y., Shtauf, B., Bar-Maisels, M., Phillip, M., Gat-Yablonski, G. (2023) A Whey-Based Diet Can Ameliorate the Effects of LPS-Induced Growth Attenuation in Young Rats. *Nutrients*, 15, 1823. DOI: 10.3390/nu15081823.
- Moore, S., Costa, A., Pozza, M. et al. (2023). How animal milk and plant-based alternatives diverge in terms of fatty acid, amino acid, and mineral composition. *npj Sci Food*, 7, 50. DOI: 10.1038/s41538-023-00227-w.
- Ndhkala, A. R., Kavaz Yüksel, A., & Yüksel, M. (2022) Nutritional Supplementation of Yogurt with Jerusalem Artichoke Tubers: Organic Acid Profiles and Quality Parameters. *Plants*, 11, 3086. DOI: 10.3390/plants11223086.
- Patel, S. (2015). Functional food relevance of whey protein: a review of recent findings and scopes ahead. *J Funct Foods*, 19, 308–319. DOI: 10.1016/j.jff.2015.09.040.
- Rudiuk, V., Pasichnyi, V., Khorunzha, T., & Krasulia, O. (2019). Kyslomolochnyi produkt z pidvyshchenym vmistom bilka. *Naukovi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Serii: Kharchovi tekhnolohii*, 21(91), 79–83. DOI: 10.32718/nvlvet-f9113_ (in Ukrainian).
- Shao, T., Yu, Q., Zhu, T., Liu, A., Gao, X., Long, X., & Liu, Z. (2020). Inulin from Jerusalem artichoke tubers alleviates hyperglycaemia in high-fat-diet-induced diabetes mice through the intestinal microflora improvement. *Br. J Nutr.*, 123(3), 308–318. DOI: 10.1017/S0007114519002332.
- Suthar, J., Jana, A., & Balakrishnan, S. (2017) High Protein Milk Ingredients - A Tool for Value-Addition to Dairy and Food Products. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 6(1), 00171. DOI: 10.15406/jdvar.2017.06.00171
- Sychevskiy, M., Romanchuk, I., & Minorova, A. (2019). Milk whey processing: prospects in Ukraine. *Food Science and Technology*, 13(4), 58–68. DOI: 10.15673/fst.v13i4.1557.
- Tunick, M. H., & Van Hekken, D. L. (2015). Dairy Products and Health: Recent Insights *J. Agric. Food Chem.*, 63(43), 9381–9388. DOI: 10.1021/jf5042454.
- Turck, D. et al. (2019). Safety of whey basic protein isolate for extended uses in foods for special medical purposes and food supplements for infants pursuant to Regulation (EU) EFSA Panel on Nutrition. *Novel Foods and Food Allergens (EFSA NDA Panel)*. *EFSA J.*, 17(4), e05659. DOI: 10.2903/j.efsa.2019.5659.
- Verruck, S., Fasura Balthazar, C., Silva Rocha, R., Silva, R., Almeida Esmerino, E., Colombo Pimentel, T., Queiroz Freitas, M. et al. (2019). Dairy foods and positive impact on the consumer's health. *Advances in Food and Nutrition Research*. Academic Press, 89, 95–164. DOI: 10.1016/bs.afnr.2019.03.002.
- Vlasenko, V., Solomon, A., & Didukh, H. (2010). Vyznachennia probiotychnoi skladovoi dlia desertynykh kyslomolochnykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia. *Kharchova nauka i tekhnolohii*, 13(4), 69–71. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnt_2010_4_13 (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-f10016
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.523:578.65

Production cooked sausages with the addition of iodized salt

M. V. Kraysvitniy, T. V. Farionik✉

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 28.08.2023
Received in revised form
29.09.2023
Accepted 30.09.2023

Vinnitsia National Agrarian
University, Sontachna Str., 3,
Vinnitsia, 21000, Ukraine.
Tel.: +38-067-997-52-42
E-mail: farionik19@gmail.com

Kraysvitniy, M. V., & Farionik, T. V. (2023). Production cooked sausages with the addition of iodized salt. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 101–104. doi: 10.32718/nvlvet-f10016

Iodine deficiency in the biosphere, mainly in the soil, leads to endemic goiter and other iodine deficiency disorders. As shown by numerous studies, this disease affects over 1 billion people in the world. Endemic goiter and much of the territory of Ukraine, including the Vinnitsia region. Presented current research study of recipes and technologies on system-cooked sausages. Currently, boiled sausage enjoys relatively high demand among the population because it is significant for most people, giving it an advantage. Innovation activity represents one of the most effective directions. It should facilitate the development of innovative activity that promotes penetration into new markets and production growth. Today, the most essential and effective innovative organizational and technical measures introduced in sausage production can be considered are the use of new recipes for manufacturing products and the installation of new equipment, which can significantly reduce the cost of manual labor and power inputs and improve product quality and reduce the share of marriage. Sausage production is seen as a thermochemical method of preserving meat products. For each type of sausage, set production process-approved technological instructions and recipes. Strict adherence to recipes, specialized instructions, and sanitary regimes is a prerequisite for obtaining high-quality links. Crucial in the production of sausages is raw. The primary raw materials are beef and pork. Occasionally, use lamb and horsemeat. Equally important is the creation of a new generation of products that have general strengthening and preventive action. The components of these products can protect the body from the harmful effects of the environment and the emergence of human diseased cells. The constant lack of iodine leads to a reduction in the synthesis and secretion of the primary thyroid hormone - thyroxine. The role of thyroid hormones in the body is extremely high, and most of the vital functions are performed by their participation. The main physiological effects of thyroid hormone are stimulating synthesis, growth, development, and differentiation of tissues. Developed products to include microorganisms that can synthesize biologically active structures (antibodies, receptors, hormones) that contribute to the removal or destruction of harmful decay and systems, thereby preventing human disease.

Key words: boiled sausages, biologically active substances, veterinary and sanitary examination, iodized salt.

Аспекти технологічного виробництва варених ковбас з додаванням йодованої солі

M. V. Крайсвітний, Т. В. Фаріонік✉

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Дефіцит йоду в біосфері, головним чином в ґрунті, призводить до розвитку ендемічного зобу та інших йододефіцитних захворювань. Як показали численні дослідження, до даної патології схильні понад 1 мільярд населення світу. Ендемічні щодо зобу і значна частина території України, у тому числі й Вінниччина. Тому набувають актуальності дослідження з обґрунтування рецептур і технологій на фаршеву систему варених ковбасних виробів. На даний час варена ковбаса користується досить великим попитом у населення, за рахунок того, що на неї порівняно невисокі ціни і більшість населення віддає їй перевагу. Важливе значення набуває створення виробів нового покоління, які мають загальнозміцнюючу і профілактичну дію. Складові цих виробів здатні захистити організм від шкідливої дії навколишнього середовища і від появи в організмі людини хворих клітин. Постійна нестача

йоду призводить насамперед до зниження синтезу і секреції основного гормону щитовидної залози – тироксину. Роль тиреоїдних гормонів в організмі надзвичайно велика, більшість життєво важливих функцій здійснюється за їхньої участі. Основними фізіологічними ефектами тиреоїдних гормонів є стимуляція синтезу, росту, розвитку і диференціювання тканин. Розробляються продукти з включенням мікроорганізмів, здатних синтезувати біологічно активні структури (антитіла, рецептори, гормони), які сприяють виведенню або розкладу і знищенню шкідливих комплексів, запобігаючи захворюванням людини.

Ключові слова: варені ковбаси, біологічно активні речовини, ветеринарно-санітарна експертиза, йодована сіль.

Вступ

Першочергове завдання соціального розвитку України – забезпечення населення продуктами харчування (Bal-Prylypko et al., 2018; Salavelis et al., 2023). Сьогодні в Україні немає іншого ведення альтернативи соціально-економічного розвитку, ніж введення промислово-технологічних інновацій і переорієнтація з екстенсивних факторів економічного росту на інноваційні. Інноваційна діяльність являє собою один із найбільш ефективних способів технологічного виробництва варених ковбас.

Необхідно розвивати інноваційну діяльність, яка сприяє проникненню на нові ринки, росту рівня виробництва (Kocjumbas, 2012).

На сьогодні найбільш важливими і ефективними інноваційними організаційно-технічними заходами, введеними в ковбасне виробництво, можна вважати такі:

- використання нових рецептур для виготовлення продукції;

- упровадження нового обладнання, яке дозволяє значно скоротити затрати ручної праці і енергозатрати, а також підвищити якість продукції і зменшити частку браку. Ковбасне виробництво розглядається як термохімічний спосіб консервування м'ясних продуктів. Для кожного виду ковбасних виробів установлено певний процес виготовлення, затверджено технологічні інструкції та рецепти. Оцінку і контроль якості цих виробів проводять відповідно до вимог ДСТУ, ГОСТ або ТУ.

Строге дотримання рецептів, технологічних інструкцій і санітарного режиму за ходом технологічного процесу є обов'язковою умовою одержання високоякісних ковбасних виробів.

Вирішальне значення у виробництві ковбасних виробів має сировина (Vlasenko & Vlasenko, 2016; Halukh et al., 2020). Основною сировиною є яловичина і свинина. Зрідка використовують баранину, конину.

М'ясо повинно бути свіжим і доброякісним. За вгодованістю допускається м'ясо будь-якої категорії, хоча для яловичини перевагу віддають невисоким кондиціям, тобто і мінімальним вмістом жирової тканини. За термічним станом м'ясо може бути свіжим, охолодженим, розмороженим. Свіжа яловичина — найкраща сировина для виготовлення варених ковбас, сосисок і сардельок (Mostens'ka, 2015).

Обов'язковою сировиною для більшості ковбасних виробів є свіжий і доброякісний тваринний жир. При виготовленні м'ясо-рослинних ковбасних виробів як сировину використовують різні крупи, боби, крохмаль, пшеничне борошно.

Для виготовлення ковбасних виробів необхідні також матеріали, що надають їм специфічного приємного смаку й аромату (кухонна сіль, нітрит, цукор, а

також спеції і прянощі). В результаті додавання до фаршу прянощів і старанного подрібнення м'яса підвищується засвоєність ковбас (Bogomolov et al., 2018; Basarab et al., 2021).

Мета дослідження

Мета дослідження полягає у вивченні та аналізі аспектів технологічного процесу виробництва варених ковбас з використанням йодованої солі. Конкретні завдання дослідження можуть включати:

1. Аналіз впливу додавання йодованої солі на якість та харчову цінність варених ковбас.

2. Вивчення технологічних аспектів виробництва, включаючи процес маринування, ферментації, термообробки та інших етапів з використанням йодованої солі.

3. Оцінка впливу йодованої солі на тривалість зберігання та безпеку виробів.

4. Порівняльний аналіз властивостей варених ковбас з різним вмістом йоду у солі.

5. Дослідження споживчих властивостей та прийняття споживчої поведінки щодо варених ковбас із застосуванням йодованої солі.

Ці завдання допоможуть з'ясувати вплив використання йодованої солі на технологічний процес виробництва варених ковбас та його вплив на якість, безпеку та споживчі властивості ковбасних виробів.

Матеріал і методи досліджень

Мікронутрієнти належать до незамінних харчових речовин. Вони необхідні для обміну речовин, росту і розвитку організму, захищають від хвороб і шкідливих факторів зовнішнього середовища, надійно забезпечують всі життєві функції. Організм людини не синтезує і не запасє мікронутрієнти на довгий термін, тому вони повинні надходити регулярно в наборі та кількостях, відповідних фізіологічній потреби людини (Alemasova et al., 2009).

Недостатнє надходження мікронутрієнтів з їжею – загальна проблема всіх цивілізованих країн.

Йод належить до числа мікроелементів, що утворюють біологічно активні сполуки, які мають велике значення для життя і здоров'я людини (Jakubchak, 2012). У 1895 році німецький хімік Бауман встановив вміст у значних кількостях йоду в щитовидній залозі, а в 1914 р. американський біохімік Кендалл виділив з продуктів життєдіяльності щитовидної залози йодовмісний гормон тироксин, концентрація йоду в якому склала 65,2 %.

Всі дослідження органолептичних показників, фізико-хімічних, ВВЗ, солі, крохмалю визначали за допомогою загально прийнятих методів досліджень (Merzlov et al., 2016).

Результати та їх обговорення

Таким чином була доведена необхідність йоду для людини. Добре відомо, що ненасичені жирні кислоти, приєднуючи до себе йод, легко переносять його через стінки кишечника, однак для подальшого його вивільнення і засвоєння необхідна амінокислота – метіонін.

При використанні солі, збагаченої калій йодидом, для приготування страв втрати при тепловій обробці складають 22–60 %, тобто цю сіль краще використо-

увати для заправки готових страв. Зараз в Україні сіль йодується йодатом калію, який не впливає на забарвлення, смак та запах солі.

Ковбасу варену “Діабетичну” вищого сорту виробляють з яловичини жилованої вищого гатунку, телятини вищого гатунку, свинини жилованої вищого гатунку з додаванням різних спецій і добавок. Зберігається і реалізується в штучних оболонках. Рецептuru вареної ковбаси “Діабетична” вищого сорту наведена у таблиці 1.

