

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ

**НАУКОВИЙ ВІСНИК**  
**ПОЛТАВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**  
**ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ**  
**Серія «Технічні науки»**

**Випуск 3, 2022**



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2022

## **ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:**

**Ткаченко Аліна Сергіївна**, кандидат технічних наук, доцент, директорка Навчально-наукового інституту бізнесу та сучасних технологій, ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі» (головний редактор)

**Баркуте-Норкунієнте Вайда**, PhD, асоційований професор, декан факультету бізнесу та технологій, Утенівська колегія «Університет прикладних наук» (Литовська Республіка)

**Губа Людмила Миколаївна**, кандидат технічних наук, доцент, заступник директора Навчально-наукового інституту бізнесу та сучасних технологій, ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

**Ємченко Ірина Володимирівна**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри митного та технічного регулювання, Львівський торговельно-економічний університет

**Лебеденко Тетяна Євгенівна**, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри готельно-ресторанного бізнесу, Одеська національна академія харчових технологій

**Радуповіч Джована**, PhD, асоційований професор, керівник школи машинобудування та проектування, Університет Портсмуту (Великобританія)

**Скрипник В'ячеслав Олександрович**, доктор технічних наук, доцент, директор Навчально-наукового інституту харчових технологій, готельно-ресторанного та туристичного бізнесу, ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

**Сукманов Валерій Олександрович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології та обладнання переробних і харчових виробництв, професор кафедри харчових технологій, Полтавський державний аграрний університет

**Ткачук Валентина Віталіївна**, кандидат технічних наук, доцент, декан факультету митної справи, матеріалів та технологій, Луцький національний технічний університет

**Хомич Галина Панасівна**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технологій харчових виробництв та ресторанного господарства, ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

Свідоцтво про Державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія КВ № 17164-5934ПР,  
видане Міністерством юстиції України 12.10.2010 р.

Затверджено відповідно до рішення вченої ради  
Вищого навчального закладу Укоопспілки  
«Полтавський університет економіки і торгівлі»  
(від 26 січня 2022 року протокол № 1)

Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»  
включено до переліку наукових фахових видань України в галузі технічних наук (категорія «Б»)  
на підставі Наказу МОН України від 27 вересня 2021 року № 1017 (додаток 3)

**Галузь науки:** технічні.

**Спеціальності:** 181 – Харчові технології; 182 – Технології легкої промисловості;  
183 – Технології захисту навколишнього середовища.

Збірник включений до міжнародних наукометричних баз даних:  
Index Copernicus, Google Scholar

Електронна сторінка видання: [www.puet.poltava.ua/index.php/technical](http://www.puet.poltava.ua/index.php/technical)  
DOI: 10.37734/2518-7171-2022-2

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою  
програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

**ЗМІСТ****ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

<b>Андріянова М. В., Головенко В. О., Голуб Л. С., Черваков О. В., Руднєва Л. Л.</b> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ІОНООБМІННОГО ОЧИЩЕННЯ СИРОПІВ У КРАХМАЛОПАТОКОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	<b>5</b>
<b>Бажай-Жежерун С. А., Антонюк М. М.</b> ПРОДУКТИ ПЕРЕРОБЛЕННЯ КАВБУЗА – ДЖЕРЕЛО ПРИРОДНИХ ХАРЧОВИХ СОРБЕНТІВ.....	<b>10</b>
<b>Білик О. Я., Сливка Н. Б., Михайлицька О. Р.</b> ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ІМБИРНОГО МОРОЗИВА.....	<b>15</b>
<b>Положишникова Л. О., Суткович Т. Ю., Олійник Н. В.</b> РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ МУЧНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ.....	<b>20</b>
<b>Peshuk L. V., Prykhodko D. Y.</b> DEVELOPMENT OF THE NEWEST HEALTHY FOOD PRODUCTS USING GREEN ALGAE....	<b>28</b>
<b>Rohova N. V., Volodko O. V., Vychkov Ya. M.</b> DEPENDENCE OF LACTOBACILLI ACTIVITY ON THE CONCENTRATION OF SUGAR IN THE SUBSTRATE.....	<b>33</b>
<b>Кондратюк Н. В., Мацук Ю. А., Чернявська А. Ю., Періне Р. В.</b> НОВІ ПІДХОДИ У МОДЕЛЮВАННІ РЕЦЕПТУР МАРИНАДІВ ТА ЗАСОЛОЧНИХ СУМІШЕЙ.....	<b>38</b>

## CONTENTS

### INNOVATIVE FOOD TECHNOLOGIES

<b>M. Andriianova, L.S. Holub, O. Chervakov, Rudnieva L.L.</b> MATHEMATICAL MODELING OF THE PROCESS ION-EXCHANGE PURIFICATION OF SYRUPS IN THE STARCH-TREACLE INDUSTRY.....	<b>5</b>
<b>S. Bazhay-Zhezherun, M. Antoniuk</b> KAVBUZ PROCESSING PRODUCTS – A SOURCE OF NATURAL FOOD SORBENTS.....	<b>10</b>
<b>O. Bilyk, N. Slyvka, O. Mykhaylytska</b> JUSTIFICATION AND DEVELOPMENT OF GINGER ICE CREAM TECHNOLOGY.....	<b>15</b>
<b>T. Sutkovich, L. Polozhynnikova, N. Oliynyk</b> EXPANDING THE RANGE OF GLUTEN-FREE FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS.....	<b>20</b>
<b>L. Peshuk, D. Prykhodko</b> DEVELOPMENT OF THE NEWEST HEALTHY FOOD PRODUCTS USING GREEN ALGAE....	<b>28</b>
<b>N. Rohova, O. Volodko, Ya. Bychkov</b> DEPENDENCE OF LACTOBACILLI ACTIVITY ON THE CONCENTRATION OF SUGAR IN THE SUBSTRATE.....	<b>33</b>
<b>N. Kondratiuk, Ju. Matsuk, A. Cheniavska, R. Perine</b> NEW APPROACHES IN MODELING OF RECIPES OF MARINADES AND SALTING MIXTURES.....	<b>38</b>

# ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 664.162.038

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-3-1>

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ІОНООБМІННОГО ОЧИЩЕННЯ СИРОПІВ У КРАХМАЛОПАТОКОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

**М. В. АНДРІЯНОВА**, кандидат хімічних наук, доцент;**В. О. ГОЛОВЕНКО**, кандидат технічних наук, доцент;**Л. С. ГОЛУБ**, кандидат технічних наук, доцент;**О. В. ЧЕРВАКОВ**, доктор технічних наук, професор;**Л. Л. РУДНЄВА**, кандидат технічних наук, доцент

(Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет»)

**Анотація.** Іонообмінні смоли широко застосовуються в харчовій промисловості для демінералізації, збагачення, полірування / знебарвлення та інших процесів. Зокрема, вони незамінні для виробництва цукрового буряка, тростинного цукру та підсолоджувачів на основі крохмалю, включаючи сиропи з низьким еквівалентом декстрози, глюкози, фруктози та кукурудзяні сиропи з високим вмістом фруктози.

Метою роботи є наукове обґрунтування та оптимізація технології іонообмінного очищення (знебарвлення та демінералізації) сиропів глюкози з використанням іонообмінних смол вітчизняного виробництва у порівнянні з імпортними аналогами.

Встановлено, що більш ефективним є знебарвлення сиропів глюкози при використанні комбінованої системи катіоніт:аніоніт вітчизняного виробництва, ніж у разі застосування імпортних аналогів. Що також підтверджується зниженням іонної провідності сиропів глюкози з 350 мСм/см до 10 мСм/см.

За розробленим математичним описом процесу та рівнянням регресії встановлено, що на забарвленість сиропів і рН середовища значно впливає кількість катіоніту в системі катіоніт:аніоніт і температура процесу.

**Ключові слова:** сироп глюкози, забарвленість, очищення, демінералізація, моделювання, оптимізація.

### Постановка проблеми в загальному вигляді.

В даний час при виробництві глюкозних або глюкозо-фруктозних сиропів існує проблема їх забарвленості. Особливо це важливо у випадках, коли сироп надалі використовується для отримання різних видів харчових продуктів, де пред'являються високі вимоги до забарвленості [1-4].

Так, на деяких підприємствах очищення та подальше знебарвлення сиропів здійснюються за допомогою перлітового адсорбенту та активованого вугілля. Однак така обробка недостатньо ефективна. Після термостатування сиропу, обробленого вищезгаданим способом, забарвленість його значно збільшується.

Іонообмінні смоли широко застосовуються в харчовій промисловості [5]. Зокрема, вони незамінні для виробництва бурякового, тростинного цукру та підсолоджувачів на основі крохмалю, включаючи сиропи з низьким еквівалентом декстрози, глюкози, фруктози та кукурудзяні сиропи з високим вмістом фруктози.

Іонообмінні смоли використовуються для демінералізації, збагачення, полірування /

знебарвлення та інших процесів. Відомо, що сироп може містити такі іони, як натрій ( $\text{Na}^+$ ), калій ( $\text{K}^+$ ), залізо ( $\text{Fe}^{2+}$ ), магній ( $\text{Mg}^{2+}$ ), кальцій ( $\text{Ca}^{2+}$ ),  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , а також розчинний білок, органічні кислоти та інші органічні сполуки, які можуть впливати на колір сиропу [6].

Іонообмінні смоли Dow і Purolite використовуються у всьому світі у виробництві продуктів харчування та напоїв. Але ціна та доступність іонообмінних смол імпортного виробництва значна для вітчизняних виробників харчових продуктів. Виходячи з цього, актуальним для розвитку харчової промисловості України є проведення комплексу теоретичних та експериментальних досліджень з метою наукового обґрунтування та розроблення сучасних, високоефективних технологій іонообмінного очищення сиропів у крохмало-патоковій промисловості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Технологічні аспекти розширення асортименту та / або заміна іонообмінних смол імпортного виробництва на смоли вітчизняного виробництва для знебарвлення та демінералізації

сиропів є актуальною проблемою, якій присвячено праці вітчизняних та зарубіжних вчених: О. В. Грабовської, І. В. Сирохмана, Mebt Kibret, Н. L. Mudoga та ін. [1-6]. Проте, залишаються невирішеними окремі сторони цієї проблеми і виникають нові виклики.

**Формування цілей статті.** Метою роботи є наукове обґрунтування та оптимізація технології іонообмінного очищення (знебарвлення та демінералізації) сиропів глюкози з використанням іонообмінних смол вітчизняного виробництва.

**Матеріали і методи дослідження.** Об'єктом дослідження були сиропи глюкози, що пройшли попереднє очищення на перлітовому адсорбенті та активованому вугіллі:

Таблиця 1

Основні показники сиропу глюкози

Найменування показника	Номер партії	
	1	2
Вміст сухих речовин (СР), %	37,20	39,00
Значення рН	5,30	4,74
Кислотне число, мг КОН/г	5,40	5,67
Іонна провідність, мкСм/см	348,00	355,40
Забарвленість, од.опт.густ.	0,022	0,014

Для знебарвлення та демінералізації було використано:

– іонообмінні смоли виробництва ДП «Смоли» (м. Кам'янське): сильнокислотний катіоніт КСМ-2 в  $H^+$  формі, сильноосновний аніоніт АМп в  $OH^-$  формі, слабоосновний аніоніт АНС в  $OH^-$  формі;

– іонообмінні смоли виробництва «PUROLITE Internation Limited» (Великобританія):

сильнокислотний катіоніт С150Н в  $H^+$  формі; сильноосновний аніоніт А103S в  $OH^-$  формі;

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Відомо, що сироп глюкози, який отримують гідролізом крохмалю, містить мінеральні речовини, забарвлюючі компоненти, які можуть бути представлені органічними кислотами, гідроксиметилфурфуролом та протеїнові матеріали, що призводять до значної забарвленості [5, 6]. Тому для ефективного очищення та знебарвлення цукрових та глюкозо-фруктозних сиропів застосовується не тільки використання окремого типу іоніту, але й комбіновані системи катіоніт/аніоніт.

Зважаючи на це, було апробовано комбіновані системи катіоніт:аніоніт (співвідношення 1:1) вітчизняного (КСМ-2:АНС) та закордонного (А103S:С150Н) виробництва (рис. 1).

Встановлено, що ефективність знебарвлення сиропів іонообмінними смолами вітчизняного виробництва (рис., криві 3 і 5) вища, ніж у разі застосування імпорتنих аналогів: сильнокислотного катіоніту С150Н і слабоосновного аніоніту А103С («PUROLITE Internation Limited», Англія) (рис., криві 2, 4).

Відмінності у забарвленості сиропів глюкози при пропусканні через аніоніт та через систему катіоніт:аніоніт можуть бути обумовлені тим, що на системі іонітів спостерігається поступове видалення з розчину сиропу катіонів, які в подальшому не спричиняють перешкод для видалення забарвлюючих речовин. Це також можна підтвердити значним зменшенням іонної провідності з 350 мСм/см до 10 мСм/см та рН (рис. 2).

При пропусканні сиропу глюкози через іонообмінні смоли в однакових умовах ( $T=70^{\circ}C$ ), що

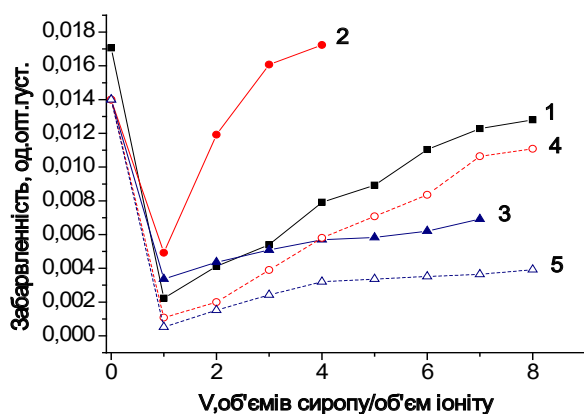


Рис. 1. Криві зміни забарвленості сиропу глюкози при його пропусканні через шар іонообмінної смоли: 1 – Аніоніт АНС (при  $70^{\circ}C$ ); 2 – Катіоніт С150Н:Аніоніт А103S (при  $70^{\circ}C$ ); 3 – Катіоніт КСМ-2:Аніоніт АНС (при  $70^{\circ}C$ ); 4 – Катіоніт С150Н:Аніоніт А103S (при  $60^{\circ}C$ ); 5 – Катіоніт КСМ-2:Аніоніт АНС (при  $60^{\circ}C$ ). Співвідношення катіоніт:аніоніт = 1:1.

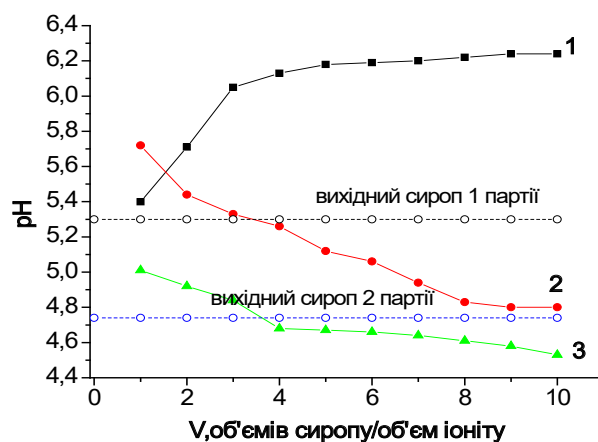


Рис. 2. Криві зміни рН сиропу глюкози при його пропусканні через шар іонообмінної смоли: 1 – аніоніт АНС (при  $70^{\circ}C$ ); 2 – катіоніт С150Н:аніоніт А103S (при  $70^{\circ}C$ ); 3 – катіоніт КСМ-2:аніоніт АНС (при  $70^{\circ}C$ ). Співвідношення катіоніт:аніоніт = 1:1.