Таблиця 1
Рецептура ковбаси вареної “Діабетична”

Сировина	Зразки	
	Контрольний за ГОСТ 23670-79	Дослідний за ГОСТ 23670-79 + йодована сіль
Яловичина жилована вищого сорту	20	20
Телятина вищого сорту	20	20
Свинина жилована вищого сорту	55	55
Яйця курячі	2	2
Масло солодковершкове	3	3
Всього	100	100
Прянощі та матеріали, г:		
сіль кухонна харчова	2375	-
сіль кухонна йодована	-	2375
нітрит натрію		7
горіх мускатний		50
перець чорний або білий мелений		60
молоко коров'яче пастеризоване із вмістом жиру 2,5 і 3,2 %		15

Діабетична ковбаса призначена для людей, що страждають цукровою хворобою (діабетом). Готують її без додавання цукру. Ця ковбаса за виглядом і формою батонів нагадує “Лікарську”, має темніший колір фаршу, тому що в ньому більше міститься яловичини вищого сорту (40 %, в т. ч. 20 % м'яса молодняка або телятини) і менше свинини нежирної (55 %). Додають яйця або меланж і масло солодковершкове (3 %).

Під час оцінки забарвлення ковбасних виробів важливе значення мають колірний тон і його насиченість. На основі проведених досліджень встановлено, що батони вареної ковбаси “Діабетична” вищого сорту як дослідних, так і контрольних зразків були сухими, чистими, поверхня без пошкоджень оболонки, набряків фаршів, залипів.

Аналогічна закономірність виявлена і при баловій оцінці піддослідних зразків готового продукту (табл. 2).

Таблиця 2
Органолептична оцінка вареної ковбаси “Діабетична” (у балах)

Показник	Зразки	
	контрольні	дослідні
Зовнішній вигляд	4,55	4,56
Колір	4,52	4,54
Запах	4,50	4,46
Консистенція	4,47	4,50
Смак	4,45	4,44
Середня оцінка	4,50	4,50

Загалом на основі проведених досліджень встановлено, що при заміні у рецептурі кухонної солі на йодовану сіль не знижується якість за органолептичними показниками, що відповідає вимогам нормативно-технічної документації. Середня оцінка контрольного та дослідного зразка становила 4,50 бала, хоча варто зазначити, що внесення до фаршу йодованої солі знизило такі показники при органолептичній оцінці, як запах і смак, відповідно на – 0,04 та 0,01 бала, але за консистенцією, кольором дослідні зразки переважали свої контрольні аналоги.

Під час експериментальних даних встановлено, що використання йодованої солі у технології варених ковбас призводить до незначних змін фізико-хімічних показників готових виробів (табл. 3).

Таблиця 3
Фізико-хімічні показники варених ковбас

Показник	Зразки	
	контрольні	дослідні
Вміст вологи, %	59,5	59,7
V33, % до маси	46,41	46,39
pH	6,45	6,55
Вміст NaCl, %	1,83	1,83
Якісна реакція на крохмаль	не допуск.	не виявлено

Висновки

Аналізуючи дані, які характеризують вплив йодованої солі в рецептурах ковбасних виробів, виявили,

що при переході від контролю до рецептур спостерігається помітне поліпшення консистенції, збільшується пластичність модельних ковбасних виробів.

Перспективи подальших досліджень. Для запобігання йододефіциту пропонуємо йодовану сіль додавати у ковбасу варену “Діабетична” вищого сорту згідно з рецептурою – 2375 г на 100 кг несоленої сировини, це дозволить ефективно вирішувати проблему профілактики різних захворювань, пов’язаних з дефіцитом йоду.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Alemasova, A. S., Holodova, O. Ju., & Molokanova, L. V. (2009). Vyznachennja kontaminantiv kovbasy varenoi' «Donec'ka» za dopomogoju himichnyh metodiv. Suchasni problemy ta naprjamky vykladannja himichnyh dyscyplin pry pidgotovci konkurentozdatnyh fahivciv: mater. region. nauk.-metod. seminar. Donec'k: DonNU, 25–28 (in Ukrainian).
- Bal-Prylypko, L., Leonova, B., Starkova, E., & Paska, M. (2018). Production of meat dries snacks: prospects and competitiveness. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 20(90), 79–83. DOI: 10.32718/nvlvet9016.
- Basarab, I., Drachuk, U., Halukh, B., Koval, H., Simonova, I., & Herez, N. (2021). Using of non-traditional raw materials in the technology of cooked sausages with functional purposes. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(95), 65–71. DOI: 10.32718/nvlvet-f9511.
- Bogomolov, O. V., Vereshko, N. V., & Safonova, O. M. (2018). Zberigannja ta pererobka sil's'kogospodars'koi' produkci: pidručnyk; pid red. O. I. Shapovalenka, O. M. Safonovoi'. Harkiv: Espada (in Ukrainian).
- 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.
- Halukh, B. I., Drachuk, U. R., Simonova, I. I., Basarab, I. M., & Romashko, I. S. (2020). Udoskonalennja tekhnologii kovbasnykh vyrobiv spetsialnoho pryznachennja. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho. Serija: Kharchovi tekhnologii*, 22(94), 37–43. DOI: 10.32718/nvlvet-f9408 (in Ukrainian).
- Jakubchak, O. M. (2012). *Praktykum z veterynarno-sanitarnoi' ekspertyzy z osnovamy tehnologii' ta standartyzacii' m'jasa i m'jasnyh produktiv*. K.: Kompanija “Bioprom” (in Ukrainian).
- Kennedy, S. (2017). *Food Protection and Security. Preventing and Mitigating Contamination during Food Processing and Production* S. Kennedy. Woodhead Publishing (in Ukrainian).
- Kocjumbas, G. I. (2012). *Ekspertyza kovbasnykh vyrobiv gistologichnym metodom: metodychni rekomendaci*. L'viv (in Ukrainian).
- Merzlov, S. V., Lomova, N. M., Narizhnyi, S. A., & Snizhko, O. O. (2016). *Kharchovi tekhnologii: posibnyk do laboratorno-praktychnykh zaniat v umovakh NNDTs ta v audytorii studentiv dennoi formy navchannja napriamu pidhotovky 6.051701 – kharchovi tekhnologii ta inzheneriia zghidno z vymohamy kredytno-modulnoi systemy orhanizatsii navchalnoho protsesu*. Bila Tserkva (in Ukrainian).
- Mostens'ka, T. (2015). Zbalansuvannja prodovol'chogo rynku v konteksti zabezpechennja prodovol'choi' bezpeky: monografija. Kyi'v: Kondor-Vydavnytvo (in Ukrainian).
- Naumenko, N. (2019). *History of Food Science* N. Naumenko N. Kyiv, NUFT (in Ukrainian).
- Salavelis, A., Pavlovsky, S., Tolstykh, V., & Stepanova, V. (2023). Using the requirements of modern standardization in food enterprises. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(99), 27–31. DOI: 10.32718/nvlvet-f9905.
- Toledo, R. T. (2017). *Fundamentals of Food Process Engineering*. Springer. URL: <https://perpustakaankvld.files.wordpress.com/2017/06/fundamentals-of-food-process-engineering.pdf>.
- Vlasenko, V., & Vlasenko, I. (2016). Nizynu use in production cooked sausages funtsionalnoho direction. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 18(2), 21–26. DOI: 10.15421/nvlvet6804.



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-f10017
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 631:665.9:663.86

Selection of functional ingredients for fortification of soft beverages

R. Kosiv✉

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Article info

Received 01.09.2023

Received in revised form

29.09.2023

Accepted 30.09.2023

Lviv Polytechnic National
University, Stepan Bandera str., 12,
Lviv, 79013, Ukraine.
Tel.: +38-032-258-22-24
E-mail: ruslana.b.kosiv@pnu.ua

Kosiv, R. (2023). Selection of functional ingredients for fortification of soft beverages. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 105–111. doi: 10.32718/nvlvet-f10017

The creation of functional soft drinks enriched with biologically active substances of natural origin necessary for human health is relevant and of great practical importance. The fortification of soft drinks is aimed at creating functional drinks by introducing sources of physiologically functional ingredients during their industrial production. Functional ingredients are classified into several groups: vitamins, omega-3 fatty acids, dietary fiber, minerals, antioxidants, essential amino acids, probiotics, prebiotics, synbiotics, postbiotics. The natural sources containing the relevant functional ingredients and the functions performed by these substances in the human body are indicated. The directions of application of physiologically functional ingredients in the technology of soft drinks are considered. To fortify soft drinks with biologically active substances, a number of additives have been proposed: vitamins, vitamin premixes, β -carotene; vitamin and mineral mixtures, compositions, premixes; seaweed additives; vegetable milk; a complex of polyunsaturated fatty acids; modified cellulose, pectin, inulin, gums from tree bark, tree seeds, root tubers, algae and biochemically produced; salts of micro- and macroelements; fruit and vegetable supplements; phytoextracts; plant protein extracts, protein mixtures; probiotic cultures of microorganisms, immunotropic ingredients of bacterial origin; bee products. It has been shown that natural additives have advantages over synthetic ones, since their components – proteins, vitamins, minerals, etc. – are in an easily digestible form, and the complexity of their chemical composition leads to a comprehensive enrichment of beverages with biologically active substances. When developing functional soft drinks, it is necessary to take into account that fortification has a number of limitations due to the technological capabilities of introducing certain functional ingredients into the beverage and ensuring their effective bioavailability.

Key words: vitamins, minerals, dietary fibers, antioxidants, probiotics, postbiotics.

Вибір функціональних інгредієнтів для фортифікації безалкогольних напоїв

Р. Косів✉

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

Створення функціональних безалкогольних напоїв, збагачених необхідними для здоров'я людини біологічно активними речовинами природного походження, є актуальним і має важливе практичне значення. Фортифікація безалкогольних напоїв націлена на створення функціональних напоїв шляхом введення джерел фізіологічно функціональних інгредієнтів під час їх промислового виробництва. Функціональні інгредієнти класифікують на декілька груп: вітаміни, омега-3 жирні кислоти, харчові волокна, мінеральні речовини, антиоксиданти, незамінні амінокислоти, пробіотики, пребіотики, синбіотики, постбіотики. Вказано природні джерела, в яких присутні відповідні функціональні інгредієнти, та функції, які виконують ці речовини в організмі людини. Розглянуто напрямки застосування фізіологічно функціональних інгредієнтів у технології безалкогольних напоїв. Для фортифікації безалкогольних напоїв біологічно активними речовинами запропоновано низку добавок: вітаміни, вітамінні премікси, β -каротин; вітамінно-мінеральні суміші, композиції, премікси; добавки з морських водоростей; рослинне молоко; комплекс поліненасичених жирних кислот; модифіковані целюлози, пектини, інулін, камеді з кори дерев, з насіння дерев, з кореневих бульб, з водоростей і отримані біохімічним способом; солі мікро- й макроелементів; фруктові й овочеві добавки; фітоекстракти; екстракти рослинних білків, протеїнові суміші; пробіотичні культури мікроорганізмів, імунотропні інгредієнти бактеріального походження; продукти бджільництва. Показано, що натуральні добавки мають переваги перед синтетичними, оскільки їхні складові – білки, вітаміни, мінеральні речовини тощо – перебувають у легкозасвоюваній формі, а комплексність їхнього хімічного складу зумовлює комплексне зба-

гачення напоїв біологічно активними речовинами. При розробленні безалкогольних напоїв функціональної спрямованості потрібно брати до уваги те, що фортificaція має низку обмежень, обумовлених технологічними можливостями введення тих чи інших функціональних інгредієнтів до складу напоїв і забезпечення їхньої ефективної біодоступності.

Ключові слова: вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна, антиоксиданти, пробіотики, постбіотики.

Вступ

Великий вплив на ринок безалкогольних напоїв мають тенденції здорового харчування. Харчові добавки як складову частину продуктів для здорового харчування почали застосовувати в країнах Європи й Сходу в різні часи. Тепер щорічний приріст ринку продуктів харчування, корисних для здоров'я, становить приблизно 10 %. За прогнозами експертів споживчий інтерес до функціональних продуктів збереться в довгостроковій перспективі.

Галузь оздоровчих напоїв розвивається найшвидше порівняно з іншими функціональними харчовими продуктами (Tireki, 2021). Це пов'язано з тим, що, з одного боку, напої є дуже зручною основою для створення продукту функціональної спрямованості, а з іншого боку – вони є зручною формою для споживача.

Функціональні напої містять інгредієнти, що позитивно впливають на здоров'я людини, підвищують опірність організму до захворювань, здатні поліпшити деякі фізіологічні процеси в ньому, дають змогу тривалий час зберігати активний спосіб життя (Konstantinidi & Koutelidakis, 2019).

Вітчизняний ринок функціональних безалкогольних напоїв представлений здебільшого напоями на основі плодів, ягід, овочів, різноманітних рослинних екстрактів тощо. Проте актуальним залишається розширення асортименту напоїв цієї категорії з введенням до їхньої рецептури фізіологічно функціональних інгредієнтів.

Стрімкий ріст ринку функціональних напоїв, а разом з тим ріст популярності й розширення асортименту добавок, які застосовують для цього, супроводжується появою труднощів, пов'язаних з необхідним вибором таких добавок для вирішення конкретних технологічних завдань.

Мета дослідження

Метою цього огляду є обґрунтування вибору фізіологічно функціональних інгредієнтів для виробництва безалкогольних напоїв функціональної спрямованості, збагачених біологічно активними речовинами.