відповідають вимогам технологічного процесу виробництва сиропу глюкози, було встановлено, що смоли закордонного виробництва втрачають здатність до знебарвлення сиропів вже на початку процесу знебарвлення (рис. 3, криві 1, 2). В той же час смоли вітчизняного виробництва ефективно знебарвлюють протягом тривалого часу (рис. 3, криві 3, 4).

Єдиним недоліком при використанні системи КСМ-2:АНС при співвідношенні 1:1 є те, що рН розчину сиропу глюкози у процесі знебарвлення поступово зменшується нижче допустимого значення (рН=4.6).

У зв'язку з цим були проведені дослідження для встановлення оптимального значення рН та забарвленості шляхом підбору оптимального співвідношення катіоніт:аніоніт, варіюючи температурою процесу знебарвлення та швидкістю фільтрації. Для цього було здійснено планування експерименту шляхом повного трифакторного експерименту. Як основні фактори були обрані:

- X<sub>1</sub> – кількість см<sup>3</sup> катіоніту до 1 см<sup>3</sup> аніоніту;
- X<sub>2</sub> – температура процесу, °С;
- X<sub>3</sub> – швидкість фільтрації, мл/хв.

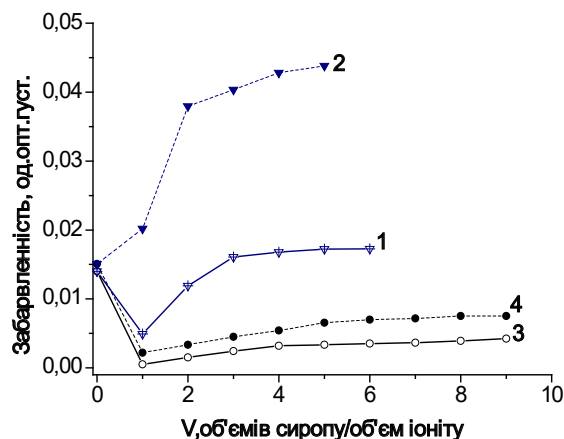
Варіювання даних факторів зумовлює основні процеси, характерні для технології іонообмінного знебарвлення та демінералізації сиропів. Межі зміни досліджуваних факторів наведено у таблиці 1.

Таблиця 2

**Межі зміни факторів**

Рівень планування	Межі зміни		
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub> , °С	X <sub>3</sub> , мл/хв
Основний рівень	0,85	70	4
Інтервал варіювання	0,15	10	2
Верхній рівень	1,0	80	6
Нижній рівень	0,7	60	2

Вибір меж зміни факторів ґрунтується на вимогах ДСТУ діючих підприємств крохмалопатокової промисловості, а також за попередньою серією експериментів. Як критерії оцінки впливу досліджуваних факторів обрано основні характеристики сиропів:



**Рис. 3. Криві зміни забарвленості сиропу глюкози при його пропусканні через шар іонообмінної смоли та після термостатування:**  
 1 – Катіоніт С150Н:аніоніт А103S (при 70°С, без термостатування); 2 – Катіоніт С150Н:аніоніт А103S (при 70°С, після термостатування); 3 – Катіоніт КСМ-2:аніоніт АНС (при 70°С, без термостатування); 4 – Катіоніт КСМ-2:аніоніт АНС (при 70°С, після термостатування)

Y<sub>1</sub> – Забарвленість сиропу глюкози, од. опт. густ;  
 Y<sub>2</sub> – рН сиропу глюкози.

Програма дослідження була закладена у матрицю планування:

Під час обробки результатів експериментів перевірка однорідності дисперсії здійснювалася за критерієм Кохрена, значимість коефіцієнтів рівняння регресії – за критерієм Стьюдента, адекватність рівнянь – критерію Фішера.

В результаті статистичної обробки експериментальних даних отримано рівняння регресії, які адекватно описують вплив досліджуваних факторів на процес знебарвлення сиропів:

$$Y_1 = 0,00435 + 0,00234 \cdot X_1 + 0,00099 \cdot X_2 + 0,00019 \cdot X_3 + 0,00048 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,00013 \cdot X_2 \cdot X_3$$

$$Y_2 = 4,82 - 0,38 \cdot X_1 + 0,055 \cdot X_2$$

Таблиця 3

**Матриця планування та результати експерименту**

Кодовані значення факторів			Натуральні значення факторів			Y <sub>1</sub>		Y <sub>2</sub>	
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 1	Дослід 2
-1	-1	-1	0,7	60	2	0,0012	0,0013	5,19	5,17
+1	-1	-1	1,0	60	2	0,0048	0,0049	4,37	4,38
-1	+1	-1	0,7	80	2	0,0025	0,0023	5,22	5,23
+1	+1	-1	1,0	80	2	0,008	0,0083	4,49	4,5
-1	-1	+1	0,7	60	6	0,0018	0,0017	5,18	5,16
+1	-1	+1	1,0	60	6	0,0054	0,0058	4,35	4,33
-1	+1	+1	0,7	80	6	0,0025	0,0028	5,24	5,25
+1	+1	+1	1,0	80	6	0,0081	0,0082	4,55	4,52

Аналіз рівнянь регресії дозволив виділити чинники, що впливають процес знебарвлення сиропів. Так, на забарвленість сиропів і рН середовища найбільше впливає кількість катіоніту в комбінованій системі катіоніт:аніоніт і температура процесу. Швидкість фільтрації в досліджуваному діапазоні не впливає забарвленість сиропів, і впливає їх показник рН.

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі.** Найбільш придатними для знебарвлення сиропів патокового та глюкозного виробництва

визнані іонообмінні смоли вітчизняного виробництва КСМ-2:АНС.

Встановлено, що процес знебарвлення та демінералізація сиропу глюкози відбувається найбільш ефективно при використанні комбінованої системи катіоніт:аніоніт вітчизняного виробництва КСМ-2:АНС.

Розроблено математичний опис відповідного процесу та отримано рівняння регресії, за допомогою чого встановлено, що на забарвленість сиропів і рН середовища значно впливає кількість катіоніту в системі катіоніт:аніоніт і температура процесу.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грабовська О. В. Розвиток наукових основ, розроблення та удосконалення технологій цукристих крохмалепродуктів : автореф. дис. ... док. техн. наук : 05.18.05 – технологія цукристих речовин. Київ : Національний університет харчових технологій, 2010. 30 с.
2. Pezhman Zolfaghari, Neda Imani Payandeh Mortaza Golizadeh, Afzal Karimi, Amirali Ebadi Fard Azar. Decolourisation of beet sugar syrup using activated carbon and glucose oxidase enzyme. *Chemistry journal of Moldova. General, Industrial and Ecological Chemistry*. 2020. 15(2). P. 54-61.
3. Mudoga H.L., Yucel H., Kincal N.S. Decolorization of sugar syrups using commercial and sugar beet pulp based activated carbons. *Bioresource Technology*. 2008. 99 (9). P. 3528-3533.
4. Nikfjam M., Razavi S.M.A., Khodaparast M.H.H., Behzad K., Novghabi M.S., Feizi J. Optimization of parameters of brix, flow rate and temperature in the process of raw sugar syrup decolorization by ozonation. *Journal of innovation in Food Science and Technologie*. 2021. 13(1). P. 1-14.
5. Mebt Kibret. Decolorization of Raw Cane Sugar Syrup by using Activated Carbon Made from Sugarcane Bagasse. A Thesis submitted to The School of Chemical and Bio Engineering. Addis Ababa University : Ethiopia. 2019. 110 p.
6. Çelebi İpek. Color formation in wheat starch based glucose syrups and use of activated carbons for sugar decolorization. A thesis submitted to the graduate shool of natural and applied sciences of middle east technical university. 2006. 131 p.

### REFERENCES

1. Elena Grabovska. The Advancing of Scientific Basing, Development and Improvement of Sugary Starch Products technologies. - Thesis for a Doctor's degree of technical sciences on a specialty 05.18.05 - Technology of Sugary Substances. – National University of Food Technologies, Kyiv, 2006. 30 p. [in Ukrainian].
2. Pezhman Zolfaghari, Neda Imani Payandeh Mortaza Golizadeh, Afzal Karimi, Amirali Ebadi Fard Azar. Decolourisation of beet sugar syrup using activated carbon and glucose oxidase enzyme. *Chemistry journal of Moldova. General, Industrial and Ecological Chemistry*. 2020. 15(2). P. 54-61.
3. Mudoga H.L., Yucel H., Kincal N.S. Decolorization of sugar syrups using commercial and sugar beet pulp based activated carbons. *Bioresource Technology*. 2008. 99 (9). P. 3528-3533.
4. Nikfjam M., Razavi S.M.A., Khodaparast M.H.H., Behzad K., Novghabi M.S., Feizi J. Optimization of parameters of brix, flow rate and temperature in the process of raw sugar syrup decolorization by ozonation. *Journal of innovation in Food Science and Technologie*. 2021. 13(1). P. 1-14.
5. Mebt Kibret. Decolorization of Raw Cane Sugar Syrup by using Activated Carbon Made from Sugarcane Bagasse. A Thesis submitted to The School of Chemical and Bio Engineering. Addis Ababa University : Ethiopia. 2019. 110 p.
6. Çelebi İpek. Color formation in wheat starch based glucose syrups and use of activated carbons for sugar decolorization. A thesis submitted to the graduate shool of natural and applied sciences of middle east technical university. 2006. 131 p.

**M. Andriianova**, PhD, Associate Professor; **V. Holovenko**, PhD, Associate Professor; **L.S. Holub**, PhD, Associate Professor; **O. Chervakov**, Doctor of technical sciences, Professor; **Rudnieva L.L.**, PhD, Associate Professor (SHEI «Ukrainian State University of Chemical Technology»). **Mathematical modeling of the process ion-exchange purification of syrups in the starch-treacle industry**

**Abstract.** Ion exchange resins are widely used in the food industry for demineralization, enrichment, polishing / decolorization, and other processes. In particular, they are indispensable for the production of sugar beet, cane sugar and starch-based sweeteners, including low-equivalent dextrose, glucose, fructose and high-fructose corn syrups.

The purpose of the work is the scientific justification and optimization of the technology of ion-exchange purification (decolorization and demineralization) of glucose syrups using ion-exchange resins of domestic production in comparison with imported analogues.



*It has been established that the decolorization of glucose syrups is more effective when using the combined cationite: anionite system of domestic production than when using imported analogues. This is also confirmed by a decrease in the ionic conductivity of glucose syrups from 350 mS/cm to 10 mS/cm.*

*According to the developed mathematical description of the process and the regression equation, it was established that the color of the syrups and the pH of the medium are significantly affected by the amount of cationite in the cationite: anionite system and the temperature of the process.*

**Key words:** *glucose syrup, coloring, purification, demineralization, modeling, optimization.*

УДК 664.1-663

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-3-2>

## ПРОДУКТИ ПЕРЕРОБЛЕННЯ КАВБУЗА – ДЖЕРЕЛО ПРИРОДНИХ ХАРЧОВИХ СОРБЕНТІВ

С. А. БАЖАЙ-ЖЕЖЕРУН, кандидат технічних наук, доцент

М. М. АНТОНЮК, кандидат технічних наук, доцент  
(Національний університет харчових технологій)

**Анотація.** Досліджено харчову цінність кавбуза, враховуючи що він є молекулярним гібридом гарбуза, дослідні дані порівняно з вмістом важливих нутрієнтів у гарбузі. Обґрунтовано основні технологічні параметри отримання пюре кавбуза. Визначено фізико-хімічні та органолептичні показники якості готового продукту. Встановлено, що загальний вміст харчових волокон у пюре кавбуза складає 3,2 %, зокрема вміст клітковини та геміцелюлоз становить 1,7 %, водорозчинного та водонерозчинного пектину, відповідно, 0,62 і 0,88 %.

Відмічено, що у процесі підготовки пюре кавбуза вміст вітамінів знижується на 15...30 % порівняно з вихідною сировиною і складає: вітаміну Е – 0,9 мг, Р – 45,4 мг, β-каротину – 8,4 мг, В<sub>4</sub> – 78,5 мг, флавоноїдів – 253 мг на 100 г продукту.

Вичавки, які залишаються після відтискування соку з м'якоті кавбуза, доцільно використати для отримання кавбузово-пектинової пасти. Ними розроблено принципово-технологічну схему отримання кавбузово-пектинової пасти, обґрунтовано основні параметри процесу. Визначено основні показники якості пектиновмісного продукту.

Досліджено фізико-хімічні показники кавбузово-пектинової пасти: масова частка сухих речовин (за рефрактометром) складає 12,5 % масова частка пектинових речовин – 0,9 %, загальна кислотність (у перерахунку на яблучну кислоту) – 0,4 %. Визначено органолептичні показники кавбузово-пектинової пасти. За зовнішнім виглядом кавбузово-пектинова паста є пастоподібною однорідною, рівномірно протертою масою з незначним включенням частинок м'якоті; продукт має кисло-солодкий, чистий, кавбузовий смак, з приємним овочевим запахом, насиченого помаранчевого кольору.

Отримані продукти перероблення кавбуза – пюре та кавбузово-пектинова паста можуть бути використані для отримання продукції у закладах громадського харчування (муси, желе, запіканки тощо), у виробництві хлібобулочних та кондитерських виробів функціонального та лікувально-профілактичного призначення.

**Ключові слова :** кавбуз, продукти перероблення, пюре, кавбузово-пектинова паста, харчові волокна, пектин.

### Постановка проблеми у загальному вигляді.

Актуальним завданням фахівців харчової промисловості є розроблення інноваційних продуктів з високою біологічною цінністю, які є джерелом як важливих енергогенних речовин так і необхідних мінеральних компонентів їжі – вітамінів, фенольних речовин, мінеральних сполук. Важливим є також наявність у складі продуктів природних харчових сорбентів, зокрема пектинів, геміцелюлоз, клітковини, полісахаридів гідробіонтів які мають детоксикаційні та радіопротекторні властивості, здатні позитивно впливати на діяльність шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної системи, знижують рівень холестерину у крові тощо.

Для отримання пектиновмісних продуктів доцільно використовувати як традиційні та принципово нові види рослинної сировини так і відходи консервної промисловості. В даний час розроблено ряд технологічних схем виробництва пектинових речовин із плодів та овочевих вичавок, які базуються на переведенні нерозчинного протопектину в розчинний пектин із подальшим виділенням його з екстракту.

Утворення розчинного пектину відбувається також при звичайній гідротермічній обробці

рослинної тканини. При цьому не весь протопектин переходить у розчинний стан, а утворений розчинний пектин піддається частковій деструкції, внаслідок чого втрачає ряд своїх цінних технологічних властивостей, зокрема здатність до драгле утворення.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Розробленням способів отримання пектиновмісних продуктів, дослідженню їх властивостей займалися науковці Донченко Л.В., Карпович Н.С., Сімхович Г.Е. [1], Картель М.Т., Марданенко В.К., Стрелко В.В. Купчик Л.А. [2], Крапивницька І.О. [3], Купчик М.П. [4], Сухенко Ю.Г., Гнатенко М.А. [5] та інші.

Дослідженню біологічних особливостей, агротехніки вирощування, лікувальних властивостей та перспектив застосування кавбуза присвятив свої наукові праці Потопальський А.І., Юркевич І. І. Воробйова В. Ф. Дрозда В. А. Кацан Л. Н. [6-9].

Кавбуз та продукти його перероблення рекомендують вживати у лікувально-профілактичному харчуванні, при артритях, атонії кишечника, екземі та псоріазі, порушеннях обміну речовин [6].

Наявність значної кількості β-каротину у кавбузі забезпечує протипухлинний ефект, має

значення у профілактиці і лікуванні атеросклерозу. Завдяки комплексу пектинів, вітамінів та інших біологічно активних речовин кавбуз і продукти його перероблення рекомендовано при загальному виснаженні організму, діабеті, для дитячого і дієтичного харчування, захворюваннях печінки, нирок, серцево-судинної і нервової системи; статевих розладів, особливо в разі імпотенції та аденоми простати у чоловіків [7].

Продукти на основі кавбуза є ефективним засобом для оздоровлення, сприяють виведенню радіонуклідів та важких металів з організму людини [8].

Кавбуз є цінною сировиною, він містить значну кількість пектину, цукрів (глюкозу, фруктозу); геміцелюлозу, клітковину, вітаміни С, Е, РР,  $\beta$ -каротин, вітаміни групи В; солі калію, кальцію, магнію, заліза [9].

У літературі відсутні дані щодо способу перероблення кавбуза для отримання пюре та пектиновмісної пасти, аналізу хімічного складу даних продуктів.

**Формування цілей статті.** Метою нашої роботи є обґрунтування технологічних параметрів отримання кавбузового пюре та кавбузово-пектинової пасти; дослідження харчової цінності даних продуктів перероблення кавбуза.

Задля досягнення мети було поставлено вирішити такі завдання: 1) дослідити хімічний склад кавбуза; 2) науково обґрунтувати технологічні параметри отримання продуктів перероблення кавбуза; 3) дослідити показники якості кавбузового пюре та кавбузово-пектинової пасти; 5) надати рекомендації щодо використання даних продуктів перероблення кавбуза.

**Об'єкт і предмет дослідження.** Об'єктом досліджень є кавбуз та продукти його перероблення. Предметом дослідження є харчова цінність кавбуза, технологічні параметри отримання кавбузового пюре та кавбузово-пектинової пасти; показники якості продуктів перероблення кавбуза.

**Результати дослідження.** Кавбуз – молекулярний гібрид кавуна і гарбуза – є цінним видом овочевої вітчизняної сировини для виробництва продуктів оздоровчого призначення. М'якоть кавбуза має хороші органолептичні властивості і може бути використана для виготовлення соку, пюре, та інших харчових продуктів.

Нами досліджено вміст важливих нутрієнтів кавбуза, враховуючи що він є молекулярним гібридом гарбуза, для порівняння подано дослідні дані щодо хімічного складу гарбуза, табл. 1.

Отримані результати корелюють з даними А.І. Потопальського [8] і показують, що кавбуз, за харчовою цінністю перевершує гарбуз, зокрема за вмістом вітамінів, цукрів, пектинових речовин та клітковини.

Нами отримано у лабораторних умовах та досліджено основні показники якості кавбузового пюре.

Таблиця 1

**Хімічний склад сировини**

Показник	Значення	
	Кавбуз	Гарбуз
Вміст сухих речовин, %	16,7	8,8
Білок, %	0,6	0,5
Жир, %	0,05	0,06
Цукри, %	12,3	5,0
Пектинові речовини, %	1,5	0,7
Клітковина, %	1,7	1,2
Органічні кислоти, %	0,1	0,1
Вітамін Е, мг	1,2	0,6
$\beta$ -каротин, мг	18,5	10,6
Аскорбінова кислота, мг	37,5	10,5
Рутин, мг	67,4	55,8
V <sub>4</sub> , мг	84,2	75,3
Фенольні сполуки, мг	328	285

Підготовка пюре кавбуза включала миття сировини, очищення, видалення насіння, нарізання шматочками, бланшування, протирання, гомогенізацію, пастеризацію, фасування з подальшим зберіганням.

Очищену м'якоть кавбуза нарізали шматочками 8...12 мм, бланшували гострою парою за температури 96...98°C протягом 5...7 хв., далі масу протирали крізь сито з діаметром отворів 0,7...0,8 мм, гомогенізацію пюре здійснювали блендером за швидкості 15000 об/хв., пастеризували продукт за температури 90°C протягом 10 хв.

У процесі бланшування сировини гарячою парою попереджається шкідливе окислення, обмежується дія високих температур, призупиняється ферментативна діяльність, що позитивно впливає на збереження харчової і органолептичної цінності пюре кавбуза.

Процес гомогенізації дозволяє поліпшити органолептичні показники та уникнути розшарування пюре. Метою деаерації є усунення залишків розчиненого кисню з пюре для уникнення зміни кольору та біологічно активних речовин сировини в результаті дії окисно-відновних ферментів.

Визначено основні органолептичні показники якості пюре кавбуза, табл. 2.

Досліджено фізико-хімічні показники якості пюре кавбуза, результати наведено у табл. 3.

Таблиця 2  
Органолептичні показники пюре кавбуза

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Перетерта гомогенна маса, без шкірочки, волокон, кісточок, насіння.
Колір	Насичений жовтогарячий, однорідний по всій масі пюре
Запах	Властивий кавбузу, без сторонніх запахів.
Смак	Приємний солодкий, властивий кавбузу.
Консистенція	Однорідна, без розшарувань, соковита без сторонніх включень.

Таблиця 3  
Основні фізико-хімічні показники кавбузового пюре

Показник	Значення
Вміст сухих речовин, %	15,5
Вміст титрованих кислот (у перерахунку на яблучну кислоту), %	0,08
pH	5,6

Досліджено, що загальний вміст природних харчових сорбентів у пюре кавбуза складає 3,2 %, зокрема вміст клітковини та геміцелюлоз становить 1,7 %, водорозчинного та водонерозчинного пектину, відповідно, 0,62 і 0,88 %.

Відмічено, що завдяки наявності значної кількості пектинових речовин та клітковини, які характеризуються високою водопоглинальною здатністю, пюре має необхідні технологічні характеристики.

Досліджено, що у процесі підготовки пюре кавбуза вміст вітамінів знижується на 15...30 % порівняно з вихідною сировиною і складає: вітаміну Е – 0,9 мг, Р – 45,4 мг, β-каротину – 8,4 мг, В<sub>4</sub> – 78,5 мг, флавоноїди – 253 мг, органічні кислоти – 0,1 % на 100 г продукту.

Нами досліджено можливість комплексного перероблення кавбуза для отримання соку та кавбузово-пектинової пасти. У лабораторних умовах отримано сік з м'якоті кавбуза, досліджено його показники якості. За органолептичними показниками сік є однорідним по усьому об'єму, має насичений жовтогарячий колір, приємний свіжий овочевий запах.

Вичавки, які залишилися після відтискання соку, було використано для отримання кавбузово-пектинової пасти.

Для отримання пектиновмісних продуктів, при виборі режиму підготовки овочевої сировини, слід враховувати параметри гідротермічної обробки, оскільки вони впливають на ступінь деструкції протопектину та фізико-хімічні властивості пектинових речовин клітинних стінок.

З кислот, що застосовуються у виробництві пектину, придатного для харчової продукції, для

виробництва пектинової пасти рекомендують використовувати лимонну, молочну та щавлеву кислоту; а також сірчану кислоту, насамперед завдяки її летючості, що дозволяє видалити її з готової продукції [1].

При виборі кислоти для створення необхідного значення рН середовища ми також враховували вплив концентрації водневих іонів на деструкцію пектинових речовин при тепловій обробці рослинної тканини і отримання продукту, який володіє хорошою драглетвірною здатністю. Цим вимогам більшою мірою відповідає лимонна кислота. Окрім того, лимонна кислота має здатність зв'язувати іони металів, зокрема, Ca<sup>2+</sup> та Mg<sup>2+</sup>. Таким чином у процесі оброблення сировини розчином лимонної кислоти відбувається інтенсифікація процесу гідролізу протопектину за рахунок утворення комплексів з іонами Ca<sup>2+</sup> та Mg<sup>2+</sup>, які вивільняються з молекули протопектину при розриві зв'язків пектин-метал, у результаті чого протопектин переходить у розчинну форму – пектин.

Початковий вміст пектину у вичавках складає 5,4 %. Встановлено, що за температури оброблення вичавок кавбуза 70°C вміст пектинових речовин у пасти складає лише 58 % від їх початкового вмісту. Такий вміст пектинових речовин не забезпечує високої драглетвірної здатності пасти.

Збільшення температури обробки до 75, 80, 85°C призводить до збільшення в пасти вмісту пектинових речовин порівняно з температурою 70°C. Однак з підвищенням температури обробки молекулярна маса пектинових речовин помітно знижується, особливо за 85°C, що вказує на деструкцію їх молекул. Підвищений вміст пектинових речовин у пасти, отриманій з пюре кавбуза за 85°C, незважаючи на велику деструкцію молекул пектинових речовин, забезпечує їй досить високу драглетвірну здатність. Отже, температура обробки пюре кавбуза 85°C, як і 75, і 80°C, дозволяє отримати пасту хорошої якості. Оптимальною температурою обробки пюре кавбуза слід вважати 80°C, при якій можна отримати пасту високої якості, табл. 4.

Таблиця 4  
Вплив температури обробки пюре кавбуза на якість пасти

Показники	Температура обробки, °C				
	70	75	80	85	90
Вміст пектинових речовин у пасти, % на суху речовину	6,2	7,8	8,9	8,6	7,8
Міцність стандартних мармеладних драглів за приладом Валента, г	186	392	424	406	323

За температури 75°C через 100...120 хв. вміст розчинного пектину в у пюре кавбуза досягає 63,2...65,2 %, але пектинові речовини краще

зберігають молекулярну масу при тривалості обробки протягом 120 хвилин, що покращує якість пасти. Скорочення тривалості обробки призводить до зменшення вмісту розчинного пектину у сировині і зниження якості пасти. Тому найбільш прийнятною тривалістю обробки пюре кавбуза при температурі 75°C є 120 хв.

Щоб підвищити гідроліз і перехід протопектину в розчинний пектин, до оброблених кислотою вичавок додають гарячу воду температурою 80...82°C при співвідношенні вичавки і вода 1:1 перемішують і залишають на 0,5...1 год за цієї температури. Додавання води сприяє більш повній деструкції протопектину, і відповідно повнішого гідролізу протопектину. Співвідношення кавбузових вичавок і води 1: 1 є прийнятним з урахуванням вологості вичавок.

Кислотна обробка і додаткова гідратація овочевого пюре не забезпечують повною мірою гідроліз протопектину і перехід усіх пектинових речовин, що містяться в ньому, у пасту. Для гідролізу важкорозчинної фракції протопектину доцільно проводити додаткову обробку кавбузового пюре гострою парою за тиску пари 0,15...0,2 МПа.

Експериментально встановлено, що після обробки пюре кавбуза гострою парою в пасті підвищується вміст пектинових речовин, збільшується драгле твірна здатність.

З урахуванням отриманих результатів досліджень, розроблено принципово-технологічну схему отримання кавбузово-пектинової пасти, рис. 1.

Органолептичні показники кавбузово-пектинової пасти визначали описовим методом, результати наведено у табл. 5.



Рис. 1. Принципово-технологічна схема отримання кавбузово-пектинової пасти

Досліджено фізико-хімічні показники кавбузово-пектинової пасти: масова частка сухих речовин (за рефрактометром) складає 12,5 % масова частка пектинових речовин – 0,9 %, загальна кислотність (у перерахунку на яблучну кислоту) – 0,4 %.

**Висновки.** Отримані продукти перероблення кавбуза, пюре та кавбузово-пектинова паста, є джерелом природних харчових сорбентів – пектинів, клітковини тощо. Вони можуть бути використані для отримання продукції у закладах громадського харчування (муси, желе, запіканки тощо), у виробництві хлібобулочних та кондитерських виробів функціонального та лікувально-профілактичного призначення. Кавбузове пюре, може бути окремою солодкою стравою, враховуючи природний вміст цукрів, пюре не потребує підсолодження.

Таблиця 5

**Показники якості та описові характеристики кавбузово-пектинової пасти**

Показники якості	Описові характеристики
Смак	Кисло-солодкий з вираженим кавбузовим смаком без будь-яких присмаків.
Запах	Приємний овочевий
Зовнішній вигляд	Однорідна, рівномірно протерта маса з незначним включенням частинок м'якоті
Консистенція	Пастоподібна
Колір	Насичений помаранчевий

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Донченко Л.В., Карпович Н.С., Сімхович Г.Е. Производство пектина. Кишинев. 1994. 181 с.
2. Сорбція іонів важких металів пектинами та пектиновмісним композиційним препаратом «Пектопал» / М. Т. Каргель, Л. А. Купчик, В. К. Марданенко, В. В. Стрелко. *Наукові записки*. Т. 19. 2001. С. 42–44.
3. Крапивницька І.О. Технологія пектину та пектинопродуктів. К.: НУХТ, 2016. 110 с.
4. Купчик М., Чук В., Купчик Л., Каргель М. Комплексоутворююча здатність пектинопродуктів, одержаних з використанням електротехнології. *Харчова і переробна промисловість*. 2003. № 6. С. 20–21.

5. Гнатенко М. А., Крапивницька І. О., Мельник Г. С. Фізико-хімічні властивості концентрованих і сухих пектинових екстрактів. *Харчова промисловість*. 2004. Вип. 3. С. 16–19.
6. Потопальський А.І., Юркевич Л.Н., Воробйова І.І. Кавбуз – найбільша у світі цілюща ягода. Вінниця: Книга, 2008. 80 с.
7. Потопальський А.І., Юркевич Л.Н. Третьюму тисячоліттю – нові рослини для здоров'я, добробуту, краси і довголіття. К.: Колобів, 2005. 168 с.
8. Потопальський А.І. Українська молекулярно-генетична біотехнологія прискороного створення різноманіття нових форм, сортів і видів цінних рослин. III Міжнародна наукова інтернет-конференція «Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика». К. 2001. С. 249–250.
9. Потопальський А.І. Дрозда В.Ф., Кацан В.А. Кавбуз Здоров'яга — скарбниця здоров'я, краси і довголіття. К.: Простір. 2019. 184 с.

## REFERENCES

1. Donchenko L.V., Karpovych N.S., Simkhovych H.E. (1994). *Proyzzvodstvo pektyna*. Kyshyev.
2. Kartel M. T., Kupchuk L. A., Mardanenko V. K., Strelko V. V. (2001). Sorbtsiia ioniv vazhkykh metaliv pektynamy ta pektynovymisnym kompozytsiinym preparatom «Pektopal». *Naukovi zapysky*. T.19. 42-44.
3. Krapivnytska I.O. (2016). *Tekhnolohiia pektynu ta pektynoproduktiv*. Kyiv.
4. Kupchuk M., Chuk V., Kupchuk L., Kartel M. (2003). Kompleksoutvoriuiucha zdattnist pektynoproduktiv, oderzhanykh z vykorystanniam elektrotekhnolohii. *Kharchova i pererobna promyslovist*. № 6. 20–21.
5. Hnatenko M. A., Krapivnytska I. O., Melnyk H. S. (2004). Fyzyko-khimichni vlastyvyosti kontsentrovanykh i sukhykh pektynovykh ekstraktiv. *Kharchova promyslovist*. Vyp. 3.16–19.
6. Potopalskyi A.I., Yurkevych L.N., Vorobiova I.I. (2008), *Kavbuz – naibilsha u sviti tsiliushcha yahoda*. Knyha, Vinnytsia.
7. Potopalskyi A.I., Yurkevych L.N. (2005), *Tretomu tysiacholittiu – novi roslyny dlia zdorovia, dobrobutu, krasy i dovholittia*, Kolobih, Kyiv.
8. Potopalskyi A.I. (2001), *Ukrainska molekuliarno-henetychna biotekhnolohiia pryskorenoho stvorennia riznomanittia novykh form, sortiv i vydiv tsinnykh roslyn*, III Mizhnarodna naukova internet-konferentsiia «Tendentsii ta vyklyky suchasnoi ahrarnoi nauky: teoriia i praktyka», 2001, Kyiv, 249-250.
9. Potopalskyi A.I. Drozda V.F., Katsan V.A. (2019), *Kavbuz Zdoroviaha — skarbnytsia zdorovia, krasy i dovholittia*, Prostir, Kyiv.