Таблиця 1

Класифікація фізіологічно функціональних інгредієнтів

Група функціональних інгредієнтів	Природні джерела функціональних інгредієнтів	Функції функціональних інгредієнтів в організмі людини
Вітаміни (В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₅ , В ₆ , В ₉ , В ₁₂ , С, А, D, Е, К), вітаміноподібні речовини (В ₄ , В ₈ , В ₁₃ , В ₁₅ , В ₇ , Н, F, U-S, N, P, коензим Q ₁₀)	овочі, фрукти, м'ясо, риба, молочні продукти, яйця, окремо взятий продукт не може повністю задовольнити потреби організму у вітамінах), вітаміни К і Н синтезуються з провітамінів	беруть участь в обміні речовин, зміцнюють імунну систему організму, сприяють запобіганню низки захворювань

Результати та їх обговорення

1. Класифікація фізіологічно функціональних інгредієнтів та їхні функції в організмі людини

Тепер активно ведуться роботи щодо дослідження функціональних властивостей традиційних напоїв і розроблення нових на основі корисних інгредієнтів. Можна виокремити такі основні напрями створення функціональних напоїв:

- збільшення або зменшення вмісту інгредієнта, який зазвичай присутній у напої (наприклад, додавання вітамінів або антиоксидантів);
- введення інгредієнта, що зазвичай відсутній у напої (наприклад, розчинних харчових волокон);
- напої, ферментовані з використанням пробіотичних бактерій, відібраних за їхніми функціональними перевагами щодо сприяння травленню й захисту від інфекцій, до деяких продуктів додають олігосахариди для підтримання росту цих бактерій;
- напої, призначені для окремих груп населення (наприклад, спортивні напої, що забезпечують збалансоване заміщення втраченої рідини та/або надходження додаткової енергії; напої для діабетиків, які не містять цукру);
- інші функціональні напої можуть містити рослинні екстракти, що, як стверджують, сприяють розв'язанню низки проблем, зокрема браку енергії, наприклад, напої з вмістом кофеїну.

Функціональний інгредієнт – це речовина або комплекс речовин тваринного, рослинного, мікробного, мінерального походження або ідентичні натуральним, а також живі мікроорганізми, що входять до складу функціонального напою та володіють здатністю надавати науково обґрунтований і підтверджений ефект на одну чи кілька фізіологічних функцій або процеси обміну речовин в організмі людини.

На сучасному етапі розвитку уявлень про функціональне харчування фізіологічно функціональні інгредієнти, які використовують для виробництва харчових продуктів функціональної спрямованості, можна розділити на декілька основних груп (Versha et al., 2023; Kapustian et al., 2023). Функціональні інгредієнти кожної групи присутні у відповідних природних джерелах і виконують в організмі людини відповідні функції (табл. 1).

Група функціональних інгредієнтів	Природні джерела функціональних інгредієнтів	Функції функціональних інгредієнтів в організмі людини
	кишковою мікрофлорою, вітамін D утворюється з провітаміну в шкірі під впливом ультрафіолетового випромінювання	
Омега-3 жирні кислоти	рослинні олії, н-д ріпакова, льняна; шпинат, брюсельська капуста, чорниця, брусниця, волоські горіхи; жири морських тварин і риби, жирна риба, печінка білої риби, морепродукти й водорості	є джерелами для синтезу в організмі найважливіших біорегуляторів – ейкозаноїдів, що підвищують протизапальний статус організму; сповільнюють утворення атеросклеротичних бляшок, гальмують агрегацію тромбоцитів, розріджуючи кров і перешкоджаючи утворенню тромбів, підтримують тонус судин і бронхів, нормалізують кров'яний тиск, підвищують імунний статус, пригнічують алергічні реакції, покращують склад і стан слизових оболонок; є важливим структурним компонентом клітинних мембран; пригнічують пошкодження ДНК кінцевих ділянок хромосом (теломер), що пов'язане з довголіттям людини
Харчові волокна (пектин, інулін тощо)	бобові, крупи, горіхи, сухофрукти, насіння, овочі, фрукти	позитивно впливають на роботу шлунково-кишкового тракту; деякі, особливо пектин, впливають на метаболізм холестерину в організмі; пектин зв'язує і виводить з організму радіонукліди й важкі метали; мають важливе значення для профілактики цукрового діабету
Мінеральні речовини (макроелементи: Na, K, Ca, P, Mg, Cl, S; есенціальні мікроелементи: Fe, Co, Cu, Mn, Cr, Se, Mo, J, Zn; умовно есенціальні мікроелементи: B, Br, F, Li, Ni, Si, V)	до найдефіцитніших у харчуванні сучасної людини належать Ca, Fe, до надмірних – Na і F; різні джерела містять різні елементи, водорості особливо багаті мінеральними речовинами	каталізатори багатьох біохімічних реакцій, які перебігають в організмі, беруть участь у побудові опорних тканин організму, підтриманні гомеостазу внутрішнього середовища й рівноваги клітинних мембран, активують біохімічні реакції шляхом впливу на ферментні системи, впливають на функції ендокринних залоз, впливають на симбіотичну мікрофлору шлунково-кишкового тракту
Антиоксиданти (вітаміни C, E, P, поліфеноли, каротиноїди, коензим Q ₁₀ , Se)	кислі, солодко-кислі яскраво забарвлені овочі й фрукти, сухофрукти, горіхи, ріпа, капуста, редька, цибуля, часник, прянощі, зелень, свіжовичавлені соки, натуральна кава, зелений чай, какао, нерафіновані олії, червоні виноградні вина, ягідні вина	уповільнюють процеси окиснення ненасичених жирних кислот вільними радикалами, а також руйнують вже утворені пероксиди (сильні окисники, які утворюються при прогрітванні жирів), захищають організм людини від вільних радикалів, проявляючи антиканцерогенну дію; блокують активні пероксидні радикали, сповільнюючи процес старіння на клітинному рівні
Незамінні амінокислоти (лейцин, ізолейцин, лізин, триптофан, валін, треонін, метіонін, фенілаланін, умовно незамінні – аргінін і гістидин)	м'ясо, птиця, риба, яйця, молочні продукти; соя, бобові, злаки, горіхи, насіння	беруть участь у побудові всіх білків організму людини
Пробіотики (бактерії <i>Bifidobacterium</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Lactococcus</i> , <i>Propionibacterium</i> тощо)	кисломолочні продукти, ферментовані овочі, фрукти, напої	нормалізують склад та/або підвищують біологічну активність коменсальної мікрофлори кишечника; синтезують низку цінних для організму речовин (вітаміни й органічні кислоти); біфідобактерії володіють антиканцерогенною й антимуtagenною активністю
Пребіотики (олігосахариди, харчові волокна, багатоатомні спирти, амінокислоти, пептиди, ферменти, низькомолекулярні й ненасичені вищі жирні кислоти, антиоксиданти)	фрукти й овочі	забезпечують стимулювання росту та/або підвищення біологічної активності коменсальної мікрофлори кишечника
Синбіотики (містять пробіотики й пребіотики)		надають взаємно підсилюючий вплив на фізіологічні функції й процеси обміну речовин в організмі людини
Постбіотики	пробіотики й продукти їхнього метаболізму	підтримують ендогенну коменсальну мікрофлору, що позитивно впливає на мікробну екосистему кишечника

Деякі дослідники зараховують до функціональних інгредієнтів також білки, зокрема неповноцінні (колаген, який, імовірно, виконує в організмі функцію хар-

чового волокна), замінні амінокислоти, лектини, органічні кислоти, цитаміни.

2. Застосування фізіологічно функціональних інгредієнтів у технології безалкогольних напоїв

Для збагачення (фортифікації) безалкогольних напоїв вітамінами найчастіше використовують вітамін С, що виконує функцію антиоксиданту, та вітаміни групи В: ніацин В₃, пантотенову кислоту В₅, піридоксин В₆, ціанокобаламін В₁₂, які сприяють посиленню енергетичного обміну й поліпшують роботу імунної системи організму (Kosiv, 2023). Найбільш поширені й популярні АСЕ-напої (збагачені вітамінами А, С та Е), ВСЕ-напої (збагачені вітамінами В, С та Е), і CBS-напої (з вітаміном С і харчовими волокнами). До цієї групи належать також соковмісні напої.

Мікрородорості є цінним джерелом мікро- й макроелементів, вітамінів. У технології сухих напоїв для спортсменів запропоновано використовувати спіруліну й хлорелу, що містять відповідно 60 і 50 % білка в сухому порошку та є джерелом поліненасичених омега-3 й омега-6 кислот (Kondratiuk et al., 2022). Для поповнення дефіциту кальцію й швидкого відновлення сил у напої цієї категорії додають лактат кальцію.

Усе більшої популярності в світі набуває рослинне молоко (горіхове, соєве, мигдалеве, кокосове, вівсяне, рисове, конопляне) та безалкогольні напої на його основі (Dudarev & Kukhar, 2023). Ці напої з рослинної сировини містять цінні макро- й мікроелементи та вітаміни, вони низькокалорійні й імітують за органолептичними властивостями молочні напої.

Для фортифікації харчовими волокнами й приготування низькокалорійних безалкогольних напоїв зі зниженим вмістом цукру використовують низку розчинних харчових волокон: модифіковані целюлози, пектини, інулін, камеді з кори дерев, з насіння дерев, з водоростей і отриманих біохімічним способом за допомогою мікроорганізмів (Kosiv, 2023).

Безалкогольні напої, збагачені антиоксидантами, є ефективним засобом підвищення рівня антиоксидантного захисту організму. Фруктові й овочеві соки є основою таких напоїв, оскільки вони містять природні антиоксиданти, як-от вітаміни С і Е, каротиноїди, поліфеноли й інші сполуки з антиоксидантною активністю (Tyshchenko & Bozhko, 2023). Крім цього, джерелом антиоксидантів є фітоекстракти, наприклад екстракти чорноплідної горобини й журавлини (Tyshchenko & Bozhko, 2023), екстракт імбиру (Paska & Mlynko, 2023).

Для збагачення напоїв на рослинній основі білками використовують екстракти рослинних білків (гороху, ріпаку, квасолі, арахісу, нуту, насіння коноплі, соняшника й бавовнику), для покращення амінокислотного профілю напоїв – протеїнові суміші (Arbach et al., 2021). Водночас при використанні молочної сироватки в напій переходять сироваткові білки, які містять більше амінокислот, ніж казеїн (Sorokina et al., 2022).

Пробіотичні безалкогольні напої здебільшого готують на зерновій, овочевій або фруктовій основі, використовуючи як пробіотики бактерії роду *Lactobacillus*: *L. casei*, *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. paracasei*, *L. johnsonii*, *L. Delbrueckii* підвид *bulgaricus*, *L. plantarum*, *L. fermentum*, *L. brevis* (Sharma et al., 2021). Вони стійкі до низького рівня рН

і антибіотиків, володіють антимікробною активністю, здатністю виробляти екзополісахариди й виводити холестерин. Пробіотиками також слугують штами бактерій *Bifidobacterium*: *B. adolescentis*, *B. infantis*, *B. animalis*, *B. bifidum*, *B. breve*, *B. Longum*, та дріжджоподібні гриби роду *Saccharomyces* – *S. boulardii*.

Інноваційними функціональними інгредієнтами є постбіотики, до яких належать пробіотики й продукти їхнього метаболізму (бактеріальні лізати, білки клітинної стінки, бактеріальні ферменти й пептиди, коротколанцюгові жирні кислоти, тейхоєві кислоти, пептидоглікан, нейропептиди, муропептиди, похідні пептидоглікану, екзополісахариди, нижчі органічні кислоти) (Kapustian et al., 2023). Муропептиди характеризуються вираженою імуностимулювальною дією, тому є перспективними компонентами для функціональних харчових продуктів. Розроблено (Kapustian et al., 2019) спосіб отримання функціонального інгредієнта муропептидів на основі продуктів дезінтеграції пептидогліканів клітинної стінки *Lactobacillus acidophilus* К 3111, а також рецептуру функціонального апельсинового напою з його додаванням.

Перспективним у технології функціональних продуктів є використання апіфітокомпозицій, приготування на основі меду, прополісу, різних анатомічних відділів тілець бджіл та екстракту з них (Davydova et al., 2022).

Для надання напоєм функціональної спрямованості використовують біологічно активні добавки. Перелік біологічно активних речовин, дозволених у складі біологічно активних добавок, включає: білки й похідні білків; жири й жирні кислоти (включно з ω-3); фітостерини; моно- й дисахариди; багатоатомні циклічні спирти; похідні моносахаридів; полісахариди; харчові волокна; вітаміни й вітаміноподібні речовини; мінеральні речовини; прості феноли й фенольні кислоти; флавонони й флавоноли, ізофлавонони, антоціани; полімерні фенольні сполуки; алкалоїди; терпеноїди; нуклеїнові кислоти; ферменти; мікроорганізми, зокрема пробіотичні; біологічно активні речовини, що не містяться в харчовій сировині, а утворюються під час її технологічного перероблення; рослини, продукти моря, річок, озер, плазуни, мінералорганічні або мінеральні природні субстанції та їх гідролізати, цеоліти тощо; продукти бджільництва. Цей перелік містить практично всю накопичену на сьогодні інформацію про біологічно активні речовини. Для них законодавчо встановлені рекомендовані норми добового споживання й максимально допустимі концентрації, що дало змогу точно дозувати ці компоненти при моделюванні функціональних харчових продуктів.

В Україні активно ведуться роботи щодо застосування біологічно активних добавок у технології функціональних харчових продуктів, зокрема за такими напрямками: використання продуктів бджільництва; промислове виробництво β-каротину й водорозчинного каротину, розробка продуктів, збагачених ними; виробництво концентратів фруктових і ягідних соків без цукру концентруванням у вакуумі, що дає змогу суттєво збільшити від двох до п'яти разів вміст у них мікро- й макроелементів, вітамінів, пектинів, біофлавоноїдів тощо; використання адсорбувальних власти-

востей пектинів, альгінатів, інших полісахаридів стосовно радіонуклідів і важких металів, їх додавання до рецептур практично всіх харчових продуктів.