**Bazhay-Zhezherun S. A.**, PhD, *Assosiated Professor (National university of food technologies)*, **Antoniuk M. M.**, PhD, *Assosiated Professor (KZVO «Rivne Medical Academy»)* **Kavbuz processing products – a source of natural food sorbents**

**Abstract.** *The nutritional value of the kavbuz was studied, considering that it is a molecular hybrid of the pumpkin, research data compared to the content of important nutrients in the pumpkin. The main technological parameters of obtaining kavbuz puree are substantiated. The physico-chemical and organoleptic indicators of the quality of the finished product were studied. It was investigated that the total dietary fiber content in kavbuz puree is 3.2%, in particular, the fiber and hemicellulose content is 1.7%, water-soluble and water-insoluble pectin, respectively, 0.62 and 0.88%.*

*It has been studied that in the process of preparing kavbuz puree, the vitamin content decreases by 15...30% compared to the raw material and is: vitamin E – 0.9 mg, P – 45.4 mg,  $\beta$ -carotene – 8.4 mg, B4 – 78 .5 mg, flavonoids – 253 mg per 100 g of product. It is advisable to use the squeezes that remain after squeezing the juice from the pulp of the kavbuz to obtain a kavbuz-pectin paste. We have developed a principle-technological scheme for obtaining kavbuz-pectin paste, substantiated the main parameters of the process. The main indicators of the quality of a pectin-containing product have been determined. The physico-chemical parameters of kavbuz-pectin paste were studied: the mass fraction of dry substances (by refractometer) is 12.5%, the mass fraction of pectin substances is 0.9%, the total acidity (in terms of malic acid) is 0.4%.*

*The organoleptic parameters of kavbuz-pectin paste were determined by a descriptive method. In appearance, kavbuz-pectin paste is a paste-like homogeneous, evenly rubbed mass with minor inclusion of pulp particles; the product has a sweet-sour, clean, kavbuz-like taste, with a pleasant vegetable smell, and a rich orange color.*

*The resulting products of kavbuz processing – puree and kavbuz-pectin paste can be used to obtain products in public catering establishments (mousses, jellies, casseroles, etc.), in the production of bakery and confectionery products for functional and medical and preventive purposes.*

**Key words:** *kavbuz, processing products, puree, kavbuz-pectin paste, food fibers, pectin.*

УДК 664:663.674

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-3-3>

## ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ІМБИРНОГО МОРОЗИВА

**О. Я. БІЛИК**, кандидат технічних наук, доцент;

**Н. Б. СЛИВКА**, кандидат технічних наук, доцент;

**О. Р. МИХАЙЛИЦЬКА**, кандидат технічних наук, доцент

(Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького)

**Анотація.** На основі даних вітчизняної та закордонної літератури обрано імбир як рецептурний компонент у виробництві морозива. Він має високий вміст антиоксидантів та речовин, які проявляють протизапальні, знеболюючі та гіпотензивні властивості. Імбир має оригінальний смак і аромат, що зумовлено групою фенолів та гінгеролів. Імбирний сік, пасту і сироп виготовляли самостійно. Досліджено їх смакові властивості та хімічний склад. Найвищу кількість сухих речовин виявлено у імбирному сиропі, що пов'язано з додаванням цукру. Проте за вмістом білків, жирів і мінеральних речовин перевагу надають імбирній пасті. Як додатковий стабілізатор обрано бананове борошно, яке містить 40,9–58,5 % стійкого крохмалю та 6,0–15,5 % харчових волокон, а також фенольні кислоти. Встановлено, що вміст сухих речовин у дослідних зразках морозива був децю вищим порівняно з контролем завдяки доданого бананового борошна та продуктів переробки імбиру. Досліджено фізико-хімічні показники морозива. Встановлено невелике підвищення густини у дослідних зразках та збільшення в'язкості, що веде до незначного зниження збитості. Найбільш наближену збитість до контролю мало морозиво з імбирним сиропом. Завдяки внесенню бананового борошна незначно підвищення опору до танення. Так, опір до танення при використанні бананового борошна і імбирного сиропу збільшується на 24 %, а при додаванні бананового борошна і імбирної пасту та імбирного соку на 7,5 %. Досліджено органолептичні показники морозива. Додавання різних продуктів переробки імбиру відобразилося на інтенсивності смаку, а саме: із додаванням імбирного сиропу морозиво мало приємний терпко-некучий смак і аромат, із додавання імбирного соку і пасту відчувався насичений пряний смак із посиленою гостротою. Розроблено рецептури та удосконалено технологічну схему виробництва морозива з продуктами переробки імбиру та банановим борошном.

**Ключові слова:** морозиво, імбир, бананове борошно, стабілізатор, біологічно активні речовини, рецептура.

### Постановка проблеми в загальному вигляді.

В останні роки з'явився науковий інтерес до розроблення та споживання продуктів, які благотворно впливають на організм людини і можуть знизити ризик різних захворювань. До харчових продуктів, які є дуже популярними серед різних вікових груп населення в Україні, можна зачислити цілу групу заморожених десертів, зокрема морозиво [1].

Виробництво морозива стрімко розвивається, технічно переоснащується і модернізується. Проте кількість споживання морозива залишається нижчою за рекомендовані норми. Відомо, що до 60 % всіх обсягів морозива є морозиво з заміною молочного жиру на рослинні олії, до 30 % – морозиво молочне, вершкове і пломбір та до 10 % – нові види морозива на основі фруктових та овочевої сировини, соків, екстрактів та ін. Асортимент морозива з кожним роком розширюється. Завдяки особливостям рецептур і технологій морозиво можна розглядати як перспективне джерело біологічно активних сполук і корисної мікрофлори для організму людини [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За літературними даними серед найбільш перспективних напрямків є виробництво низькокалорійного морозива, кисломолочного морозива і морозива, збагаченого різними функціональними

інгредієнтами (антиоксидантами, вітамінами, поліненасиченими жирними кислотами, фенольними речовинами, мінеральними речовинами тощо). Багато дослідників (Шарахматова Т., Павлюк Р., Павлишин М. та ін.) здійснювали пошук шляхів оптимізації хімічного складу морозива та покращення його якості [3-9].

В Україні достатньо рослинної сировини, яка може створювати оригінальні сенсорні та інші показники морозива, збагачувати його біологічно активними речовинами. Зокрема такою сировиною є імбир. Імбир, який належить до сімейства *Zingiberaceae* і роду *Zingiber*, протягом тривалого часу, широко вживався як прянощі та лікарський засіб.

Імбир є однією з найбільш часто споживаною дієтичною приправою світу. Він є першим у п'ятірці найбагатших джерел антиоксидантів, включаючи ягоди, волоські горіхи, насіння соняшнику та гранат. Імбир містить багато активних компонентів, таких як фенольні та терпенові сполуки. Фенольними сполуками імбиру є в основному гінгероли, шогаоли і парадолі. У свіжому імбирі гінгероли є основними поліфенолами, такими як 6-гінгерол, 8-гінгерол і 10-гінгерол. При термічній обробці або тривалому зберіганні гінгероли можна перетворити на відповідні шогаоли. Після гідрогенізації шогаоли можуть бути перетворені в парадолі. У імбирі також є багато

інших фенольних сполук, таких як кверцетин, зінгерон, гінгеренон-А та 6-дегідрогінгердїон. Крім того, в імбирі є кілька терпенових компонентів, таких як  $\beta$ -бісаболен,  $\alpha$ -куркумен, цингіберен,  $\alpha$ -фарнезен і  $\beta$ -сесквіфеландрен, які вважаються основними компонентами ефірних олій імбиру. Крім них, в імбирі також присутні полісахариди, ліпіди, органічні кислоти та харчові волокна.

Корінь імбиру використовується для послаблення та лікування головного болю та застуди. Крім того, імбир має потенціал для запобігання та лікування нейродегенеративних та серцево-судинних захворювань, ожиріння, цукрового діабету, нудоти та блювоти, спричинені хіміотерапією, а також при розладах дихання [10-13].

Імбир можна використовувати в різних формах – сирий, сушений, порошкоподібний, нарізаний, сік, цукати, пластівці, паста, пюре тощо.

**Формування цілей статті.** Метою роботи є обґрунтування рецептурного складу імбирного морозива та дослідження його якісних показників.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На основі літературних даних для виробництва морозива використовували імбирний сік, імбирну пасту та імбирний сироп у різній кількості. Способи підготовки імбиру наведені нижче.

**Імбирний сік.** Перед обробкою імбир очищали від шкірки, натирали на терці. Потім його фільтрували за допомогою муслінової тканини та використовували імбирний сік у технології морозива.

**Імбирна паста.** Очищений імбир нарізали шматочками діаметром 1 см і бланшували протягом 10 хвилин, подрібнювали в дрібну пасту за допомогою електричного блендера.

**Імбирний сироп.** Очищений імбир нарізали тонкими круглими скибочками, потім додавали воду і цукор (у співвідношенні імбиру, води і цукру (1:1:1)). Далі нагрівали до температури кипіння (100°C). Тривалість варіння 30 хвилин. Сироп процідили через дрібну сітку.

Імбирний сік, пасту і сироп помістили в скляну тару і зберігали в морозильній камері при -4°C до використання для експерименту.

Дослідження хімічного складу продуктів переробки імбиру наведено у табл. 1.

Таблиця 1

**Хімічний склад продуктів переробки імбиру**

Складові	Імбирний сік	Імбирна паста	Імбирний сироп
Вологість, %	92,52	85,73	65,92
Сухі речовини, %	7,48	14,27	34,08
Білки, %	0,9	3,7	1,7
Жир, %	0,25	2,48	1,47
Вуглеводи, %	5,53	7,1	30,0
Мінеральні речовини, %	0,8	0,99	0,91

З табл. 1 видно, що найвищу кількість сухих речовин виявлено у імбирному сиропі, що пов'язано з додаванням цукру. Проте за вмістом білків і жирів перевагу надають імбирній пасті. В ній також відмічено вищий вміст мінеральних речовин, ніж у імбирному соці та імбирному сиропі.

Морозиво виготовляли за такими рецептурами:

Рецептура 1 (контроль) – цукор-пісок використовували для контрольної групи у кількості 18%, без продуктів переробки імбиру.

Рецептура 2 (дослід 1) – цукор-пісок частково замінювали на сироп імбирний – 13 % цукру і 5 % сиропу.

Рецептура 3 (дослід 2) – цукор-пісок використовували у кількості 18 %, вносили 5% імбирного соку.

Рецептура 4 (дослід 3) – цукор-пісок використовували у кількості 18 %, вносили 5% імбирної пасту.

Як додатковий стабілізатор використовували у рецептурі морозива бананове борошно. Серед кількох переваг використання бананового борошна у виробництві морозива є покращення структури морозива завдяки його волокнистому каркасу та властивостей до танення; зменшення рекристалізації, що призводить до подовження терміну зберігання; збільшення в'язкості суміші та утворення дрібних кристалів льоду при заморожуванні, що призводить до утворення більш однорідного наповнення бульбашками повітря.

Також бананове борошно має функціональні властивості, оскільки нестигли плоди банана багаті харчовими волокнами та важкозасвоюваними вуглеводами, білками, незамінними амінокислотами, клітковиною, геміцелюлозою, лігніном, крохмалем, стійким крохмалем, поліненасиченими жирними кислотами та калієм.

Бананове борошно вносили у кількості від 1 до 5 %.

Встановлено, що внесення бананового борошна у кількості 1-2 % від загальної маси забезпечує необхідну збитість морозива і добрий опір до танення. Це дозволяє сформувати належні органолептичні показники морозива. Внесення понад 2 % бананового борошна помітно підвищує в'язкість суміші, погіршує насичення суміші повітрям та знижує основний якісний показник – збитість морозива. Тому після експериментальних виробіток та досліджень органолептичних та фізико-хімічних показників оптимальною дозою обрано 2 % бананового борошна.

Морозиво виготовляли за типовою інструкцією [14].

Для розчинення сухих інгредієнтів воду підігривають до температури 40-45°C. Далі сухі, попередньо змішані компоненти, такі як суха сироватка, бананове борошно, цукор та стабілізатор розчиняють у воді. Суміш фільтрують. Молоко незбиране нормалізують вершками з масовою



часткою жиру 30 %. Кількість визначають розрахунково із забезпеченням масової частки жиру у готовому продукті 10 %. Молочну суміш пастеризують при температурі 90-92°C без витримки. Гомогенізацію здійснюють при цій же температурі. Суміш охолоджують до температури 6-8°C.

Далі у ємкості змішують всі підготовлені компоненти, в тому числі і продукти переробки імбиру. Суміш направляють на визрівання, яке проводять при температурі 0-6°C протягом 4-6 год.

Після визрівання суміш для морозива подається у фризери періодичної дії при температурі не вище 6°C, де охолоджується до криоскопічної температури. Далі суміш частково заморожується і насичується повітрям при інтенсивному перемішуванні. При цьому процесі приблизно до 60% води суміші перетворюється у дрібні кристали льоду. При фризюванні слідкують за збитістю морозива, завершують цю операцію при досягненні температури морозива – 4,5-6°C та збитості 100-150 %. Готовий продукт фасують та направляють на загартовування.

Визначення органолептичних властивостей морозива дозволяє отримати інформацію про якість продукту і є важливим показником, який характеризує зовнішній вигляд, колір та консистенцію, смак і запах. При визначенні органолептичних показників з'ясовано, що за зовнішнім виглядом морозива, виготовлене за всіма рецептурами, є правильної форми, яка зумовлена формою формуючого приладу, без механічних пошкоджень та тріщин, зі щільною консистенцією та однорідною структурою, без наявності крупних кристалів льоду.

Колір всіх зразків морозива – білий, з жовтуватим відтінком, що обумовлено кольором компонентів, які входять до його складу.

Запах – чистий, властивий сировині, яскраво виражений без сторонніх запахів.

Смак притаманний імбиру, чистий з гармонійним співвідношенням сахаристості та кислотності, проте слід відмітити, що додавання різних продуктів переробки імбиру відобразилося на інтенсивності смаку, а саме: із додаванням імбирного сиропу морозиво мало приємний терпко-пекучий смак і аромат, із додавання імбирного соку і пасти відчувався насичений пряний смак із посиленою гостротою.

Дослідження хімічного складу імбирного морозива наведено у табл. 2.

Таблиця 2

**Хімічний склад морозива**

Рецептура	Суша речовина (%)	Жир (%)
1	38,24	10,52
2	39,82	10,84
3	43,65	10,58
4	38,91	10,38

Дослідженнями встановлено, що вміст сухих речовин у дослідних зразках морозива був дещо вищим порівняно з контролем, що зумовлено внесенням бананового борошна та продуктів переробки імбиру.

Хімічні показники складу морозива вплинули на його фізико-хімічні властивості. Про це свідчать дані табл. 3.

Невелике підвищення густини у дослідних зразках можна пояснити підвищенням вмісту сухих речовин бананового борошна і продуктів переробки імбиру. Також спостерігалось незначне зниження збитості, що пояснюється складністю насичення повітря за надмірної в'язкості систем. Найбільш наближену збитість до контролю мало морозиво з імбирним сиропом. Завдяки внесенню бананового борошна незначно підвищується опір до танення. Так, опір до танення при використанні бананового борошна і імбирного сиропу збільшується на 24 %, а при додаванні бананового борошна і імбирної пасти та імбирного соку на 7,5 %. Це пояснюється стабілізуючими властивостями цього борошна.

Оскільки до рецептур нових видів морозива входять продукти переробки імбиру, які мають антимікробні властивості, то можна зробити припущення щодо можливого підвищення мікробіологічної чистоти морозива.

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі.** Отже, за результатами досліджень розроблено рецептуру і технологію нового виду морозива із функціональними властивостями – імбирного, яке має гармонійні оригінальні органолептичні властивості. До рецептури включено 2% бананового борошна та 5% імбирного сиропу, оскільки таке поєднання дозволило збільшити опір до танення на 24 %.