3. Вибір фізіологічно функціональних інгредієнтів для отримання безалкогольних напоїв відповідної функціональної спрямованості

Для раціонів харчування багатьох верств населення як у розвинутих країнах, так і в країнах, що розвиваються, характерна незбалансованість і неспроможність забезпечити організм людини необхідною кількістю важливих компонентів. Харчування часто незбалансоване за основними нутрієнтами, є дефіцит загального білка, ненасичених жирних кислот, складних вуглеводів (харчових волокон), вітамінів (А, В₁, РР, С, β-каротину) і мінеральних речовин (фосфору, кальцію, заліза, міді, цинку). Цю проблему можна розв'язати шляхом підвищення харчової цінності продуктів харчування, зокрема напоїв, і надання їм функціональних властивостей.

Для отримання функціональних безалкогольних напоїв доцільно вводити до їх рецептури натуральні або синтетичні добавки, які містять у своєму складі необхідні фізіологічно функціональні інгредієнти. Деякі добавки дають змогу отримати нові функціональні напої, збагачені окремими компонентами чи біологічно активними речовинами, необхідними для здоров'я людини, тимчасом як інші мають комплексний вплив і є джерелами різних груп фізіологічно функціональних інгредієнтів.

Проведено аналіз даних сучасних наукових публікацій вітчизняних і зарубіжних учених, що стосуються функціональних інгредієнтів і добавок, які їх містять (Kapustian & Chernov, 2019; Arbach et al., 2021; Sharma et al., 2021; Sorokina et al., 2022; Kondratiuk et al., 2022; Davydova et al., 2022; Dudarev & Kukhar, 2023; Kosiv, 2023; Tyshchenko & Bozhko, 2023; Paska & Mlynko, 2023), виокремлено добавки, перспективні для використання у технології функціональних безалкогольних напоїв, та цілі їх застосування (табл. 2).

Таблиця 2

Добавки для використання в технології функціональних безалкогольних напоїв

Добавки	Фортифікація напоїв речовинами							
	вітамінами	омега-3 жирними кислотами	харчовими волокнами, пребіотиками	мінеральними речовинами	антиоксидантами	незамінними амінокислотами, білками	пробіотиками, постбіотиками	іншими біологічно активними речовинами
Вітаміни (В, С, А, Е, Д, провітаміни)	x							
Вітамінні премікси	x							
β-каротин	x				x			
Вітамінно-мінеральні суміші, композиції, премікси	x		x					
Добавки з морських водоростей (порошок з ламінарії, цистозіри, зостери, спіруліни)	x	x	x	x		x		
Рослинне молоко	x			x				
Комплекс поліненасичених жирних кислот		x						
Модифіковані целюлози (метил-, етил-, гідроксипропіл-, гідроксипропілметил-, метилетил-, карбоксиметил-, етилгідроксиетилцелюлоза)			x					
Пектини			x					
Інулін			x					
Камеді з кори дерев (трагакант, гуміараб'як, камедь караї)			x					
Камеді з насіння дерев (гуарова камедь, камедь ріжкового дерева)			x					
Камедь з кореневих бульб (конжакова камедь)			x					
Камеді з водоростей (альгінові кислоти, карагінани)			x					
Камеді, отримані біохімічним способом (ксантанова камедь, геланова камедь)			x					
Солі (лактат кальцію, глюконат кальцію; сульфат заліза (або ін. солі заліза); сульфат магнію; йодид калію)				x				
Фруктові добавки (соки, пюре, порошки тощо)	x		x	x	x			
Овочеві добавки (соки, пюре, порошки тощо)	x		x	x				
Фітоекстракти	x				x			x
Екстракти рослинних білків (гороху, ріпаку, квасолі, арахісу, нуту, насіння коноплі, соняшнику, бавовнику)						x		
Протеїнові суміші						x		
Пробіотичні культури мікроорганізмів (зокрема бактерії родів <i>Bifidobacterium</i> , <i>Lactobacillus</i>)							x	
Імунотропні інгредієнти бактеріального походження							x	
Продукти бджільництва	x			x				x

Натуральні добавки, які застосовують для підвищення харчової цінності напоїв і надання їм функціональних властивостей, мають переваги перед синтетичними, оскільки їх складові – білки, вітаміни, мінеральні речовини тощо – перебувають у легкозасвоюваній формі, а комплексність їхнього хімічного складу зумовлює комплексне збагачення напоїв біологічно активними речовинами.

Висновки

Проаналізовано дані наукової літератури останніх років щодо технологічних аспектів застосування фізіологічно функціональних інгредієнтів у виробництві безалкогольних напоїв. Розглянуто класифікацію, природні джерела та функції в організмі людини фізіологічно функціональних інгредієнтів: вітамінів, омега-3 жирних кислот, харчових волокон, мінеральних речовин, антиоксидантів, незамінних амінокислот, пробіотиків, пребіотиків, синбіотиків, постбіотиків. Розглянуто напрями застосування фізіологічно функціональних інгредієнтів у технології безалкогольних напоїв. Для фортифікації безалкогольних напоїв біологічно активними речовинами запропоновано добавки: вітаміни, вітамінні премікси, β-каротин; вітамінно-мінеральні суміші, композиції, премікси; добавки з морських водоростей; рослинне молоко; комплекс поліненасичених жирних кислот; модифіковані целюлози, пектини, інулін, камеді з кори дерев, з насіння дерев, з кореневих бульб, з водоростей і отримані біохімічним способом; солі мікро- й макроелементів; фруктові й овочеві добавки; фітоекстракти; екстракти рослинних білків, протеїнові суміші; пробіотичні культури мікроорганізмів, імунотропні інгредієнти бактеріального походження; продукти бджільництва. Перспективи застосування фізіологічно функціональних інгредієнтів у технології безалкогольних напоїв пов'язані зі зростаючим усвідомленням їхніх важливих функціональних властивостей та тієї ролі, яку вони відіграють у харчуванні людини.

Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Arbach, C. T., Alves, I. A., Serafini, M. R. et al. (2021). Recent patent applications in beverages enriched with plant proteins. *Sci Food*, 5, 28. DOI: 10.1038/s41538-021-00112-4.
- Davydova, H. I., Hotska, S. M., Postoienco, V. O., Akumenko, L. I., & Lazarieva, L. M. (2022). Kliuchovi aspekty stvorennia apifitokompozycji [Key aspects of creating apiphytocompositions]. *Naukovy vyrobnychiy zhurnal "Bdzhilnytstvo Ukrainy"*, 1(7). DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2021.7.01 (in Ukrainian).
- Dudariyev, I. M., & Kukhar, R. Yu. (2023). Doslidzhennia vlastyvostei sokovmisnykh napoiv z vivsianym molokom [Research of properties of juice drinks containing oat milk]. *Tovarnoznavchiy visnyk*, 1(16), 28–46. DOI: 10.36910/6775-2310-5283-2023-17-3 (in Ukrainian).
- Kapustian, A. I., Cherny, N. K., & Naumenko, K. (2019). Funktsionalnyi apelsynovyi napii iz vmistom imunotropnykh inhrediiativ bakterialnoho pokhodzhennia [Functional orange beverage with the immunological ingredients bacterial origin]. *Naukovi pratsi Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnolohii*, 83(2), 19–25 (in Ukrainian).
- Kapustian, A., Cherny, N., Naumenko, K., Gural, L., & Osolina, S. (2023). Regulation of functional foods in Ukraine and the world. Prospects for the use of postbiotics as functional ingredients. *Food Sci. Technol.*, 17(2), 4–17. DOI: 10.15673/fst.v17i2.2641.
- Kondratiuk, N., Cherniavska, A., Savchenko, A., & Karpenko, S. (2022). Aktualnist vykorystannia mikrovdorostei u skladi novykh funktsionalnykh napoiv typu "Dry cocktail" [Relevance of the use of microalgae in the creation of new functional drinks "Dry cocktail" type]. *Tavriiskyi naukovi visnyk. Serii: Tekhnichni nauky*, 6, 107–114. DOI: 10.32851/tnv-tech.2021.6.14 (in Ukrainian).
- Konstantinidi, M., & Koutelidakis, A. E. (2019). Functional Foods and Bioactive Compounds: A Review of Its Possible Role on Weight Management and Obesity's Metabolic Consequences. *Medicines (Basel, Switzerland)*, 6(3), 94. DOI: 10.3390/medicines6030094.
- Kosiv, R. (2023). Dietary fibers: structure, properties, application in soft drink technology. *Science, technology and innovation in the modern world: Scientific monograph*. Riga, Latvia, Baltija Publishing, 34–67 (in Ukrainian).
- Kosiv, R. (2023). Perspektyvy vyrobnytstva funktsionalnykh napoiv, zbahachenykh vitaminamy [Prospects for the production of functional drinks enriched with vitamins]. 10-a Mizhnarodna naukovopraktychna konferentsiia "Ozdorovchi kharchovi produkty ta diietychni dobavky: tekhnolohii, yakist ta bezpeka", 28–29 (in Ukrainian).
- Paska, M., & Mlynko, O. (2023). Tekhnolohichni aspekty vykorystannia funktsionalnykh napoiv u restorannomu biznesi [Technological aspects of the use of functional beverages in the restaurant business]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 52 (in Ukrainian).
- Sharma, S., Singh, A., Sharma, S., Kant, A., Sevda, S., Taherzadeh, M. J., & Garlapati, V. K. (2021). Functional foods as a formulation ingredients in beverages: technological advancements and constraints. *Bioengineered*, 12(2), 11055–11075. DOI: 10.1080/21655979.2021.2005992.
- Sorokina, S. V., Kolesnyk, V. V., Polupan, V. V., Akmen, V. O., & Penkina, N. M. (2022). Vykorystannia netradytsiinoi syrovyny pid chas vyrobnytstva slaboalkoholnykh napoiv [Use of non-traditional raw materials during the production of low-alcoholic beverages]. *Tavriiskyi naukovi visnyk. Serii: Tekhnichni nauky*, 5, 90–97. DOI: 10.32851/tnv-tech.2022.5.12 (in Ukrainian).
- Tireki, S. (2021). A review on packed non-alcoholic beverages: Ingredients, production, trends and future opportunities for functional product development.

- Trends in Food Science & Technology, 112, 442–454. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.03.058.
- Tyshchenko, V. I., & Bozhko, N. V. (2023). Vykorystannia fitoekstraktiv dlia fortyfikatsii bezalkoholnykh napoiv funktsionalnoho pryznachennia [Use of phytoextracts for fortification of functional purpose soft beverages]. Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva, 1, 123–127. DOI: 10.32782/2310-0478-2023-1-123-127 (in Ukrainian).
- Versha, D., Kamal, S. W. J., Chole, P. B., Dayal, D., Chaubey, K. K., Pal, A. K., Xavier, J., Manjunath, B. T., & Bachheti, R. K. (2023). Functional Foods: Exploring the Health Benefits of Bioactive Compounds from Plant and Animal Sources. Journal of Food Quality, 2023, 5546753. DOI: 10.1155/2023/5546753.



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-f10018
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 623.746.-519

Improvement of methods of interception of enemy UAVs

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

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Article info

Received 01.09.2023

Received in revised form

29.09.2023

Accepted 30.09.2023

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

Aftanaziv, I. S., Svidrak, I. G., Shevchuk, L. I., Strogan, O. I., & Strutynska, L. R. (2023). Improvement of methods of interception of enemy UAVs. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 112–117. doi: 10.32718/nvlvet-f10018

The main result of this work is the creation of a methodology for determining the coordinates, velocities and trajectories of spatial movements of moving objects by means of kinematic design and the development of principle schemes for the optimal placement of radar search equipment for the successful detection of enemy UAVs. Its purpose is to increase the defense capability of military units, populated areas of Ukraine and their infrastructure by resisting attacks by attack and sabotage reconnaissance unmanned aerial vehicles (UAVs). The protection scheme is based on the determination of coordinates, movement speeds and trajectories of spatial movements of enemy aircraft by means of kinematic design. The established coordinates of enemy UAVs are reported to command posts equipped with liquidator drones (kamikaze) and small arms or to control points of anti-aircraft missile systems (SAMS), which eliminate these aircraft. The proposed improvement of the widespread method of radar search for moving objects is based on the introduction of additional search radar equipment and mathematical apparatus for precise calculations of coordinates and parameters of spatial movements of moving objects by means of kinematic design. Two paired radar search systems, equipped with modern high-speed computing equipment with appropriate software, are able to "screen out" false return electromagnetic signals. This makes it possible to clearly single out the wanted moving object and subsequently track its movement in space. Corresponding mathematical dependencies are proposed for calculating the distance of a moving object to radar stations, its coordinates in the introduced orthogonal coordinate system, speed and acceleration of movement, that is, instantaneous coordinates and parameters of spatial movements of moving objects. This makes it possible to increase the effectiveness of detecting enemy attack and sabotage-reconnaissance unmanned aerial vehicles, including Iranian-made drones of the Sahed-136 model.

Key words: unmanned aerial vehicle, interceptor drone, liquidator drone, radar equipment, weapons, search, coordinates, liquidation.