Таблиця 3

**Фізико-хімічні показники морозива**

Показник	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3
Кислотність, °Т	17	26	24	32
Збитість, %	105	86,1	92,4	88,6
Коефіцієнт динамічної в'язкості суміші, мПа*с	134,3	150,7	197,3	141,4
Густина, г/см <sup>3</sup>	1,105	1,115	1,120	1,110
Опір до танення, хв	100	130	108	105

Експерименти в цьому напрямку є перспективними і цікавими, оскільки після дослідження мікробіологічних роказників та їх змін впродовж зберігання

можна буде рекомендувати продукт для впровадження у виробництво, що дозволить розширити асортимент функціональних молочних продуктів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вежлівцева С. П., Ряба О. П. Аналіз якості морозива пломбір на споживчому ринку України. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». 2019. Т.3, №1 (63). С. 7–10.
2. Донський О. В. Сучасний стан ринку морозива в Україні. Збірник тез доповідей Міжнародної наукової інтернетконференції молодих учених, магістрантів і студентів. Молодь в науці: здобутки, проблеми, перспективи, 21–22 березня 2019 р., Харків. торг.-екон. інститут КНТЕУ [та ін.]. Харків: РВВ ХТЕІ КНТЕУ, 2019. С. 199.
3. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Берестова А. А., Максимова Н. П., Юрченко І. С. Інноваційні технології розробки нових видів морозива для оздоровчого харчування. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2011, № 2 (7). С. 36–44.
4. Мостова Л. М., Ніколенко О. В. Технологічні аспекти створення заморожених десертів на основі натуральної сировини з використанням нетрадиційних стабілізаційних систем. Наукові труди SWorld. 2015, № 3.2. С. 26–29.
5. Трубнікова А., Чабанова О., Шарахматова Т., Бондар С., Вікуль С. Обґрунтування та розробка рецептур низьколактозного біологічно-активного молочного морозива. Шлях науки. 2018. Вип. 4, № 9. С. 3001–3021.
6. Павлишин М. Л., Захарчин Р. М. Формування якості морозива з додаванням дикорослих ягід. Науковий вісник НЛТУ України. 2014. Вип. 24.2. С. 173–177.
7. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Берестова А. А. Інноваційні технології вітамінного плодово-ягідного морозива з використанням заморожених дрібнодисперсних добавок з рослинної сировини. Схід.-Європ. Журн. Переходних технологій. 2013, № 4/10 (64). С. 57–62.
8. Сливка Н. Б., Білик О. Я., Дроник Г. В., Наговська В. О. Дослідження якісних показників морозива парфе з овочевими наповнювачами. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Харчові технології. 2021. Т. 23, № 96. С. 93–98.
9. Білик О. Я., Сливка Н. Б., Наговська В. О., Михайлицька О. Р. Розробка рецептури морозива з продуктами переробки фініків. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Харчові технології. 2021. Т. 23, № 95. С. 51–56.
10. F. Paper Development of ginger-flavoured soya milk ice cream: Comparison of data analysis methods Maejo Int. J. Sci. Technol. 2012. 6(03), 505-513.
11. G. Vernin and C. Parkanyi, in "Ginger – the Genus Zingiber" (Ed. P. N. Ravindran and K. Nirmal Babu), CRC Press, Boca Raton, 2005, Ch. 3.
12. K. Leelarattanukul and A. Hasun, "Ginger-flavoured soy milk ice cream", Special problem for Bachelor of Science Program in Food Science and Technology, 2007, Maejo University, Thailand.
13. H. Tsuneki, I. Kimura and L. R. Pancho, in "Ginger – the Genus Zingiber" (Ed. P. N. Ravindran and K. Nirmal Babu), CRC Press, Boca Raton, 2005, Ch. 13.
14. Типова технологічна інструкція з виробництва морозива молочного, вершкового, пломбіру; плодово-ягідного, ароматичного, щербету, льоду; морозива з комбінованим складом сировини : ТПІ 31748658-1-2007 до ДСТУ 4733:2007, 4734:2007, 4735:2007. [Чинна від 2008-01-01]. Київ : Асоціація українських виробників «Українське морозиво та заморожені продукти». 2007. 100 с.

### REFERENCES

1. Vezhlytseva S. P. & Ryaba O. P. (2019). Analiz yakosti morozyva plombir na spozhyvchomu rynku Ukrainy [Analysis of the quality of plombir ice cream on the consumer market of Ukraine]. *Mizhnarodnyy naukovyy zhurnal Internauka – International scientific journal "Internauka"*, 3 (1), 7-10 [in Ukrainian].
2. Donsky O. V. (2019). Suchasnyy stan rynku morozyva v Ukraini [The current state of the ice cream market in Ukraine]. *Zbirnyk tez dopovidey Mizhnarodnoi naukovoї internetkonferencii molodyh uchenykh, magistrantiv I studentiv. Molodj v nauci: zdobutky, problem, perspektyvy – A collection of abstracts of reports of the International Scientific Internet Conference of young scientists, masters and students. Youth in science: achievements, problems, prospects.* (pp. 199). Kharkiv: RVV XTEI KNTEU [in Ukrainian].
3. Pavlyuk R. Yu., Pogarsjka V. V., Berestova A. A., Maksymova N. P. & Yurchenko I. S. (2011). Innovaciyni tekhnologii rozrobky novykh vydiv morozyva dlya ozdorovchogo harchuvannya [Innovative technologies for the development of new types of ice cream for healthy nutrition]. *Progresyvni tekhnika ta tekhnologii harchovykh vyrobnytstv restoranogo gospodarstva I torgivli – Progressive equipment and technologies of food production, restaurant industry and trade*, 2 (7), 36-44 [in Ukrainian].
4. Mostova L. M. & Nikolenko O. V. (2015). Tekhnologichni aspekty stvorennya zamorozhenykh desertiv na osnovi naturalnoi syrovyny z vykorystannjam netradyciynykh stabilizacijnykh system [Technological aspects of frozen desserts based on natural raw materials from non-traditional stabilization systems]. *Naukovi trudy SWorld – Scientific papers*, 3.2, 26-29 [in Ukrainian].

5. Trubnikova A., Chabanova O., Sharakhmatova T., Bondar S. & Vikul S. (2018). Obgruntuvannya ta rozrobka retseptur nyzkolaktoznoho biolohichno- aktyvnoho molochnoho morozyva [Justification and development of recipes of low-lactose biologically active milk ice cream]. *Shliakh nauky – The way of science*, 4 (9), 3001–3021 [in Ukrainian].
6. Pavlyshyn M. L., Zakharchyn R. M. (2014). Formuvannya yakosti morozyva z dodavanniam dykoroslykh yahid [Formation of the quality of ice cream with the addition of wild berries]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific bulletin of NLTU of Ukraine* (24.2.), (pp. 173–177) [in Ukrainian].
7. Pavliuk R. Yu., Poharska V. V., Berestova A. A. (2013). Innovatsiini tekhnolohii vitaminnoho plodovo-yahidnoho morozyva z vykorystanniam zamorozhenykh dribnodispersnykh dobavok z roslynnoi syrovyny [Innovative technologies of vitamin fruit and berry ice cream using frozen finely dispersed additives from plant raw materials]. *Skhid.- Yevrop. Zhurn. Peredovykh tekhnolohii – Eastern European Journal of Advanced Technologies*, (4/10 (64), 57–62 [in Ukrainian].
8. Slyvka N. B., Bilyk O. Ya., Dronyk H. V., Nahovska V. O. (2021). Doslidzhennia yakisnykh pokaznykiv morozyva parfe z ovochevymy napovniuvachamy [Study of the quality indicators of parfait ice cream with vegetable fillings]. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho. Seriya: Kharchovi tekhnolohii – Scientific Bulletin of the LNUVMB named after S.Z. Gzhitskyi. Series: Food technologies*, 96 (Vols. 23), (pp. 93–98) [in Ukrainian].
9. Bilyk O. Ya., Slyvka N. B., Nahovska V. O., Mykhailytska O. R. (2021). Rozrobka retseptury morozyva z produktamy pererobky finikiv [Development of an ice cream recipe with date processing products]. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho. Seriya: Kharchovi tekhnolohii – Scientific Bulletin of the LNUVMB named after S.Z. Gzhitskyi. Series: Food technologies*, 95 (Vols. 23), (pp. 51–56) [in Ukrainian].
10. F. Paper Development of ginger-flavoured soya milk ice cream: Comparison of data analysis methods Maejo Int. J. Sci. Technol. 2012. 6(03), 505-513.
11. G. Vernin and C. Parkanyi, in “Ginger – the Genus Zingiber” (Ed. P. N. Ravindran and K. Nirmal Babu), CRC Press, Boca Raton, 2005, Ch. 3.
12. K. Leelarattanukul and A. Hasun, “Ginger-flavoured soy milk ice cream”, Special problem for Bachelor of Science Program in Food Science and Technology, 2007, Maejo University, Thailand.
13. H. Tsuneki, I. Kimura and L. R. Pancho, in “Ginger – the Genus Zingiber” (Ed. P. N. Ravindran and K. Nirmal Babu), CRC Press, Boca Raton, 2005, Ch. 13.
14. Typova tekhnolohichna instruktziia z vyrobnytstva morozyva molochnoho, vershkovoho, plombiru; plodovo-yahidnoho, aromatychnoho, shcherbetu, lodu; morozyva z kombinovanim skladom syrovyny [Typical technological instructions for the production of milk, cream, and filling ice cream; fruit and berry, aromatic, sherbet, ice; ice cream with a combined composition of raw materials]. (2008) : *TTI 31748658-1-2007 do DSTU 4733:2007, 4734:2007, 4735:2007*. Kyiv : Asotsiatsiia ukraïnskykh vyrobnykiv «Ukrainske morozyvo ta zamorozheni produkty» – Kyiv: Association of Ukrainian producers "Ukrainian ice cream and frozen products" [in Ukrainian].

**O. Bilyk**, PhD, Associate Professor; **N. Slyvka**, PhD, Associate Professor; **O. Mykhaylytska**, PhD, Associate Professor (Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv). **Justification and development of ginger ice cream technology**

**Abstract.** Based on data from domestic and foreign literature, ginger was chosen as a recipe component in the production of ice cream. It has a high content of antioxidants and substances that exhibit anti-inflammatory, analgesic, and hypotensive properties. Ginger has an original taste and aroma, which is caused by a group of phenols and gingerols. Ginger juice, paste, and syrup were produced independently. Their taste properties and chemical composition were studied. The highest amount of dry matter was found in ginger syrup due to the addition of sugar. However, in terms of the content of proteins, fats, and minerals, preference is given to ginger paste. Banana flour, which contains 40.9–58.5% resistant starch and 6.0–15.5% dietary fiber and phenolic acids, was selected as an additional stabilizer. It was found that the dry matter content of the experimental ice cream samples was slightly higher compared to the control due to the addition of banana flour and ginger processing products. The physical and chemical parameters of ice cream were studied. A slight increase in density in the test samples and viscosity was found, leading to a slight decrease in whipping. Ice cream with ginger syrup was the closest to control. Owing to the introduction of banana flour, the resistance to melting is slightly increased. Thus, resistance to melting when using banana flour and ginger syrup increases by 24%, and when adding banana flour, ginger paste, and ginger juice by 7.5%. The organoleptic indicators of ice cream were studied. The addition of various ginger processing products was reflected in the intensity of the taste, namely: with the addition of ginger syrup, the ice cream had a pleasant tart-burning taste and aroma; with the addition of ginger juice and paste, a rich, spicy taste with increased spiciness was felt. Recipes were developed, and the technological scheme of ice cream production with ginger processing products and banana flour was improved.

**Key words:** ice cream, ginger, banana flour, stabilizer, biologically active substances, recipe.

УДК 664/681.9

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-3-4>

## РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ БЕЗГЛУТЕНОВИХ МУЧНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

**Л. О. ПОЛОЖИШНИКОВА**, кандидат технічних наук, доцент;

**Т. Ю. СУТКОВИЧ**, кандидат технічних наук, доцент;

**Н. В. ОЛІЙНИК**, кандидат технічних наук, доцент

(Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»)

**Анотація.** Зростання кількості хворих на непереносимість глютену та целиакію зумовлює збільшення споживання безглютенових харчових продуктів. Окрім того, мільйони людей у всьому світі споживають безглютенові продукти не лише внаслідок діагностики целиакії, а й через загальне уявлення про підтримку здоров'я та профілактику хвороб.

Асортимент безглютенових продуктів харчування в Україні не досить різноманітний, тому актуальним завданням є проведення досліджень щодо його розширення та урізноманітнення.

Як об'єкт дослідження обрано мучні кондитерські вироби. В якості нових рецептурних компонентів – рисове борошно (РБ) та кокосове борошно (КБ).

Характерною особливістю РБ є низький вміст білка, проте, порівняно з білками інших хлібних злаків, білки РБ збалансовані за амінокислотним складом, добре засвоюються організмом (коефіцієнт засвоюваності становить 95,9%), вміст крохмалю до 80%, в складі якого переважає амілопектин, що обумовлює підвищену гігроскопічність та набування РБ. Крім того, зерна рисового крохмалю мають незначні розміри (5...6 мкм), що призводить до збільшення питомої поверхні, яка контактує з водою при замішуванні тіста. Водозв'язувальна здатність РБ є незначною (132%), і це пов'язано з низьким вмістом харчових волокон (2,3%) та властивостями білків. Встановлено, що РБ має загальну (титровану) кислотність 2,2 град, містить мало органічних кислот – значення активної кислотності рН (5,65 – 5,7 од. приладу), вміст моно- та дисахаридів в РБ становить 0,7%, що у 2,5 рази нижче, ніж у пшеничному борошні (ПБ). Активність амілолітичних ферментів є невисокою.

КБ на відміну від рисового, містить 3,1 % золи, 10,9 % ліпідів, 12,1 % білків і 60,9 % харчових волокон. Кількість клітковини – 39 г, що у 10 разів більше, ніж у пшеничному борошні, у 3 рази більше, ніж у цільнозерновому. Кількість білку в кокосовому борошні також не поступається цільнозерновому, проте вуглеводів набагато менше, ніж у будь-якому іншому борошні. КБ за вмістом білків та вуглеводів порівнюється до борошна з бобових культур. КБ має виразний аромат кокоса, ніжний, солодкий смак. Наявність у складі КБ цукру та жиру дозволяють корегувати рецептурний склад виробів з нього. Харчові волокна, що входять до його складу, сприяють зменшенню поглинання холестерину і глюкози в крові, а також сприяють зниженню глікемічного індексу харчових продуктів. Тому доцільним є використання КБ у харчуванні людей, схильних до ожиріння і хворих на цукровий діабет. Не містить інгібіторів травних ферментів, на відміну від ПБ, від борошна з квасолі і горіхів, тому КБ не може перешкодити перетравленню й засвоєнню нутрієнтів, у тому числі мінеральних речовин. Тому доцільно обрані види борошна використовувати при виробництві бездріжджових мучних виробів.

Метою роботи було обґрунтування використання при виробництві виробів з кексового тіста композиції на основі КБ і РБ. Підбір оптимального вмісту борошна у композиції відбувався на основі дослідження органолептичних дескрипторів готових виробів. Визначено, що отримання готових виробів належної якості можливо за рахунок використання композиції на основі РБ:КБ – 50:50 %. Враховуючи функціональні властивості та поживний склад виробів визначено, що вміст яєць у рецептурному складі було збільшено у 3 рази, кількість цукру та жиру було зменшено на 10%.

Розроблено нові види безглютенових виробів, що дозволить зменшити залежність від імпортованої продукції і надасть можливості для виходу вітчизняних виробників на нову ланку розвитку.

**Ключові слова:** кекси, кексове тісто, рисове борошно, кокосове борошно, показники якості.

### Постановка проблеми у загальному вигляді.

Целиакія – хронічне, рецидивуюче, генетично детерміноване імунно-опосередковане захворювання, яке характеризується стійким несприйняттям продуктів, що містять глютен, та проявляється запальними явищами в слизовому шарі тонкої кишки з розвитком її атрофії та синдромом мальтоабсорбції. Можливе повне клінічне одужання та відновлення структури слизового шару тонкої кишки за умови повного вилучення з харчового раціону глютену та вчасного початку лікування [1].

Раніше целиакія вважалась досить рідкісною хворобою – 1 випадок на 10 тис. осіб. Останніми роками розповсюдження цього захворювання значно поширилося [2]. За даними Всесвітньої гастроентерологічної організації (World

Gastroenterology Organization; WGO) поширеність целиакії у світі оцінюється як 1 на 300 осіб, а результати досліджень Європейської асоціації спілок целиакії (Association of European Coeliac Societies, AO ECS) свідчать, що в середньому частота прояву целиакії у представників індоєвропейської раси становить приблизно 1%. За даними вітчизняних вчених число людей, які страждають на целиакію, наближається до 700 тисяч осіб. Серед них 47,5 тис. дітей мають розлад аутистичного спектру, 19,69 тис. страждають від дитячого церебрального паралічу, діагноз „целиакія” встановлено у 2500 пацієнтів [3].

Зростання кількості хворих на целиакію зумовлює збільшення потреб населення щодо споживання безглютенових харчових продуктів за рахунок

впровадження нових технологій їх виробництва. До продуктів харчування, які входять в меню щоденного раціону хворих та користуються попитом серед усіх верств населення, належать мучні кондитерські вироби (МКВ). Тому робота буде присвячена саме розробці даної групи виробів.

Для хворих целиакією в багатьох країнах світу розроблені технології і налагоджене виробництво продуктів харчування. В той же час формування асортименту безглютенових МКВ на ринку нашої країни знаходиться на початковому етапі і відбувається, в основному, за рахунок імпортової продукції, що має досить високу вартість [4].

Тому розробка і впровадження на вітчизняному ринку безглютенових технологій МКВ є актуальним і своєчасним завданням, вирішення якого призведе до зменшення вартості готових виробів за рахунок використання продуктів українського виробництва, задоволення вимог споживачів, розширення асортименту виробів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При виробництві МКВ основним сировинним компонентом є пшеничне борошно. Відомо, що для людей, хворих на целиакію, його не можна використовувати, оскільки пшеничне борошно містить в своєму складі глютен. Тому постійно ведуться наукові роботи щодо пошуку його альтернативних замінників, здатних проявляти необхідні функціонально-технологічні властивості та створювати нові продукти з заданими показниками якості.

Найчастіше при розробці безглютенових виробів використовують борошно з зернових або злакових культур (кукурудзи, рису, проса і сорго), а також борошно з псевдо-злаків (амаранту, гречки, лободи), бобових (нуту, квасолі, вігні), з насіння олійних культур (льону, соняшнику, арахісу), продуктів вторинної переробки сировини – кокосове борошно, нетипову харчову сировину (насіння подорожнику), коренеплоди (маніоку, тапіоку, батат), а також деякі культури, які рідко використовуються (каштан, тигровий горіх, теф) [4-8].

Теоретичне вивчення функціонально-технологічних та поживних властивостей показало, що серед різноманіття безглютенових видів борошна при виробництві виробів з кекового тіста можливо використати композицію на основі рисового (РБ) та кокосового (КБ) борошна

Найчастіше як сировину для виробництва РБ використовують білий шліфований рис, хоча в країнах Азії застосовують і коричневий рис. Борошно, виготовлене зі шліфованого рису, має білосніжний колір, пудроподібну структуру, нейтральний смак і запах. Характерною особливістю РБ є низький вміст білка. Проте, порівняно з білками інших хлібних злаків, білки РБ збалансовані за амінокислотним складом, добре засвоюється організмом (коефіцієнт засвоюваності становить 95,9%).

РБ є джерелом мінеральних речовин (Na, K, Mg, P, Si, Zn), вітамінів групи В – В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>. Вміст крохмалю становить до 80%, в складі якого переважає амілопектин, що обумовлює підвищену гігроскопічність та набування РБ. Крім того, зерна рисового крохмалю мають незначні розміри (5...6 мкм), що призводить до збільшення питомої поверхні, яка контактує з водою при замішуванні тіста.

Водозв'язувальна здатність РБ є незначною (132%), і це пов'язано з низьким вмістом харчових волокон (2,3%) та властивостями білків. Встановлено, що РБ має загальну (титровану) кислотність 2,2 град. Під час виробництва РБ видаляються оболонки та зародок рису, тому РБ містить мало органічних кислот – значення активної кислотності рН (5,65 – 5,7 од. приладу). Вміст моно- та дисахаридів в РБ становить 0,7 %, що у 2,5 рази менше, ніж у пшеничному. Активність амілолітичних ферментів є невисокою. Тому краще РБ використовувати при виробництві бездріжджових мучних виробів [8-11].

Кокосове борошно (КБ) набуває все більшої популярності як корисна альтернатива іншим видам борошна. Його отримують зі свіжої копри кокосового горіха при низькій температурі. Технологія виробництва складається з наступних етапів технологічного процесу: знежирення (пресування), висушування, подрібнення [12].

КБ містить 3,6 % вологи, 3,1 % золи, 10,9 % ліпідів, 12,1 % білків і 60,9 % харчових волокон. Кількість клітковини у 100 г становить 39 г, що у 10 разів більше, ніж у ПБ, у 3 рази більше, ніж у цільнозерновому. Кількість білка у КБ також не поступається багатому цільнозерновому, проте вуглеводів набагато менше, ніж у будь-якому іншому борошні. КБ прирівнюється до борошна з бобових культур за вмістом білків та вуглеводів. В жирнокислотному складі переважають насичені жирні кислоти. КБ має виразний аромат кокоса, ніжний, солодкий смак. Наявність у складі КБ цукру та жиру дозволяють корегувати рецептурний склад виробів з нього.

Харчові волокна, що входять до його складу, сприяють зменшенню поглинання холестерину і глюкози у крові, а також сприяють зниженню глікемічного індексу харчових продуктів. Тому доцільним є використання КБ у харчуванні людей, схильних до ожиріння і хворих на цукровий діабет [13-16].

Завдяки здатності знижувати рівень глюкози і холестерину в крові, а також через високий вміст калію, КБ сприяє зниженню артеріального тиску; володіє кардіопротекторними властивостями; проявляє антиаритмічний ефект; сприяє покращенню еластичності судин, розрідженню крові; нормалізації мікроциркуляції в периферичних тканинах [13].

Мінеральний склад КБ характеризується вмістом калію, натрію, кальцію, магнію, заліза,

марганцю, фосфору, селену. Серед вітамінів є жиророзчинні (А і Д) та водорозчинні ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_5$ ,  $B_6$ ,  $B_{12}$  і РР). КБ містить невелику кількість омега-6 жирних кислот. Ліпіди КБ містять лауринову кислоту, що підтримує імунну систему та нормалізує функцію щитоподібної залози [13].

На відміну від звичайного пшеничного борошна та борошна з квасолі і горіхів КБ не містить інгібіторів травних ферментів, тому не може перешкоджати травленню й засвоєнню нутрієнтів, у тому числі мінеральних речовин [13].

КБ можна додавати як згущувач до супів, тушкованих страв, соусів, коктейлів; використовувати при виготовленні хліба, тортів, пирогів, сирників, булочок, кексів, млинців, вафель, печива та ін.

КБ з обережністю треба вживати людям, що мають проблеми зі шлунком – дуже велика кількість клітковини може негативно позначитись на роботі травної системи.

Хоча КБ багате на білок, жири, клітковину та інші мікроелементи, воно також містить багато саліцилатів. Саліцилати є хімічними речовинами, що зустрічаються в природі в багатьох корисних

продуктах, включаючи кокос. Деякі люди негативно реагують на саліцилати, оскільки вони можуть загострювати головний біль і гіпертонію, сприяти виникненню проблем зі шкірою, таких як екзема. Для цих людей КБ не може бути оптимальним вибором [13].

Аналіз вивчених літературних джерел свідчить про відсутність досліджень щодо сумісного використання при виробництві виробів з кексового тіста композицій на основі РБ та КБ, тому дослідження у цьому напрямку будуть актуальними.

**Формування цілей статті.** Метою роботи є дослідження можливості використання композиції на основі РБ та КБ при виробництві виробів з кексового тіста. *Методи дослідження* – органолептичні, фізико-хімічні.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** При реалізації поставленого завдання за контроль обрано рецептуру кексу «Столичного», при цьому враховували властивості безглютенових видів борошна.

З метою обґрунтування оптимального співвідношення РБ і КБ досліджували технологічні аспекти його використання, проводили лабораторні випікання. Співвідношення у системі РБ і КБ становило 10...70%, інтервал варіювання – 10%. Кількість всіх інших рецептурних компонентів кексів залишали незмінною.

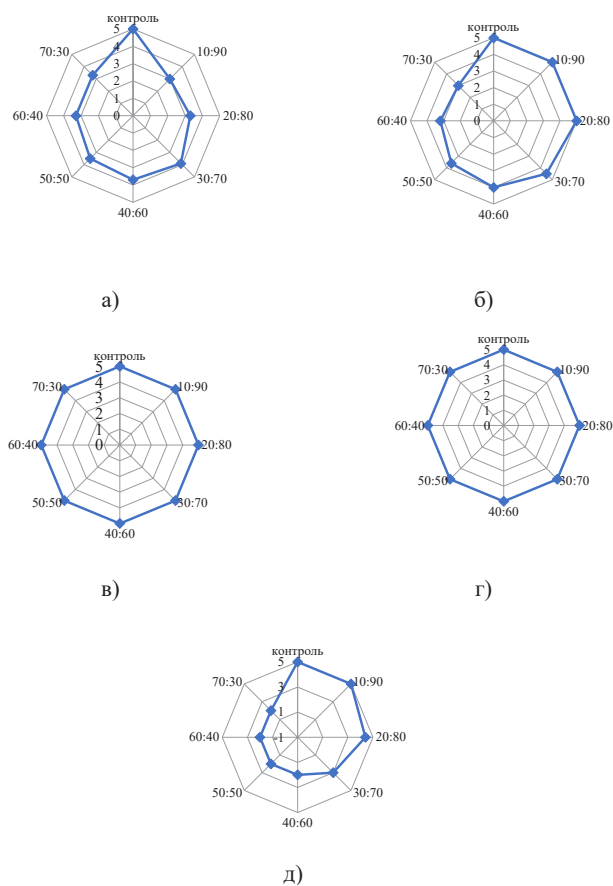
Якість випечених виробів контролювали за органолептичними показниками з використанням профільного методу, за наступними дескрипторами: кулеподібна форма, наявність тріщин на поверхні, інтенсивність аромату, однорідність кольору, щільність структури, відсутність непромісу, відсутність великих пустот, м'який смак, солодкість, відсутність прогірклості, відсутність смаку розпушувачів. Результати досліджень представлені на рис. 1.

Як видно з рис. 1 (а) внесення нових видів борошна призводить до погіршення форми виробів і зникнення типових тріщин на поверхні кексів. Найнижчі значення дескрипторів отримано при співвідношенні КБ:РБ 70:30 (у %). Поряд з цим використання КБ і РБ не впливає негативно на дескриптор інтенсивності аромату (рис. 1, в) та однорідність кольору (рис. 1, г).

Експериментально підтверджено, що внесення нових видів борошна сприяє появі аромату кокосу, готові вироби мають світло-кремовий колір на розрізі. При внесенні КБ понад 50 % збільшується щільність виробів (рис.1, д), це стало передумовою для його обмеження у рецептурному складі.

При внесенні КБ більше 30% готові вироби були більш жирнішими і мали більш солодкий смак. Це і стало передумовою до зменшення у рецептурному складі вмісту жиру.

На основі досліджень, проведених на цьому етапі та математичного оброблення результатів були



**Рис. 1.** Дескриптори органолептичних показників якості кексів у залежності від співвідношення РБ:КБ : а) кулеподібна форма; б) наявність тріщин на поверхні кексів; в) інтенсивність аромату; г) однорідність кольору; д) відсутність непромісу

внесені коригування до рецептурного складу нових виробів, щодо вмісту безглютенових вибів борошна, яєць, масла вершкового та цукру – максимальний вміст КБ у системі 50%, зменшення кількості цукру та жиру на 10%, збільшення вмісту яєць у 3 рази.

Наступним етапом дослідження було обґрунтування етапу введення яєць у систему: 1) на етапі приготування яєчно-цукрово-жирової суміші (згідно з класичною технологією приготування виробу-аналогу кексу «Столичного»);

2) на етапі приготування яєчно-цукрово-жирової суміші введення жовтків і додавання збитих білків на етапі замішування тіста після внесення борошна. Критеріями вибору етапу введення яєць слугували показники якості тіста (густина) і готових виробів (пористість) (рис. 2):

Встановлено, що при використанні другого способу отримують готові вироби з кращою пористістю (рис. 2, б).

Встановлено, що тісто, приготовлене з використанням безглютенових видів борошна, не

підлягає зберіганню (рис. 3), про що свідчить збільшення густини тіста при збільшенні тривалості його зберігання.

За фізико-хімічними показниками якості визначено, що оптимальний вміст у системі РБ:КБ становить 1:1, тобто 50:50%. Про це свідчить збільшення вологості виробів на 5,80 %, пористості на 8,90 %, намочуваності на 8,57 % (табл. 1).

Отримані дослідження полягли в основу розробки рецептурного складу (табл. 2) та технологічної схеми отримання готових виробів (рис. 4).

Технологічний процес приготування кексів складається з чотирьох етапів (рис. 4):

- 1) підготовки сировини;
- 2) приготування яєчно-цукрово-жирової суміші;
- 3) збивання білків
- 4) замішування тіста та формування виробів
- 5) випікання виробів.

Необхідно відмітити, що відмінним від класичної технології є етап підготовки яєць: окремо

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники якості випечених виробів

Найменування зразків	Вологість, %	Пористість, %	Намочуваність, %
Кекс «Столичний» (контроль)	12,34	61,05	192
Дослідний зразок №1 співвідношення КБ:РБ / 30:70	12,86	63,85	201
Дослідний зразок №2 співвідношення КБ:РБ / 50:50	13,1	68,56	210

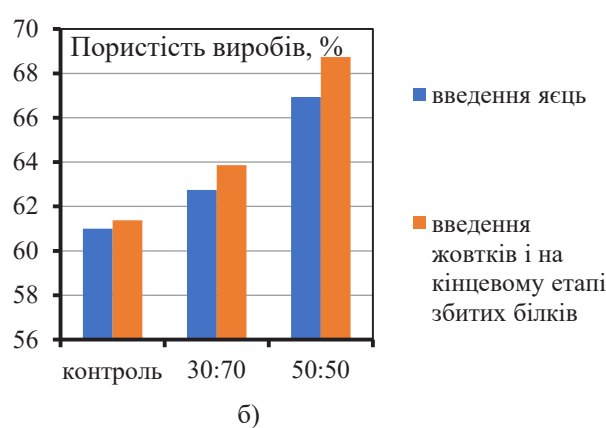
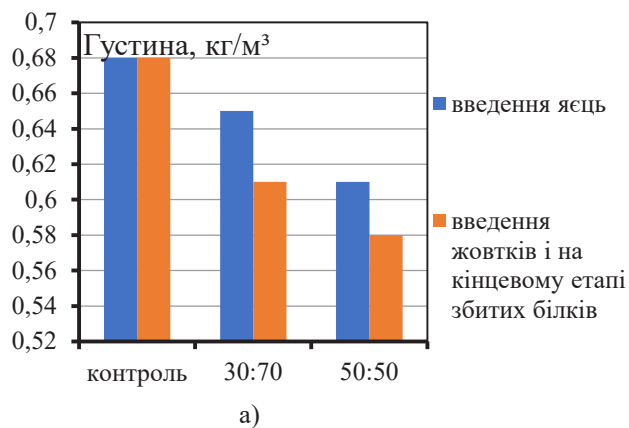


Рис. 2. Вплив стадії внесення яєць на густину тіста (а) та пористість виробів (б)