Вдосконалення методів перехоплення ворожих БПЛА

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

Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

Основним результатом даної роботи є створення методики визначення координат, швидкостей та траєкторій просторових переміщень рухомих об'єктів засобами кінематичного проектування та розробка принципів схем оптимального розміщення радіолокаційного пошукового устаткування для успішного виявлення ворожих БПЛА. Її метою є підвищення обороноздатності військових підрозділів, населених пунктів України та об'єктів їх інфраструктури шляхом протистояння атакам ударних та диверсійно-розвідувальних безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Схеми захисту базуються на визначенні координат, швидкостей руху та траєкторій просторових переміщень ворожих літальних апаратів засобами кінематичного проектування. Встановлені координати ворожих БПЛА повідомляються на оснащенні дронами-ліквідаторами (камікадзе) та стрілецькою зброєю опорні командні пункти або на пункти управління зенітно-ракетними комплексами (ЗРК), які ліквідовують ці літальні апарати. Запропоноване вдосконалення розповсюдженого методу радіолокаційного пошуку рухомих об'єктів ґрунтується на запровадженні додаткового пошукового радіолокаційного обладнання та математичного апарату уточнених розрахунків координат і параметрів просторових переміщень рухомих об'єктів засобами кінематичного проектування. Дві спарені радіолокаційні пошукові системи,

що оснащені сучасним швидкодіючим обчислювальним обладнанням із належним програмним забезпеченням, спроможні “відсіяти” хибні зворотні електромагнітні сигнали. Це надає можливість чітко виокремити розіскуваний рухомий об’єкт і в подальшому відслідковувати його переміщення у просторі. Для розрахунків віддалі рухомого об’єкту до радіолокаційних станцій, його координат у запровадженій ортогональній системі координат, швидкості та пришвидшення руху, тобто миттєвих координат та параметрів просторових переміщень рухомих об’єктів, запропоновані відповідні математичні залежності. Це дозволяє підвищити ефективність виявлення ворожих ударних та диверсійно-розвідувальних безпілотних літальних апаратів, включно з дронами іранського виробництва моделі Shahed-136.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, дрон-перехоплювач, дрон-ліквідатор, радіолокаційна апаратура, озброєння, пошук, координати, ліквідація.

Вступ

Активні воєнні події на території України засвідчили, що як підрозділи територіальної оборони, так і її Військові сили загалом виявилися недостатньо готовими до протистояння такому різновиду ворожої зброї, як ударні та розвідувальні безпілотні літальні апарати (БПЛА). Першопричиною цього стало те, що наявні радіолокаційні засоби протиповітряної оборони виявились неспроможними до ефективного і своєчасного виявлення цих ударних літальних апаратів (Pozdniakov et al., 2014). Ця ситуація найбільш характерна для рухомих об’єктів, що пролітають на незначних (до 150–200 м) висотах. Переважно саме на таких висотах і летять ворожі безпілотні літальні апарати, включно із дронами Shahed-136 (Aftanaziv et al., 2022). Очевидно, саме тому на початкових етапах їх застосування відсоток знищення ворожих дронів силами нашої оборони часто не перевищував 60 %.

Отже необхідно визнати, що існує нагальна потреба у вдосконаленні існуючих та розробці нових засобів і методик своєчасного виявлення та ліквідації ворожих безпілотних літальних апаратів.

Проблематиці своєчасного виявлення пролітаючих на незначних висотах БПЛА в останні роки загострення військових протистоянь приділялась підвищена увага як з боку науковців України, так і вчених багатьох зарубіжних країн. Наприклад, науковцями Харківського національного університету повітряних сил імені І. Кожедуба було досліджено так званий метод різницево-далекомірною визначення координат БПЛА. Результати цих досліджень, проведених під керівництвом Чернишева М. І. та Куценко В. В., відображено у роботі (Chernyshev & Kutsenko, 2018). Тут пропонується оцінку точності визначення координат БПЛА здійснювати так званим різницево-далекомірним методом в рухомій системі пасивної радіолокації на базі зенітних комплексів малої дальності. Похибки визначення координат літальних апаратів цим методом є порівняно незначними. Адже даний метод дозволяє місця розташувань БПЛА визначити із точністю, співмірною із розмірами розшукуваних об’єктів (Kutsenko et al., 2017, 2018). Проте відчутним недоліком даного способу визначення координат БПЛА є потреба у значній кількості технічних засобів для його реалізації. Зокрема, чотирьох маневрених – віддалених один від іншого на відстань 500–3000 метрів радіопеленгаторів, а також командного пункту. Для обслуговування такої значної кількості техніки знадобиться аж 10–15 осіб (Chernyshev & Kutsenko, 2018).

Паралельно провідні науковці НУ “Львівська політехніка” в галузі аерофотогеодезії досліджували спроможність визначення координат просторового розташування безпілотних дронів, задіяних до фотографування та відеозйомок місцевості при виготовленні фізичних карт та топографічних планів (Shults et al., 2015; Yanchuk & Trokhymets, 2017; Hlotov et al., 2020). Водночас вчені кафедри нарисної геометрії свої пошуки спрямували у сферу вивчення та розробки методологій практичного застосування для визначення параметрів просторових переміщень об’єктів так званого кінематичного проектування. Проектування, що спроможне пов’язати між собою координати, швидкості та траєкторії рухів окремих складових проектування (Svidrak et al., 2021).

Так, у роботі (Aftanaziv et al., 2022) розглянуто можливість перехоплювати ворожі диверсійно-розвідувальні безпілотні літальні апарати своїми дронами-перехоплювачами, застосовуючи для розрахунків їх траєкторії руху та координат методики кінематичного проектування. Тут доволі ґрунтовно розкрито специфіку запровадження координатної системи для відліку переміщень БПЛА кінематичним проектуванням, запропоновані математичні залежності для підрахунків координат та параметрів руху літальних апаратів (Aftanaziv et al., 2022; Svidrak et al., 2022). Саме тут зуміли себе яскраво проявити такі переваги кінематичного проектування, як спроможність органічно пов’язати між собою у просторі та часі об’єкти проектування, так звану “картинну” площину та спостерігача (Svidrak et al., 2022). Спробу практичного застосування цієї методики для облаштування захисних опорних пунктів навколо міст та містечок від ворожих диверсійно-розвідувальних БПЛА частково проілюстровано у роботі (Aftanaziv et al., 2022).

Тому доцільними та актуальними залишаються дослідження, що спрямовані на розширення можливостей застосування кінематичного проектування для захисту особового складу військових підрозділів, цивільного населення та інфраструктури міст і селищ від атак ворожих БПЛА. У тому числі й тих, що пролітають на незначних висотах і важко піддаються ідентифікації радіолокаційними засобами.

Мета дослідження

Метою даного дослідження є підвищення обороноздатності військових угруповань та населених пунктів України шляхом їх протистояння атакам ударних та диверсійно-розвідувальних ворожих безпілотних літальних апаратів.

Завдання дослідження:

- створення методики визначення координат, швидкостей та траєкторій просторових переміщень рухомих об'єктів засобами кінематичного проектування;
- розробка принципових схем розміщення радіолокаційного пошукового устаткування для успішного виявлення ворожих БПЛА.

Результати та їх обговорення

На **рис. 1** відображена запропонована схема просторового розташування обладнання та технічних засобів виявлення і визначення точних координат та ліквідації ворожих диверсійно-розвідувальних БПЛА. Основними її елементами та складовими є оснащений обчислювальною апаратурою із відповідним програмним забезпеченням для розрахунків координат командний пункт 1. Радіолокаційна станція 2 командного пункту 1 налаштована на сприйняття сигналів та інформації від завчасно розміщеного у повітряному просторі дрона-перехоплювача 3 та фіксацію ворожого безпілотної літального апарата 4. Піднятий по оголошенню тривоги у повітряний простір дрон-перехоплювач 3 теж оснащено малогабаритним радаром 5, наприклад, вітчизняного виробництва моделі ADMU-12 або радаром моделі Thales Sauire, виготов-

леним у Нідерландах. Перевагою цих радарів є незначні (500×400 мм) розміри та маса (≈ 40 кг), що дозволяє облаштувати їх на легкових автомобілях та дронах середніх типорозмірів. Радар 5 дрона-перехоплювача 3 налаштовано на спрямування електромагнітних пошукових сигналів 6 на ворожий БПЛА, сприйняття відбитих від нього сигналів та передачу цієї інформації сигналами 7 електромагнітного випромінювання РЛС 2 командного пункту 1. Поряд зі сприйняттям сигналів та інформації від переносного радара 5 дрона-перехоплювача 4 радіолокаційна станція 2 командного пункту 1 налаштована і на геолокацію ворожого БПЛА сигналами 8 електромагнітного випромінювання. Тут же на **рис. 1** стрілками та розмірними лініями схематично відображено інформацію щодо визначення траєкторій 11 та 12, а також напрямів векторів швидкостей просторових переміщень дрона-перехоплювача та ворожого БПЛА і його віддаленості від командного пункту.

Для ліквідації ворожих БПЛА 4 передбачено застосування крупнокаліберної стрілецької зброї (на рисунку не відображено) або дронів-ліквідаторів (камікадзе) 9, що оснащені дистанційно керованим боезарядом 10 та завчасно спрямовані у точку простору із розрахованими командним пунктом 1 просторовими координатами прильоту ворожого БПЛА.

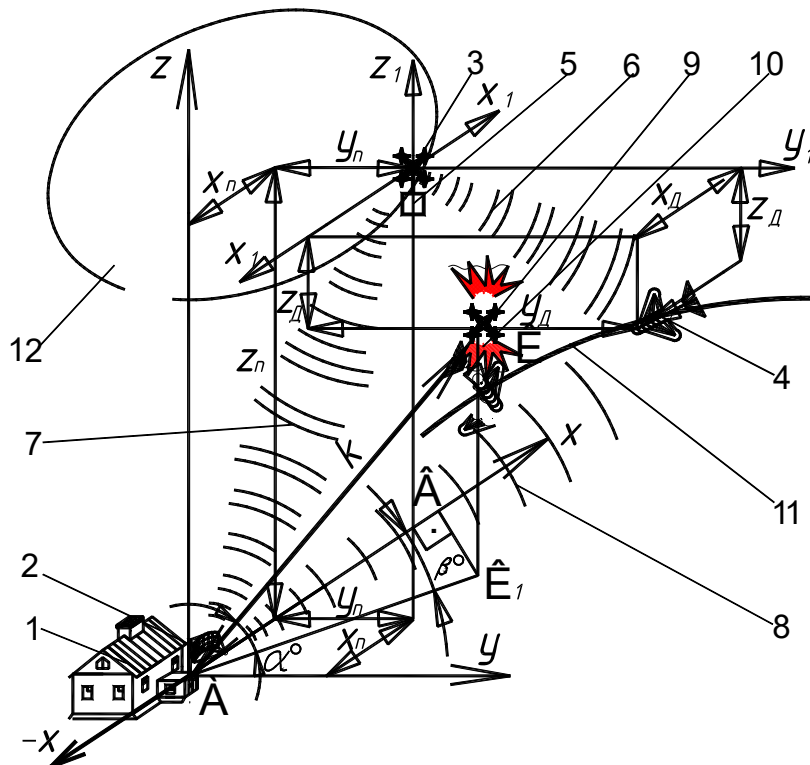


Рис. 1. Уточнення координат ворожих БПЛА засобами кінематичного проектування

На **рис. 2** відображено схему поетапного визначення траєкторії та параметрів руху ворожого БПЛА. Нумерацію позицій тут збережено у відповідно до **рис. 1**. Віддаль a від командного пункту 1 до віддаленості на момент фіксації ворожого БПЛА 4 радаром 5 дрона-перехоплювача 3 тут умовно розділено на чотири однакових за довжиною частини протяжністю

$0,25a$ кожна, які у подальшому називатимуть етапами I – IV. Перший з цих етапів (етап I) як у часовому відліку, так і у просторовій його віддаленості починається з моменту фіксації ворожого БПЛА радаром 5 дрона-перехоплювача 3 або радіолокаційною станцією 2 командного пункту 1. На момент фіксації ворожого БПЛА 4 обчислювальною програмою командно-

го пункту 1 перераховують азимутні координати цього виявленого літального апарата в ортогональні $(x_0; y_0; z_0)$ у завчасно запровадженій декартовій системі

координат. Швидкість V_0 цього ворожого літального апарата та його траєкторія польоту тут ще не відомі.

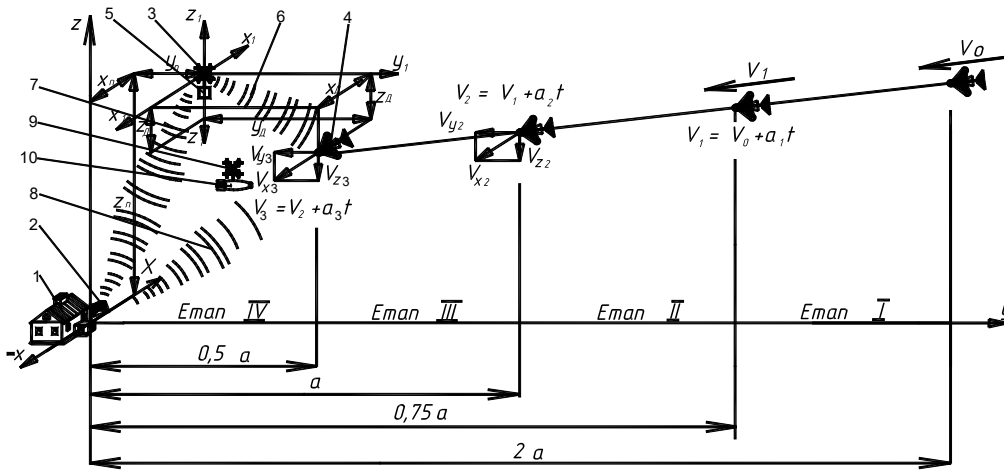


Рис. 2. Поетапне визначення траєкторії та параметрів руху ворожого БПЛА

На межі закінчення першого етапу та початку другого знову фіксують ортогональні координати ворожого БПЛА 4. Тут на другому етапі (етап II на рис. 2), володіючи даними щодо координат та пройденого шляху $S(км)$ від етапу I, а також тривалістю цього польоту $t(c)$, визначають швидкість польоту літального апарата 4

$$v_{II} = \frac{S_I}{t_{I-II}} = \frac{\sqrt{(X_{K1} - X_{K2})^2 + (Y_{K1} - Y_{K2})^2 + (Z_{K1} - Z_{K2})^2}}{t_{I-II}}, \quad (1)$$

де $K_I(X_{K1}; Y_{K1}; Z_{K1})$ та $K_{II}(X_{K2}; Y_{K2}; Z_{K2})$ – координати літального апарата на позиціях I та II; t_{I-II} – тривалість польоту ворожого БПЛА на етапі 1.

На четвертому етапі (етап IV на рис. 2) планується ураження ворожого літального апарата. Тут на підставі визначених координат рухомого об'єкту $K_{III}(X_{K3}; Y_{K3}; Z_{K3})$, його швидкості $v_{III} = v_{II} + a_{II-III}t$ та напрямку руху, окресленого траєкторією на етапах I, II та III, націлюють на ворожий літальний апарат 4 наявні на опорному командному пункті 1 дрони-камікадзе 9. Прорахувавши на етапах II та III параметри та траєкторію руху ворожого літального апарата 4, із опорного командного пункту 1 піднімають у повітря дрон-камікадзе 9 із боезарядом 10, що оснащений вибухівкою із картечню або шрапнеллю. Цей дрон-камікадзе 9 спрямовують у точку повітряного простору (етап IV на рис. 2), координати якої розраховують як майбутні можливі координати ворожого БПЛА 4 по прильоті його на позицію IV, тобто у точку із координатами $(X_K; Y_K; Z_K)$. У момент прильоту ворожого БПЛА 4 на позицію IV при мінімальному наближенні до очікуючого його дрона-камікадзе 9 подається команда на вибух бойового заряду 10 дрона-камікадзе 9. Є сподівання, що вибухова хвиля, уламки дрона, шрапнель чи картеч вибухового заряду пошкодять ворожий БПЛА 4 і він буде неспроможним виконати поставлене йому бойове завдання.

Тут миттєві координати X_K, Y_K та Z_K просторового розташування ворожого БПЛА та його віддаленість k

від командного пункту визначають, розраховуючи їх з математичних залежностей

$$X_K = |x_n - x_g| \pm (v_{nx} - v_{gx}) \Delta t;$$

$$Y_K = |y_n - y_g| \pm (v_{ny} - v_{gy}) \Delta t;$$

$$Z_K = |z_n - z_g| \pm (v_{nz} - v_{gz}) \Delta t;$$

$$k = \frac{x_K}{\cos \alpha \cdot \cos \beta} \pm \sqrt{(v_{nx} - v_{gx})^2 + (v_{ny} - v_{gy})^2 + (v_{nz} - v_{gz})^2} \cdot \Delta t, \quad (2)$$

де x_n, y_n та z_n – координати дрона-перехоплювача в стаціонарній ортогональній системі координат із початком відліку на антені РЛС командного пункту;

x_g, y_g та z_g – координати ворожого БПЛА в рухомій системі координат із початком відліку на радарі дрона-перехоплювача;

$v_{nx}; v_{ny}$ та v_{nz} – складові тензора швидкостей просторових переміщень дрона-перехоплювача за напрямками осей в рухомій системі координат;

$v_{gx}; v_{gy}$ та v_{gz} – складові тензора швидкостей просторових переміщень ворожого БПЛА за напрямками осей стаціонарної системи координат;

Δt – тривалість часу між сусідніми почерговими замірами параметрів руху ворожого БПЛА;

α – кут нахилу відрізка прямої, що проходить через РЛС і ворожий БПЛА, до площини горизонту xOy ;

β – кут нахилу проекції цього відрізка на площину горизонту xOy до осі x стаціонарної ортогональної системи координат із початком відліку на антені РЛС командного пункту.

Знак “+” використовують при співпадінні напрямів осей стаціонарної та рухомої систем координат командного пункту та дрона-перехоплювача. Відповідно “-”, якщо напрямки цих осей протилежні.

Для демонстрації можливостей запропонованого способу координати ворожого БПЛА на ділянці ураження розраховано при чотирьох типових варіантах розташування дрона-перехоплювача 3 у повітряному просторі. А саме: у діаметрально протилежних точках кола траєкторії руху, що розташовані на паралельних

осям x та y діаметрах. Розрахунки координат ворожого БПЛА 4 здійснено за запропонованими математичними залежностями (1) та (2) при заданій швидкості польоту ворожого БПЛА $v_g = 162 \text{ км/год.} \approx 45 \text{ м/с.}$

Координати точок розташування дрона-перехоплювача 3, на яких проілюстровано послідовність визначення координат БПЛА згідно з запропонованим методом, наведено у таблиці 1.

Таблиця 1
Координати точок розташування дрона-перехоплювача

№ з/п	Координати точок просторового розташування дрона-перехоплювача (м)	Координати ворожого БПЛА		Координати (м) ворожого БПЛА у стаціонарній системі координат РЛС командного пункту через інтервали вимірювання Δt (с)		
		в рухомій системі координат дрона-перехоплювача, (м)	в стаціонарній системі координат РЛС командного пункту, (м)	10 с	20 с	30 с
1	Точка М		Дрон-перехоплювач у точці М			
	$X_M = 300$	$X_{gM} = X_g - X_M = 500 - 300 = 200$	$X_{KM} = X_M + X_{gM} = 300 + 200 = 500$			
	$Y_M = 150$	$Y_{gM} = 2500 - 150 = 2350$	$Y_{KM} = 150 + 2350 = 2500$			
	$Z_M = 200$	$Z_M = 50$	$Z_{KM} = 150 \text{ м}$			
2	Точка F		Дрон-перехоплювач у точці F			
	$X_F = 400$	$X_{gF} = X_g - X_F = 500 - 400 = 100$	$X_{KF} = X_F + X_{gF} = 400 + 100 = 500$	$X_K = 514,2$	$X_K = 528,4$	$X_K = 542,6$
	$Y_F = 50$	$Y_{gF} = 2500 - 50 = 2450$	$Y_{KF} = 50 + 2450 = 2500$	$Y_K = 2072$	$Y_K = 1644$	$Y_K = 1216$
	$Z_F = 200$	$Z_{gF} = 50$	$Z_{KM} = 150$	$Z_K = 147,4$	$Z_{KM} = 144,8$	$Z_K = 142,2$
3	Точка P		Дрон-перехоплювач у точці P	Віддаль від командного пункту до БПЛА	Віддаль від командного пункту до БПЛА	Віддаль від командного пункту до БПЛА
	$X_P = 300$	$X_{gP} = X_g - X_P = 500 - 300 = 200$	$X_{KP} = X_P + X_{gP} = 300 + 200 = 500$	2140	1732,8	1339,2
	$Y_P = -50$	$Y_{gP} = 2500 - (-50) = 2550$	$Y_{KP} = -50 + 2550 = 2500$			
	$Z_P = 200$	$Z_{gP} = 50$	$Z_{KP} = 150$			
4	Точка N		Дрон-перехоплювач у точці N			
	$X_N = 200$	$X_{gN} = X_g - X_N = 500 - 200 = 300$	$X_{KN} = X_N + X_{gN} = 200 + 300 = 500$			
	$Y_N = 50$	$Y_{gN} = 2500 - 50 = 2450$	$Y_{KN} = 50 + 2450 = 2500$			
	$Z_N = 200$	$Z_{gN} = 50$	$Z_{KN} = 150$			

Віддаль ворожого БПЛА 4 від командного пункту 1 та координати його просторового розташування тут визначено за математичними залежностями (1) та (2) із врахуванням швидкостей просторових переміщень його та дрона-перехоплювача 3 впродовж призначених інтервалів часу тривалістю Δt (с) = 10, 20 та 30 секунд. Ця інформація необхідна, щоб розрахувати та задати параметри польоту, спрямованого на знищення ворожого БПЛА 4 дрона-камікадзе 9 в очікуваний квадрат повітряного простору їх зустрічі.

Визначені координати дрона-перехоплювача 3 у стаціонарній ортогональній системі координат командного пункту 1 (таблиця 1) збігаються для усіх точок можливого розташування дрона-перехоплювача 3 на довжині кола його кругової траєкторії. Це свідчить про доцільність практичного застосування запропонованих математичних залежностей, про їхню придат-

ність для уточнення координат миттєвого розташування у просторі рухомих об'єктів, а відповідно і відображення траєкторій їх просторових переміщень.

Без сумніву, дана методика визначення точних координат літальних об'єктів може застосовуватися не лише для дронів Shahed-136, а й для інших літаючих на незначних висотах та швидкостях літальних апаратів, наприклад, гвинтокрилів, безпілотних літальних апаратів типу "Орлан" тощо.

Є у даного методу визначення точних координат рухомих у повітряному просторі об'єктів і певні застереження в можливості його застосування в негоду при швидкостях вітрів понад 8–10 м/с та ще і у супроводі активних атмосферних опадів. Зрозуміло, що ні дроном-перехоплювачем, ні дроном-камікадзе тоді скористатися не вдасться. Однак можна вважати, що наявні переваги вагоміші за недоліки, обумовлені не

такими вже й частими для території України штурмовими негодами.

Висновки

В основу розрахунків координат пілотованих та безпілотних літальних апаратів кінематичним проектуванням покладено одночасне відслідковування декількома радіолокаційними станціями динаміки змін розмірів та кутів просторового переміщення у просторі цих об'єктів.

Використовувані при цьому умовні проектуючі промені імітують сфокусований напрям на об'єкт електромагнітних хвиль радарів.

Запропонована авторами ідея використання засобів кінематичного проектування для визначення координат та параметрів руху безпілотних літальних апаратів ґрунтується на органічному поєднанні спроможності радіолокаційних пошукових засобів до виявлення орієнтовних напрямів просторового розташування рухомих об'єктів із придатністю кінематичного проектування до обчислення координат та параметрів переміщень цих об'єктів у просторі.

В основу визначення таких параметрів руху БПЛА, як його швидкість та пришвидшення, покладено фіксацію на певних етапах лету проміжних миттєвих координат просторового розташування літального апарату в поєднанні з відслідковуванням часу його переміщення між цими етапами.

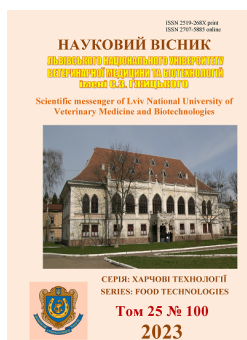
Надана кінематичним проектуванням можливість прогнозування таректорій та майбутніх координат ворожих літальних апаратів надає спроможність застосування для їх ліквідації порівняно дешевших за вартісні ракетні комплекси засобів ураження, наприклад, стрілецької крупнокаліберної зброї чи оснащених дистанційно керованим вибуховим боєзарядом дронів-камікадзе. Надані кінематичним проектуванням точні миттєві координати просторового розташування ворожих літальних апаратів відкривають добру перспективу можливості ураження ворожих літальних апаратів і в нічні періоди доби чи за умов їх поганої видимості.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Aftanaziv, I. S., Stotsko, R. Z., Shevchuk, A. O., Strohan, O. I., & Boiko, O. O. (2022). Vyznachennia koordynat ta parametriv rukhu bezpilotnykh litalnykh aparativ. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*, 3(71), 49–59. DOI: 10.30748/soivt.2022.71.07 (in Ukrainian).
- Aftanaziv, I. S., Stotsko, R. Z., Shevchuk, A. O., Strutynska, L. R., Strohan, O. I., & Boiko, O. O. (2022). Zakhyst naselenykh punktiv vid udarnykh ta dyversiino-rozvidualnykh BPLA. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*, 1(73), 83–95. DOI: 10.30748/soivt.2023.73/10 (in Ukrainian).
- Chernyshev, M. I., & Kutsenko, V. V. (2018). Otsinka tochnosti vyznachennia polozhennia BpLA riznytsevo-dalekomirnym metodom v rukhomii systemi pasyvnoi radiolokatsii zenitnykh kompleksiv maloi dalnosti. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*, 2, 61–66. DOI: 10.30748/soivt.2018.54.08 (in Ukrainian).
- Hlotov, V., Fys, M., & Pashchetnyk, O. (2020). Rozrobka metodyky pidvyshchennia tochnosti vyznachennia prostoro- vykh koordynat tochok ob'ektiv pry aeroznimanni z BPLA. *Heodeziia, kartohrafiia i aerofotoznimannia*, 92, 45–54. DOI: 10.23939/istecap2020.92.045.
- Kutsenko, L. M., Zapolskyi, L. L., & Sukharkova, O. I. (2018). Heometrychne modeliuвання mobilnoi hrav- tatsiinoi ustanovky dlia zakhystu bezpilotnykh typu litaka. *Prykladna heometriia ta inzhenerna hrafika: mizhvidom. nauk.-tekhn. zbirnyk*, 94, 60–65. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/prgeog_2018_94_12 (in Ukrainian).
- Kutsenko, V. V., Kovalenko, S. H., & Dobrowolski, D. D. (2017). Parameters numerical values of errors distribution law in coordinate measuring process at the difference-distancemeasuring passive location method. *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy*, 1, 82–84. DOI: 10.30748/nitps.2017.26.17.
- Pozdniakov, Y. K., Tkachenko, V. N., & Korotkov, V. V. (2014). Increase of accuracy of definition of coordinates by multi-position passive complexes on a basis of dif-ference-distance measuring method and the problem solution in redundancy conditions. *Radio electronics and Communications Systems*, 57(9), 394–402. DOI: 10.3103/S0735272714090027.
- Shults, R. V., Voitenko, S. P., Krelshtein, P. D., & Malina, I. A. (2015). Do pytannia rozrakhunku tochnosti vyznachennia koordynat tochok pid chas aerofotoznimannia z bezpilotnykh litalnykh aparativ. *Inzhenerna heo-deziia*, 62, 124–136. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ig_2015_62_14 (in Ukrainian).
- Svidrak, I. G., Aftanaziv, I. S., Shevchuk, L. I., & Strogan, 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., Shevchuk, L. I., Strogan, O. I., Strutynska, L. R., & Strogan, I. V. (2021). Kinematic projection as a means of technology control in automated tillage complexes. *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(5), 102–107. DOI: 10.36930/40310516 (in Ukrainian).
- Svidrak, I., Aftanaziv, I., Strogan, O., & Shevchuk, A. (2021). Kinematic projection in modern technologies. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 67–75. DOI: 10.32718/nvlvet-f9612 (in Ukrainian).
- Yanchuk, R. M., & Trokhymets, S. M. (2017). Stvorennia kartohrafichnoi osnovy dlia rozrobky heneralnykh planiv naselenykh punktiv za materialy aeroznimannia z nepofesiinykh BPLA. *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia. Tekhnichni nauky*, 1, 32–39. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnugvp_tekhn_2017_1_6 (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-f10019
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.13.07:577.112.387-046.45-047.75