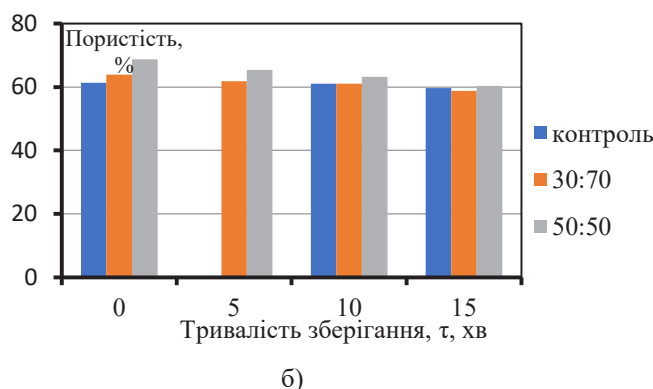
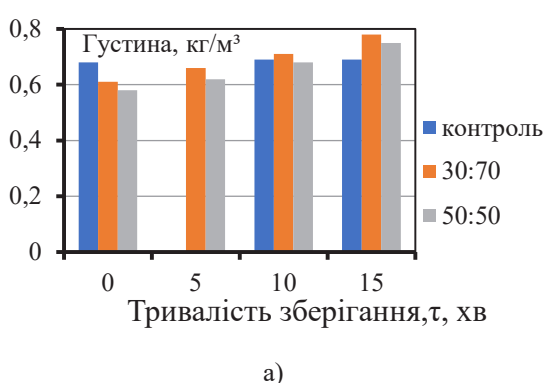


Рис. 3. Вплив тривалості зберігання на густину тіста (а) та пористість випечених виробів (б)

Таблиця 2

Рецептурний склад безглютенових кексів

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на 100 шт. готових виробів, г			
		Кекс «Столичний» (контрольний зразок)		Кекс «Рикос» (дослідний зразок)	
		н.р.	с.р.	н.р.	с.р.
Борошно пшеничне	85,5	2339	1999,8	-	-
Цукор	99,85	1775	1752,4	1597,5	1595,1
Борошно пшеничне в/г	85,00	2339,0	1999,8	-	-
Масло вершкове	84,00	1754,0	1473,4	1578,6	1326
Меланж	27,00	1404,0	379,1	4212	1137,2
Сіль	96,50	7,10	6,90	7,1	6,9
Родзинки	80,00	1754,0	1403,2	1754	1403,2
Пудра цукрова	99,85	82,0	81,9	82	81,9
Есенція	0,00	7,1	0	7,1	0
Розпушувач	0,00	7,1	0	7,1	0
Кокосове борошно	95,00	-	-	847,7	805,42
Рисове борошно	87,40	-	-	847,8	740,98
Всього		9109,3	7096,7	9343,4	7096,7
Вихід		7500	6600	7500	6600

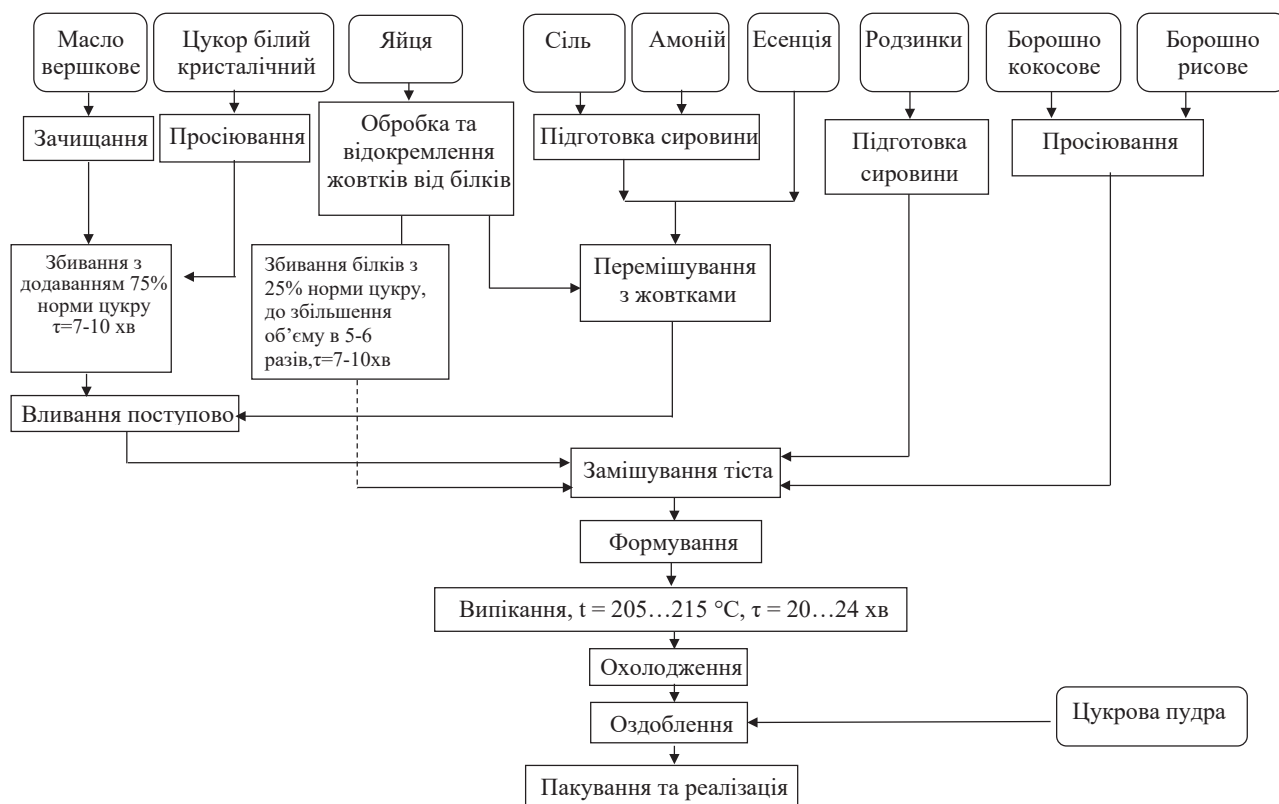


Рис. 4. Технологічна схема виробництва безглютенових кексів

здійснюється підготовка яєчно-цукрово-жирової суміші, складовими якої є жовтки, 75% цукру та вся кількість масла вершкового. Збивання білків з рештою цукру (25%) і їх введення здійснювали на

кінцевому етапі замішування тіста після борошна. Визначено, що використання безглютенових видів борошна призводить до скорочення тривалості випікання виробів на 21,62%.



**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у даному напрямку.** Обґрунтовано доцільність використання при виробництві мучних кондитерських виробів з кексового тіста РБ та КБ. Визначено, що використання обраних видів борошна призводить до

збільшення у рецептурному складі яєць у 3 рази, зменшення вмісту цукру та жиру на 10%, скорочення тривалості випікання виробів на 21,62 %.

Наступним етапом досліджень є визначення строків придатності розроблених виробів та дослідження їх поживної цінності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабіч О. В., Віхоть М.М. Проблематика забезпечення спеціальними продуктами харчування хворих на целиацію в Україні. *Проблеми старення і довголеття*, 2016, Т. 25, № 2. С. 230–234.
2. Мукоїд Р.М., Ємельянова Н.О., Чумакова О.В. Глютен. Чому його можна не всім? Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований 2013». Выпуск 1. Том 4. Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. С. 81–85.
3. Краєвська С. Стеценко Н. Формування вітчизняного ринку безглютенових харчових продуктів. *Міжнародний науково-практичний журнал «Товари і ринки»*. 2018, № 4. С. 36–46.
4. Рисове борошно – перспективна сировина для виробництва безглютенового хліба / І. М. Медвідь та ін. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека* : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 25-26 травня 2017 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2017, С. 58–60.
5. Дорохович А. М., Лазоренко Н. П. Маффіни на безглютеновому борошні для хворих на целиацію. *Ukrainian Food Journal*. 2012. № 1. С. 58–61.
6. Безглютенові борошняні кондитерські вироби для дітей хворих на целиацію / А. М. Дорохович, В. В. Дорохович, Н. П. Лазоренко, І. В. Тарасенко. *Дитяче харчування: перспективи розвитку та інноваційні технології: матеріали першої міжнародної конференції спеціалізованих наук*, 19 березня 2013р. К., 2013. С. 71–73.
7. Дорохович, В. В., Лазоренко Н. П. Безглютенові борошняні кондитерські вироби. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2013. Вип. 30. С. 341–347.
8. Кулініч В. І., Гавриш А. В., Доценко В. Ф. Рисове борошно – перспективна сировина для безглютенових продуктів. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2013. Вип. 44, Том 1. С. 175–178.
9. Михонік Л. А., Грищенко А. М. Використання рисового борошна в технології безглютенового хліба. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2017. Т. 23, № 2. С. 241–247.
10. Войтенко О. Дослідження можливості заміни пшеничного борошна на рисове у виробництві бісквітних напівфабрикатів для хворих на целиацію. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті* : програма і матеріали 80 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 10–11 квітня 2014 р. К.: НУХТ, 2014. Ч. 1. С. 32–33.
11. Реологічні властивості безглютенового бездріжджового тіста / Шаніна О.М. та ін. *Молодий вчений*, № 2 (42) лютий, 2017, С. 225–229.
12. Оршич Дмитро, Голікова Тетяна. Перспектива застосування кокосового борошна в технології кондитерських виробів. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека* : матеріали Міжнародної науково – практичної конференції, 25-26 травня 2017 р., Київ : НУХТ, 2017. С. 83–85.
13. Кокосове борошно: властивості і особливості застосування. [https://maximum.fm/novini\\_t2](https://maximum.fm/novini_t2) (дата звернення: 04.04.2022).
14. Coconut Flour Nutrition: The Gluten-Free Flour Substitute that Boosts Health. <https://draxe.com> (дата звернення: 21.04.2022).
15. Poonam Dhankhar, M.Tech. A Study on Development of Coconut Based Gluten Free Cookies. *International Journal of Engineering Science Invention*. Volume 2, 12 December 2013, P.10–19.
16. Daniela Stoin. Researches regarding the influence of coconut flour addition on the nutritional value of gluten – free cookies. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 2016, 22(4), P. 292–300.

### REFERENCES

1. Babich O. V., Vihot M.M. (2016). Problematika zabezpechennya spetsialnimi produktami harchuvannya hvorih na tsellakIyu v Ukrayini [Providing special food products for patients with celiac disease in Ukraine]. *Problemyi stareniya i dolgoletiya – Problems of aging and longevity*. (2, Vols. 25), (pp. 230–234). Kyiv: Vyd-vo Institute of Gerontology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine [in Ukraine].
2. Mukoid R.M., Yemelianova N.O., Chumakova O.V. (2013). Hliuten. Chomu yoho mozhna ne vsim? [Gluten. Why it is not possible for everyone]. Sbornik nauchnyh trudov SWorld. Materialy mezhdunarodnoj nauchno- prakticheskoy konferencii «Modern directions of theoretical and applied researches 2013». Vypusk 1. Tom 4 (pp. 81–85). Odessa: KUPRIENKO, 2013. [in Ukrainian].
3. Kraievskaya S. Stetsenko N. (2018). [Formation of the domestic market of gluten-free food] International scientific-practical journal – *Bulletin of Kyiv National University of Trade and Economics: Collected papers*. Series: Commodities and markets (4), (pp. 36–46). Kyiv: KNTEU [in Ukraine].
4. Rysove boroshno – perspektivna syrovyna dlia vyrobnytstva bezghliutenovoho khliba [Rice flour – a promising raw material for the production of gluten-free bread] / I. M. Medvid ta in (2017). *Ozdorovchi kharchovi produkty ta*

*dietychni dobavky: tekhnologii, yakist ta bezpeka: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, 25-26 travnia – International Scientific and Practical Conference «Health foods and dietary supplements: technologies, quality and safety».* (pp. 58–60). Kyiv. K.: NUKhT [in Ukraine].

5. Dorokhovych A. M., Lazorenko N. P. (2012). Maffiny na bezghliutenovomu boroshni dlia khvorykh na tseliakiiu [Gluten-free muffins for celiac patients]. *Ukrainian Food Journal – Bulletin of National University of Food Technologies: Collected papers.* (1), (pp. 58–61). Kyiv : NUKhT [in Ukraine].

6. Bezghliutenovi boroshniani kondyterski vyroby dlia ditei khvorykh na tseliakiiu [Gluten-free flour confectionery for children with celiac disease] / A. M. Dorokhovych, V. V. Dorokhovych, N. P. Lazorenko, I. V. Tarasenko. (2013). *Dytiache kharchuvannia: perspektyvy rozvytku ta innovatsiini tekhnologii: materialy pershoi mizhnarodnoi konferentsii spetsializovanykh nauk, 19 bereznia. – The first international conference of specialized sciences «Children food: prospects for development and innovative technologies».* (pp. S. 71–73). Kyiv : [in Ukraine].

7. Dorokhovych, V. V., Lazorenko N. P. (2013). Bezghliutenovi boroshniani kondyterski vyroby [Gluten-free flour confectionery]. *Obladnannia ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv zb. nauk. prats – Food production equipment and technologies: Collected papers* (30), (pp.341–347). Donetsk: DonNUET [in Ukraine].

8. Kulinich V. I., Havrysh A. V., Dotsenko V. F. (2013). Rysove boroshno – perspektyvna syrovyna dlia bezghliutenovykh produktiv [Rice flour – a promising raw material for gluten-free products]. *Naukovi pratsi Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnologii – Bulletin of Odessa national academy of food technologies: Collected papers: Scientific works.* (44, Vols.1), (pp.175–178). Odessa: ONAKhT [in Ukraine].

9. Mykhonik L. A., Hryshchenko A. M. Vykorystannia rysovoho boroshna v tekhnologii bezghliutenovoho khliba [Using rice flour in the production technology of gluten-free bread]. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnologii – Bulletin of National University of Food Technologies: Scientific Works.* (2, Vols. 23), (pp. 241–247). Kyiv: NUKhT [in Ukraine]. 10. Voitenko, O (2014). Doslidzhennia mozhyvosti zaminy pshenychnoho boroshna na rysove u vyrobnytstvi biskvitnykh napivfabrykativ dlia khvorykh na tseliakiiu [Investigation of the possibility of replacing wheat flour with rice in the production of biscuit semi-finished products for patients with celiac disease]. *Proceeding from 27-29 september 14: materialy 80 mizhnarodnoi naukovo konferentsii molodykh uchenykh, aspirantiv i studentiv “Naukovi zdobutky molodi – vyrishenniu problem kharchuvannia liudstva u KhKhI stolitti” – eighty international scientific conference of young scientist and students “Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution”.* (pp. 32–33). Kyiv: NUKhT [in Ukraine].

11. Reolohichni vlastyvoli bezghliutenovoho bezdrizhdzhovoho tista [Rheological properties of gluten-free of unleavened dough] / Shanina O.M. ta in (2017). *Molodyi vchenyi – Young Scientist,* (2 (42) February, 2017), (pp. 225–229).

12. Orishych D., Holikova T. (2017). Perspektiva zastosuvannia kokosovoho boroshna v tekhnologii kondyterskykh vyrobiv [Perspective of application of coconut flour in the technology of confectionery products]. *Proceeding from 25-26 travnia 2017: Mizhnarodnoi naukovo – praktychnoi konferentsii “Ozdorovchi kharchovi produkty ta dietychni dobavky: tekhnologii, yakist ta bezpeka” – Materials of the International scientific – practical conference: “Health-improving food products and dietary supplements: Technologies, quality and safety”.* (pp.83–85). Kyiv: NUKhT [in Ukraine].

13. Coconut Flour Nutrition: The Gluten-Free Flour Substitute that Boosts Health. <https://draxe.com>. Retrieved from <https://draxe.com> (accessed 21 April 2022) [in English].

14. Kokosove boroshno: vlastyvoli i osoblyvosti zastosuvannia. [https://maximum.fm/novini\\_t2](https://maximum.fm/novini_t2) (data zvernennia: 04.04.2022).