Determination of tryptophan in milk

N. P. Kvitkovskaya¹, V. M. Ischenko^{1✉}, O. V. Kochubei-Lytvynenko¹, M. V. Ischenko²

¹National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

²Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 04.09.2023

Received in revised form

05.10.2023

Accepted 06.10.2023

National University
of Food Technologies,
Volodymyrska Str., 68,
Kyiv, 01601, Ukraine.
Tel.: +38-096-436-82-72
E-mail: ischenko_vn@ukr.net

Taras Shevchenko National
University of Kyiv,
Volodymyrska Str., 64,
Kyiv, 01601, Ukraine.

Kvitkovskaya, N. P., Ischenko, V. M., Kochubei-Lytvynenko, O. V., & Ischenko, M. V. (2023). Determination of tryptophan in milk. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(100), 118–121. doi: 10.32718/nvlvet-f10019

Tryptophan or L-tryptophan is one of the essential amino acids for the human body. An important component of the human diet, L-tryptophan is not only involved in protein synthesis in the body, but is also crucial for a number of metabolic functions. One of the important sources of tryptophan for the human body are dairy products, and their feature is the fact that milk itself contains the best ratio of tryptophan/competing amino acids, which is necessary for the synthesis of serotonin. Since tryptophan is thermolabile, one of the factors that can affect its content is heat treatment of milk. The standard and certified method for determining tryptophan in milk is high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. Tryptophan belongs to fluorophores and fluoresces most strongly among all amino acids. It absorbs electromagnetic radiation with a wavelength of 290 nm and emits in the range of 300–350 nm. In the presented study, tryptophan was determined by the method of fluorescence spectroscopy without chromatographic separation of 18 samples of drinking milk from well-known Ukrainian producers of dairy products, which differed in the method of heat treatment and manufacturing technology. Fluorescence spectra were recorded on a Perkin-Elmer LS-55 fluorescence spectrometer; the content of dry skimmed milk residue and lactose in milk samples was determined on an ultrasonic milk analyzer “Ekomilk-Bond” (Bulgaria). Sample preparation of milk samples for the determination of tryptophan was carried out according to DSTU ISO 13904:2008. Research has shown that the content of tryptophan in milk samples from Ukrainian dairy producers ranges from 189.5 to 515.1 mg/l, which is basically consistent with literature data. Dependence of the method of heat treatment of milk on tryptophan content was not found. Obviously, first of all, the tryptophan content in milk will be influenced by the total protein content in the product.

Key words: dairy products, fluorescence, molecular absorption spectroscopy.

Визначення триптофану в молоці

Н. П. Квітковська¹, В. М. Іщенко^{1✉}, О. В. Кочубей-Литвиненко¹, М. В. Іщенко²

¹Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Триптофан, або L-триптофан – одна з незамінних амінокислот для людського організму. Важливий компонент раціону людини, L-триптофан не тільки бере участь у синтезі білка в організмі, а й також має вирішальне значення для низки метаболічних функцій. Одним із важливих джерел триптофану для людського організму є молочні продукти, а їхньою особливістю є те, що саме молоко містить найкраще співвідношення триптофан / конкуруючі амінокислоти, яке необхідне для синтезу серотоніну. Оскільки триптофан є термолабільним, одним із факторів, що може впливати на його вміст, є термообробка молока. Стандартним і сертифікованим методом визначення триптофану у молоці є високоефективна рідинна хроматографія з флуоресцентним детектуванням. Триптофан належить до флуорофорів і найсильніше флуоресцює серед всіх амінокислот. Він поглинає електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі 290 нм і випромінює в діапазоні 300–350 нм. У дослідженні проведено визначення триптофану методом флуоресцентної спектроскопії без хроматографічного розділення 18 зразків питного молока відомих українських виробників молочної продукції, які відрізнялися способом термообробки та технологією виготовлення. Спектри флуорес-

ценції записувались на флуоресцентному спектрометрі Perkin-Elmer LS-55; вміст сухого знежиреного молочного залишку та лактози у зразках молока визначали на ультразвуковому аналізаторі молока “Екомілк-Бонд” (Болгарія). Пробопідготовка зразків молока для визначення триптофану здійснювалася згідно з ДСТУ ISO 13904:2008. Як показали дослідження, вміст триптофану у зразках молока українських виробників молочної продукції коливається в межах 189,5–515,1 мг/л, що здебільшого узгоджується з літературними даними. Встановлено, що такі макрокомпоненти молока, як лактоза та сухий знежирений молочний залишок, не впливають на люмінесценцію триптофану. Залежності способу термообробки молока на вміст триптофану не виявлено. Очевидно, насамперед на вміст триптофану в молоці буде впливати загальний вміст білка у продукті.

Ключові слова: молочна продукція, флуоресценція, молекулярно-абсорбційна спектроскопія

Вступ

В даний час молоко вважається одним з найбільш повноцінних і поживних продуктів у світі, а його виробництво є однією з найважливіших галузей світового сільського господарства. Тому дуже важливою процедурою у молочній промисловості є оцінка якості молока і молочних продуктів (Gandhi et al., 2020). Проте така оцінка не завжди є простим завданням, адже на склад молока впливають дуже багато чинників: ареал худоби, клімат і пори року, індивідуальні відмінності між тваринами, стадії лактації, ступінь термічної обробки молока. Також цей продукт швидко псується, а стандарти, які зазвичай використовуються при проведенні аналітичного визначення, відсутні. Інформаційні дані по визначенню складових компонентів молока з критичним аналізом впливів різних факторів на його склад в основному представлені у закордонних виданнях. Незважаючи на великий об’єм накопиченої інформації в цій галузі, розробка методик якісного та кількісного визначення різних компонентів молока є активною сферою наукових досліджень.

Використання методів спектроскопії традиційно є ефективним для оцінки якості молока і молочних продуктів, наприклад, методи інфрачервоної (ІЧ), ближньої інфрачервоної (NIR), середньої інфрачервоної (MIR) та комбінаційної спектроскопії дозволяють проводити швидкий кількісний аналіз його складу (Burke et al., 2021), проте не завжди ці методи мають достатню чутливість та селективність, що ускладнює інтерпретацію спектрів.

Метод молекулярної абсорбційної спектроскопії в ультрафіолетовому та видимому діапазонах (UV–VIS) використовують для визначення ступеня термічної обробки молока, що описано в роботі (Neves et al., 2018), де кількісно визначали в зразках ультрапастеризованого молока вміст такого маркера на високотемпературну обробку, як лактулоза. Цей метод застосовується для якісного і кількісного аналізу багатьох груп хімічних сполук, що містять хромофори (Karpinska, 2004).

Наразі все більшою популярністю як скринінговий метод набуває метод молекулярної емісійної спектроскопії (флуоресцентна спектроскопія). Флуоресцентні методи дослідження є більш чутливі, ніж абсорбційна спектроскопія. Також спектри флуоресценції більш специфічні, ніж спектри інших спектроскопічних методів, оскільки флуоресцентні сполуки дуже чутливі до оточення (матриці). Для надійної реєстрації параметрів флуоресценції достатньо набагато менше речовини, що актуально для визначення багатьох маркерів в молоці та взагалі в харчових продуктах.

Флуоресцентними молекулами у молоці – флуорофорами – є рибофлавін, вітамін А, ароматичні амінокислоти, продукти реакція Майяра, хлорофіли, продукти окиснення ліпідів. Проте серед всіх протеїногенних амінокислот найсильніше флуоресціює триптофан. Визначення та вміст триптофану у харчових продуктах наразі все більше цікавить як науковців, так і споживачів, оскільки триптофан, або L-триптофан – одна з незамінних амінокислот для людського організму. Важливий компонент раціону людини, L-триптофан не тільки бере участь у синтезі білка в організмі, а й також має вирішальне значення для ряду метаболічних функцій: синтезу серотоніну (“гормону щастя”), мелатоніну (“гормону сну”), гормону росту та нікотинової кислоти (Kikuchi et al., 2020). Одним із важливих джерел триптофану для людського організму є молочні продукти: в середньому вміст триптофану в молоці 42 мг/100 г (Nayak et al., 2019). Особливістю молочних продуктів є й те, що, як зазначають автори (Dawn et al., 2009), саме молоко містить найкраще співвідношення триптофан / конкуруючі амінокислоти, яке необхідне для синтезу серотоніну.

Серед сучасних та найбільш ефективних методів кількісного визначення триптофану у молочних продуктах є високоефективна рідинна хроматографія з флуоресцентним детектуванням (Ritota & Manzi, 2020). Крім того, цей метод відповідно до ISO 13904:2016 (Fodder for animals. Method for determining tryptophan content) є стандартним і сертифікованим методом дослідження кормів для тварин і визначення загального вмісту триптофану. Заслугує на увагу валідація методики визначення триптофану методом рідинної хроматографії з тандемною маспектросметрією (Su et al., 2020). На вміст триптофану у молоці може впливати термічна обробка молока. Автори (Ayala et al., 2020) виявили зменшення інтенсивності флуоресценції при термічній обробці молока впродовж 6 годин в температурному інтервалі 70–100 °С.

В літературних джерелах відсутні методики прямого визначення триптофану у молоці методом флуоресцентної спектроскопії, а також інформація щодо вмісту триптофану в молоці українських виробників молочної продукції.

Мета дослідження

Метою дослідження було проведення кількісного визначення триптофану в молоці українських виробників молочної продукції прямим методом молекулярної флуоресценції.

Матеріал і методи досліджень

В дослідженнях, які проводились у весняний період 2023 року, були проаналізовані 18 зразків питного молока майже всіх відомих українських виробників молочної продукції. Питні зразки відрізнялись між собою способом температурної обробки (пастеризоване, ультрапастеризоване, стерилізоване) та технологією виготовлення (мікрофільтроване). Жирність зразків складала 2,5 %. Назви комерційних зразків молока і відповідно – виробники в статті не вказують-

ся. Зразкам були присвоєно відповідні номери: пастеризоване молоко (П1–П6), ультрапастеризоване (УП1–УП10), стерилізоване – СТ і мікрофільтроване – МФ.

Спектри флуоресценції записувались на флуоресцентному спектрометрі Perkin-Elmer LS-55, довжина хвилі збуджуючого випромінювання становила 290 нм. Умови запису спектрів флуоресценції триптофану в молоці з включеним коректором і виключеною поляризацією на флуоресцентному спектрометрі Perkin-Elmer LS-55 наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Умови запису спектрів флуоресценції

	Довжина хвилі збуджуючого світла λ_{ex} , нм	Діапазон вимірювання, нм	Швидкість сканування, нм/хв	Ширина щілини, нм	
				d ₁	d ₂
Триптофан	290	300–500	300	10,0	7,5

Результати та їх обговорення

Пробопідготовка зразків молока для визначення триптофану здійснювалась згідно з ДСТУ ISO 13904:2008 (Корми для тварин. Метод визначення вмісту триптофану. ISO 13904:2005, IDT). Цей спосіб пробопідготовки передбачає лужний гідроліз зразків у середовищі барій гідроксиду. З метою вивчення можливого впливу неорганічної складової молока та лактози на флуоресценцію триптофану визначали вміст сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) та лактози у зразках молока на ультразвуковому аналізаторі молока “Екомілк-Бонд” (Болгарія). Для побудови калібрувального графіка готувалися стандартні розчини триптофану з концентрацією 1 г/л. Спектри флуоресценції зразків пастеризованого та ультрапастеризованого молока показано на рисунках 1 і 2. Вміст триптофану у досліджуваних зразках молока визначали за калібрувальним графіком. Концентрація триптофану у зразках, вміст СЗМЗ та лактози наведені у таблиці 2. Як видно із даних таблиці, вміст триптофану в досліджуваних зразках молока коливався в межах 189,5–393,8 мг/л (найнижчий вміст у зразку П5, найвищий – УП5); впливу неорганічної складової – сухого знежиреного молочного залишку та лактози на вміст не спостерігається. Впливу способу виготовлення продукту на вміст триптофану також не виявлено: серед різних груп є зразки з низьким вмістом триптофану. Очевидно, насамперед на вміст триптофану у молоці буде впливати загальний вміст білка у продукті.

І ум.од.

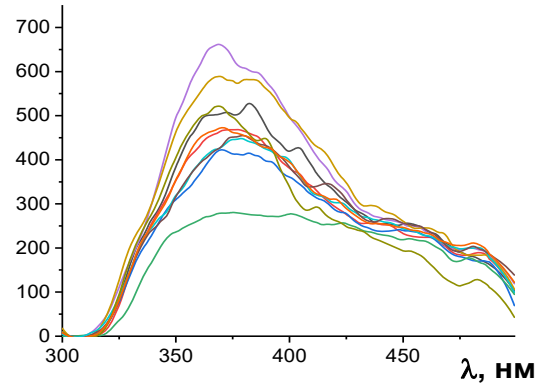


Рис. 1. Спектри флуоресценції зразків пастеризованого молока ($\lambda_{ex} = 290$ нм)

І ум.од.

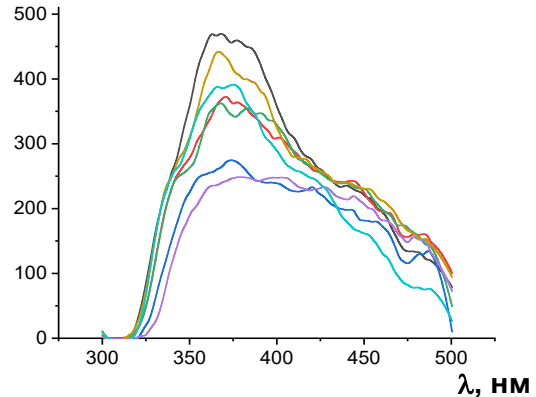


Рис. 2. Спектри флуоресценції зразків ультрапастеризованого молока ($\lambda_{ex} = 290$ нм)

Таблиця 2

Вміст триптофану, СЗМЗ та лактози у зразках молока

Молоко	Зразок	С триптофану в молоці, мг/л	СЗМЗ, %	Лактоза, %
Пастеризоване	П1	393,8	8,15	4,4
	П2	275,1	12,5	6,75
	П3	204,6	8,1	4,38
	П4	278,0	7,54	4,07
	П5	189,5	7,68	4,14
	П6	350,5	8,8	4,72

Ультрапастеризоване	УП1	400,4	8,75	4,71
	УП2	376,2	4,56	4,63
	УП3	297,7	8,1	4,38
	УП4	207,0	8,54	4,6
	УП5	515,1	8,19	4,42
	УП6	481,4	8,83	4,77
	УП7	303,4	7,95	4,27
	УП8	311,3	8,08	4,37
	УП9	429,1	8,36	4,51
	УП10	373,8	8,58	4,64
Стерилізоване	СТ	192,8	9,33	5,11
Мікрофільтроване	МФ	420,8	8,73	4,71

Висновки

Наведений аналіз достатньої кількості зразків молока, які відрізняються між собою за технологічними характеристиками, показав, що дана методика дає задовільні результати: визначений вміст триптофану в проаналізованих зразках збігається з літературними даними. Макрокомпоненти молока лактоза та сухий знежирений молочний залишок не впливають на люмінесценцію триптофану. Залежності способу термообробки на вміст триптофану також не спостерігається. Очевидно, насамперед на вміст триптофану в молоці буде впливати загальний вміст білка у продукті.

Перспективи подальших досліджень. Дану методику прямого визначення триптофану в молоці методом флуоресцентної спектроскопії бажано порівняти з арбітражним методом для оцінки її правильності та відтворюваності. Доцільним є також визначення вмісту білка у зразках молока та кореляція його вмісту з вмістом триптофану.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Ayala, N., Zamora, A., Rinnan, A., Saldo, J., & Castillo, M. (2020). The effect of heat treatment on the front-face fluorescence spectrum of tryptophan in skim milk. *Journal of Food Composition and Analysis*, 92, 103569. DOI: 10.1016/j.jfca.2020.103569.

Burke, N., Zacharski, K., Adley, C., & Southern, M. (2021). A comparison of analytical test methods in dairy processing. *Food Control*, 121, 107630. DOI: 10.1016/j.foodcont.2020.10763.

Dawn, M., Dawes, M., Mathias, C., & Acheson, A. (2009). L-Tryptophan: Basic Metabolic Functions, Behavioral Research and Therapeutic Indication. *International Journal of Tryptophan Research*, 2, 45–60. DOI: 10.4137/ijtr.s.2129.

DSTU ISO 13904:2008. Fodder for animals. Method for determining tryptophan content (ISO 13904:2005, IDT). Gandhi, K., Sharma, R., Gautam, P., & Mann, B. (2020). *Chemical Quality Assurance of Milk and Milk Products*. Springer Singapore.

ISO 13904:2016(E). Animal feeding stuffs – Determination of tryptophan content.

Karpinska, J. (2004). Derivative spectrophotometer – recent applications and directions of developments. *Talanta*, 64(4), 801–822. DOI: 10.1016/j.talanta.2004.03.060.

Kikuchi, A., Tanabe, A., & Iwahori, Y. (2020). A systematic review of the effect of L-tryptophan supplementation on mood and emotional functioning. *Journal of Dietary Supplements*, 18(3), 316–333. DOI: 10.1080/19390211.2020.1746725.

Nayak, B., Singh, R., Harpal, S., & Buttar, H. (2019). Role of Tryptophan in Health and Disease: Systematic Review of the Anti-Oxidant, Anti-Inflammation, and Nutritional Aspects of Tryptophan and Its Metabolites. *World Heart Journal*, 11(2), 161–178. URL: https://www.researchgate.net/publication/336104734_Role_of_Tryptophan_in_Health_and_Disease_Systematic_Review_of_the_Anti-Oxidant_Anti-Inflammation_and_Nutritional_Aspects_of_Tryptophan_and_Its_Metabolites.

Neves, L., Marques, R., & Silva, P. (2018). Lactulose determination in UHT milk by CZE-UV with indirect detection. *Food Chemistry*, 258, 337–342. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.03.06.

Ritota, M., & Manzi, P. (2020). Rapid determination of total tryptophan in yoghurt by ultra high performance liquid chromatography with fluorescence detection. *Molecules*, 25(21), 5025–5036. DOI: 10.3390/molecules25215025.

Su, M., Cheng, Y., Zhang, C., Zhu, D., & Jia, M. (2020). Determination of the levels of tryptophan and 12 metabolites in milk by liquid chromatography-tandem mass spectrometry with the QuEChERS method. *Journal of Dairy Science*, 103, 9851–9859. DOI: 10.3168/jds.2020-18260.



**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-f100
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

Зміст

1.	Аругюнян Д. А., Кухтин М. Д. Мікробіологічні показники якості та безпечності твердого сичужного сиру з вмістом ляного насіння за зберігання	3
2.	Святненко Р. С., Маринін А. І., Літвинчук С. І., Позняк О. М. Порівняльний аналіз фізико-хімічних показників гречаної перги меду різного регіонального походження	9
3.	Новгородська Н. В., Берник І. М., Разанова О. П., Савінок О. М. Січені напівфабрикати з рослинною сировиною	14
4.	Фотіна Т. І., Кошель О. Ю., Сабадаш С. М. Вплив гриба <i>Flammulina velutipes</i> та соєвої олії як заміників жиру на якість курячих сосисок	20
5.	Сімонова І. І., Драчук У. Р., Галух Б. І., Басараб І. М., Коваль Г. М., Кінаш С. М. Інноваційні технології м'ясних продуктів з нетрадиційної сировини	26
6.	Соломон А. М. Функціональні продукти – незамінні складові харчування	35
7.	Болгова Н. В., Губа С. О., Соколенко В. В., Мажара А. К. Дослідження впливу вітамінів на процес ферментації при виробництві йогурту	43
8.	Бандура І. І., Сабадаш С. М. Особливості застосування грибів <i>Agaricus bisporus</i> та <i>Pleurotus ostreatus</i> і вплив на якість та мікроструктуру курячого фаршу	47
9.	Овсієнко С. М., Берник І. М., Новгородська Н. В. Якість йогурту за використання пробіотичних заквасок та рослинного наповнювача	53
10.	Фарісеєв А. Г., Мацук Ю. А., Олійник Н. В. Удосконалення технології сухих сумішей для крафтових борошняних кондитерських виробів	60
11.	Берник І. М., Овсієнко С. М., Новгородська Н. В., Рязанова О. П. Технологія кисломолочного напою з амарантовим борошном	67
12.	Бомба М. Я., Федина Л. О., Сливка Н. Б., Михайлицька О. Р. Інновації у технологіях приготування страв із використанням нетрадиційної сировини	74
13.	Ромашко І., Майкова С., Вівчарук О., Івасів В. Використання рідких жирових відходів закладів ресторанного господарства як альтернати- вної сировини для харчової промисловості, біомедичних і фармацевтичних застосувань та виготовлення біопалива	80
14.	Демидова Є. В., Самілик М. М. Розробка порошкової харчової добавки на основі плодів обліпихи	88
15.	Сливка І. М., Цісарик О. Й., Мусій Л. Я., Герун О. С. Розроблення технології кисломолочного продукту з підвищеним вмістом білка	94
16.	Крайсвітний М. В., Фаріонік Т. В. Аспекти технологічного виробництва варених ковбас з додаванням йодованої солі	101
17.	Косів Р. Вибір функціональних інгредієнтів для фортифікації безалкогольних напоїв	105
18.	Афтаназів І. С., Свідрак І. Г., Шевчук Л. І., Строган О. І., Струтинська Л. Р. Вдосконалення методів перехоплення ворожих БПЛА	112

19. **Квітковська Н. П., Іщенко В. М., Кочубей-Литвиненко О. В., Іщенко М. В.**
Визначення триптофану в молоці 118



**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-f100
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

Content

- Arutiunian D., Kukhtyn M.**
Microbiological indicators of quality and safety of hard rennet cheese with linseed content during storage 3
- Svyatnenko R. S., Marynin A. I., Litvynchuk S. I., Poznyak O. M.**
Comparative analysis of physicochemical parameters of buckwheat perga of honey of different regional origins 9
- Novgorodska N. V., Bernyk I. M., Razanova O. P., Savinok O. M.**
Sliced semi-finished products with vegetable raw materials 14
- Fotina T. I., Koshel O. Y., Sabadash S. M.**
Effect of *Flammulina velutipes* mushroom and soybean oil as a fat substitute on the quality of chicken sausage 20
- Simonova I., Drachuk U., Halukh B., Basarab I., Koval H., Kinash S.**
Innovative meat products from non-traditional sources 26
- Solomon A.**
Functional foods are essential components of nutrition 35
- Bolgova N. V., Huba S. O., Sokolenko V. V., Mazhara A. K.**
Study of the influence of vitamins on the fermentation process in the production of yogurt 43
- Bandura I. I., Sabadash S. M.**
Peculiarities of the use of mushrooms *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* and effect on the quality and microstructure of chicken batter 47
- Ovsienko S. M., Bernyk I. M., Novgorodska N. V.**
Yoghurt quality when using probiotic starter cultures and vegetable filler 53
- Farisieiev A., Matsuk Y., Oliynyk N.**
Improving the technology of dry mixes for craft flour confectionery products 60
- Bernyk I. M., Ovsienko S. M., Novgorodska N. V., Razanova O. P.**
Sour milk drink technology with amaranth flour 67
- Bomba M. Y., Fedyna L. O., Slyvka N. B., Mykhaylytska O. R.**
Innovations in cooking technologies using non-traditional raw materials 74
- Romashko I., Maikova S., Vivcharuk O., Ivasiv V.**
The use of liquid fatty waste from restaurants as an alternative raw material for the food industry, biomedical and pharmaceutical applications, and the production of biofuel 80
- Demidova E., Samilyk M.**
Development of a powdered food additive based on sea buckthorn fruit 88
- Slyvka I., Tsisaryk O., Musiy L., Herun O.**
Technology of fermented milk product with increased protein content 94
- Kraysvitniy M. V., Farionik T. V.**
Production cooked sausages with the addition of iodized salt 101
- Kosiv R.**
Selection of functional ingredients for fortification of soft beverages 105
- Aftanaziv I. S., Svidrak I. G., Shevchuk L. I., Strogan O. I., Strutynska L. R.**
Improvement of methods of interception of enemy UAVs 112

19. **Kvitkovskaya N. P., Ischenko V. M., Kochubei-Lytvynenko O. V., Ischenko M. V.**
Determination of tryptophan in milk 118

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 № 100

Підписано до друку 21.12.2023. Формат 60x84/8
Гарн. Times New Roman. Папір офсетний № 1. Ум. друк. арк. 14,65
Наклад 300 прим. Зам. № 21/12.

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