15. Poonam Dhankhar, M.Tech (2013). A Study on Development of Coconut Based Gluten Free Cookies. *International Journal of Engineering Science Invention.* (Vols. 2, 12 December 2013). (pp.10–19). [in English].

16. Daniela Stoin. Researches regarding the influence of coconut flour addition on the nutritional value of gluten – free cookies. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies.*2016, 22(4), pp. 292–300.

**T. Sutkovich, Ph.D., Associate Professor; L. Polozhyshnikova, Ph.D., Associate Professor; N. Oliynyk, Ph.D., Associate Professor (Higher Educational Establishment of Ukoospilka «Poltava University of Economics and Trade).** **Expanding the range of gluten-free flour confectionery products**

**Abstract.** An increase in the number of patients with gluten intolerance and celiac disease leads to the increase of the consumption of gluten-free foods. In addition, millions of people around the world consume gluten-free food not only because of the diagnosis of celiac disease, but also because of the common understanding of health support and disease prevention.

The range of gluten-free food in Ukraine is not quite diverse, so the urgent task is to conduct research on its expansion and diversification.

Flour confectionery was chosen as the object of research. As new recipe components – rice flour (RF) and coconut flour (CF).

A characteristic of RF is low protein content, however, compared with proteins of other cereals, RF proteins are balanced in aminoacid composition, well absorbed by the body (digestion coefficient of 95.9%), starch content up to 80%, which is dominated by amylopectin, which causes increased hygroscopicity and swelling of the RF. In addition, the grains of rice starch have a small size (5... 6 μm), which leads to an increase in the specific surface area in contact with water when kneading the dough. The water-binding capacity of RF is low (132%), and this is due to the low content of dietary fiber (2.3%) and the properties of proteins. It was found that RF has a total (titrated) acidity of 2.2 degrees, contains few organic acids – the value of active pH acidity (5.65 – 5.7 units), the content of mono- and disaccharides in RF is 0.7%, which is 2.5 times lower than in wheat flour (WF). The activity of amylolytic enzymes is low.

CF, in contrast to rice flour, contains 3.1% ash, 10.9% lipids, 12.1% protein and 60.9% dietary fiber. The amount of fiber is 39 g, which is 10 times more than in wheat flour, 3 times more than in wholegrain flour. The amount of protein in coconut flour is not inferior to wholegrain flour, but carbohydrates are much less than in any other flour. CF is equal to the bean flour according to the content of proteins and carbohydrates, has a distinct coconut scent, delicate, sweet flavor. The presence of sugar and fat in the composition of CF allows you to adjust the prescription composition of products from it. Dietary fiber, which is part of it, helps reduce the absorption of cholesterol and glucose in the blood, as well as the reduction of the glycemic index of food. Therefore, it is advisable to use CF in the diet of people prone to obesity and diabetes. It is not contained the inhibitors of digestive enzymes, unlike PF, from flour from beans and nuts, so CF can not interfere with digestion and assimilation of nutrients, including minerals. Therefore, it is advisable to use selected types of flour in the production of unleavened flour products.

The aim of the work was to substantiate the use of blends based on CF and RF in the cake dough products manufacturing. The selection of the optimal flour content in the composition was based on the study of organoleptic descriptors of ready products. It is determined that obtaining ready products of proper quality is possible through the use of compositions based on RF: CF – 50:50%. Taking into account the functional properties and nutritional composition of the products, it was determined that the content of eggs in the prescription composition was increased 3 times, the amount of sugar and fat was reduced by 10%.

New types of gluten-free products have been developed, which reduces dependence on imported products and provide opportunities for domestic producers to enter a new level of development.

**Key words:** cakes, cake dough, rice flour, coconut flour, indicators of quality.

UDC 664.022:582.263

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-3-5>

## DEVELOPMENT OF THE NEWEST HEALTHY FOOD PRODUCTS USING GREEN ALGAE

L. V. PESHUK, Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
(Oles Honchar Dnipro National University);

D. Y. PRYKHODKO (Oles Honchar Dnipro National University)

**Abstract.** Globalization is changing people's diets. In today's conditions, the attention of consumers to the quality of food products is increasing. This shows a change in priorities in favor of safe food products from natural domestic raw materials. New food products with algae can become an important physiological source of essential micronutrients and, provided a varied balanced diet, can meet 50% of human needs in essential micronutrients. An important source is the microalgae *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis*. New types of meat products with chlorella will allow, on the one hand, to normalize the intake of vitamins and mineral elements in the human body, and on the other hand, contribute to the removal of heavy metals, pesticides, radionuclides, giving the developed products radioprotective properties. This opportunity can be provided by «superfoods», which are rapidly gaining popularity. Microalgae *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* contain all the necessary elements and a wide range of uses, which gives them full potential for mass consumption. Therefore, these superfoods are promising raw materials not only for sports, diet and herodiet nutrition, but in general as a food additive and component of any dishes, the assortment of which is very small today. Therefore, in order to achieve the goal, the technology of chopped meat semi-finished products was improved with the use of microalgae *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* in the amount of 1.5% and 3%, as well as their combination 1:1. The study of the vitamin and mineral content of the developed samples was conducted. The conducted studies confirm and prove the expediency and perspective of using microalgae in many sectors of Ukraine.

**Key words:** microalgae, *Chlorella vulgaris*, *Spirulina platensis*, blend of oils, technology, chopped semi-finished products.

### Statement of the problem in a general form.

Currently, food products derived from microalgae are marketed as health foods and are commercially available as capsules, tablets, powders, and liquids. They are also mixed with candy, gum, snacks, pastas, noodles, breakfast cereals, wine, and other beverages. Microalgae species such as *Spirulina plantesis*, *Chlorella* sp., *Dunaliella terticola*, *Dunaliella saline* and *Aphanizomenon flos-aquae* have become widely used due to their high protein content and nutritional value. Recently, however, it is chlorella and spirulina that dominate the global microalgae market as they gain popularity in supermarkets and health food stores. Microalgae are important sources of long-chain polyunsaturated fatty acids and are therefore used in the food industry as additives. They are able to synthesize representatives of the omega-6 family, which include linoleic acid,  $\gamma$ -linolenic acid and arachidonic acid, as well as omega-3 (linolenic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids). The last two are associated with a reduction in complications from cardiovascular disease, arthritis and hypertension; show appropriate hypolipidemic activity to lower triglycerides and increase high-density lipoprotein cholesterol. Alternative forms of such additives include liquid for beverages, powder for flour-based products (bread, cookies, pasta), oil (butter, mayonnaise), and tablets and capsules for food additives [1, 2].

Over the past five years, the amount of food and beverages containing micro- and macroalgae

has increased significantly. Worldwide, 13,090 new food products containing algae or their derivatives were released, of which 5,720 were in Europe. The inclusion of algae in the product took different forms (whole dried biomass or purified ingredient) and their function in the formulation (colorant or functional ingredient). Analyzing the state of the food additives market, the preference is given to microalgae. In Ukraine, this raw material is currently undervalued and is just beginning to gain momentum, although in European and Asian countries, algae is used not only as a food additive, but as a component of the daily diet on a par with other products. In addition, microalgae contain a variety of bioactive components that have anticarcinogenic, antioxidant, antihypertensive, and hepatoprotective agents [3, 4].

### Analysis of recent research and publications.

Cultivation of microalgae is currently a promising direction because the range of their use is quite wide – it includes the production of food, animal feed, fertilizers, as well as the production of biofuel. The idea of cultivating microalgae on an industrial scale arose in Germany in the middle of the last century, to obtain edible oil from diatom algae. Soon, the green microalgae *Chlorella* and *Scenedesmus* attracted the attention of scientists. However, at that time, the technological features of growing these microalgae were at a low level, so attempts to cultivate them were temporarily suspended. The revival of research in the field of industrial cultivation of microalgae began in

the late 1960s, and interest in them continues to this day. The cultivation of microalgae on an industrial scale has a history of half a century. The obtained biomass is used in agriculture, food industry, perfumery, pharmacology, medicine and other sectors of the national economy. Currently, there are about 40,000 species of microalgae (more than 5,000 species in Ukraine), but representatives of the *Chlorella*, *Dunaliella*, *Scenedesmus*, and *Spirulina* families are considered the most promising [5, 6].

*Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* are currently the most common microalgae cultivated and widely used in many countries of the world. Of course, most of these microalgae on the Ukrainian market are of foreign production, mainly China, Japan and the USA, but Ukrainian producers are also engaged in the cultivation of *Chlorella vulgaris* – the enterprise «Хлорела Україна» LLC and ТМ «Жива Хлорела» FG «У Самвела», which represent the assortment microalgae in powder and liquid (suspension) form. The manufacturer of *Spirulina platensis* is the company «Фуд Факторі» under the ТМ «Spirulinka», which manufactures a frozen suspension of microalgae.

*Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* in their composition have a high content of complete protein (50–70%), which is due to the presence of all essential amino acids that cannot be synthesized in the human body, vitamins (A, group B, PP, E, C) and macro- and trace elements (Ca, Mg, K, P, Na, Fe), unsaturated fatty acids and pigments (chlorophyll, phycobilins, carotenoids) [7, 8].

Algae belong to the consumption culture of Japan, Korea, and China, where they are used on an equal footing with other products that are familiar to us, America and European countries use them mainly as food additives. Microalgae are added to salads, first courses, bakery and pasta products, sauces, ice cream, candies, chips and snacks, smoothies and lemonades are prepared on their basis. Thus, with the help of superfoods *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis*, it is possible to improve the technology of almost any product, enrich its nutritional and biological value, by fortifying the mineral and vitamin composition [9-11].

**Forming the goals of the article.** The aim of the work is to improve the technology of chopped semi-finished products using natural biologically valuable components containing microalgae *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis*, for product fortification without changing its organoleptic indicators.

**Presentation of the main research material.** Modern principles of creating high-quality food products are based on the selection and justification of certain types of raw materials in such ratios that would ensure the predicted quality, consumer and functional properties and maximum balance of food components according to the chemical composition of the finished products. In order to expand the

assortment and, at the same time, improve the quality of products to the control recipe, according to DSTU 4437:2005 Semi-finished meat and meat-vegetable minced meat products, microscopic unicellular green algae *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* were added in the amount of 1.5–3% in the form powder. To balance the fatty acid composition, a mixture of oils was taken, which will allow to adjust food rations with essential nutrients, to achieve the required ratio of  $\omega-6$  :  $\omega-3$  fatty acids and to expand the range of meat semi-finished products.

The main raw material for the production of experimental samples was chicken meat, since it is the most affordable for the Ukrainian consumer. Flax flour was added to the recipe to improve the nutritional value of the product, as it contains 34% protein, B vitamins (B1, B2, B3, B5, B6, B9), macro- and microelements (Ca, K, Fe, P, Zn, Cu, Se), polyunsaturated fatty acids (omega-3 and omega-6). Hydration of flax flour was carried out 1:2. To give the product functional properties, a balanced fatty acid composition, a blend of oils (walnut, avocado and linseed) was added in a ratio of 3:2:1, respectively.

To compare the analysis of the fatty acid composition of oils, sunflower oil was chosen as the most popular in Ukraine according to DSTU 4492:2005 Sunflower oil. Specifications. The fatty acid composition of the oils selected for blending is shown in Table 1. In the resulting blend of walnut, avocado, and linseed oils (3:2:1), the ratio of  $\omega-6$  :  $\omega-3$  fatty acids is 3:1, which indicates its balanced compared to sunflower oil.

Walnut and linseed oil have a high content of alpha-linolenic acid (omega-3) and linoleic acid (omega-6), avocado oil – oleic, and also has a high smoking temperature (270°C), which indicates the preservation of all its beneficial properties substances after heat treatment. Flax flour and microalgae were added to the minced meat after the hydration process to evenly combine all components in the recipe.

Algae *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* are rich in vitamins of group B, vitamin C, E, A, PP. It is important that all these vitamins are found in microalgae in their natural form – they are easily absorbed and will have an effective effect on the human body, since nature itself took care of their digestion and dosage. The vitamin composition of experimental samples of semi-finished products is shown in Table 3.

The developed chopped semi-finished products have an advantage in comparison with the control in terms of all the above vitamins. Samples № 2 (using *Chlorella vulgaris*) and sample № 4 (using *Spirulina platensis*) have the highest amount of vitamin A. According to the content of vitamins E, the experimental samples exceed the control sample by 30...187%, sample № 2 has the best results. According to the values of other vitamins, the developed

Table 1

**Fatty acid composition of oils**

Fatty acid	Fatty acid content of oils, g/100 g of product			
	Sunflower	Walnut	Flax	Avocado
Saturated, including	12,1	7,0	11,4	14,1
Myristic (C <sub>14:0</sub> )	0,1	0,5	0,1	0,1
Palmitine (C <sub>16:0</sub> )	6,5	4,8	6,1	13,5
Stearic (C <sub>18:0</sub> )	5,5	1,7	5,2	0,5
Monounsaturated, including	29,5	22,1	19,4	61,3
Palmitoleic (C <sub>16:1</sub> )	5,0	0,1	0,1	5,4
Oleic (C <sub>18:1</sub> )	24,5	22,0	19,3	55,9
Polyunsaturated, including	63,5	76,9	68,9	17,0
Linoleic (C <sub>18:2</sub> ) ω6	62,5	68,0	15,6	16,1
Linolenic (C <sub>18:3</sub> ) ω3	1,0	8,9	53,3	0,9

Table 2

**Recipes of chopped semi-finished products**

Raw	Recipes					
	Control (according to DSTU 4437:2005)	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
The amount of the main raw material, % /100 kg						
Chicken meat	65	61	57	61	57	59
Flax flour	4	4	4	4	4	4
Water for hydration of flour	6	6	6	6	6	6
Egg	11	10	10	10	10	10
Onion	8	8	8	8	8	8
Blend of oil	6	6	6	6	6	6
Chlorella vulgaris	-	1,5	3	-	-	1
Spirulina platensis	-	-	-	1,5	3	1
Water for the hydration of algae	-	3,5	6	3,5	6	5
Spices, % to the main raw materials						
Salt	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Ground black pepper	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Table 3

**Vitamin composition of chopped semi-finished products and algae**

Sample	Vitamin content, mg/100 g of product					
	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	PP	E	C
Chlorella vulgaris	170	2,38	5,02	24,5	14,5	10,4
Spirulina platensis	160	2,32	3,67	12,8	5,0	10,1
Control	0,08	0,11	0,15	4,85	0,23	0,85
Sample №1	2,62	0,15	0,22	5,25	0,45	1,01
Sample №2	5,17	0,19	0,29	5,32	0,66	1,17
Sample №3	2,54	0,14	0,20	5,08	0,30	1,0
Sample №4	5,05	0,18	0,25	4,96	0,37	1,15
Sample №5	3,47	0,16	0,23	5,10	0,42	1,06

semi-finished products exceed the control sample by: 27...73% (B1), 33...93% (B2), 18...38% (C).

In addition to a wide range of vitamins, microalgae have a relatively high content of minerals in their composition, the deficiency of which is felt by every second resident of Ukraine. data on the content of minerals in the test samples are given in Table 4.

According to the data of the mineral composition, sample № 2 and sample № 4 turned out to be the

best. The sample with the use of Chlorella vulgaris in the amount of 3% (sample № 2) has the highest indicators for the content of Ca, Mg, K (increased by 32 mg/100 g of product) and Fe, the value of which increased 4 times compared to the control sample. In samples № 1, № 4, and № 5, the value of Fe increased by 2 times. The sample using Spirulina platensis 3% (sample № 4) has the highest Na and P values (the content of the element is 10 mg/100 g of product

Table 4

**Mineral composition of chopped semi-finished products and algae**

Sample	The content of mineral substances, mg/100 g					
	Ca	Mg	K	P	Na	Fe
Chlorella vulgaris	150,0	318,0	1540,0	58,0	186,0	167,0
Spirulina platensis	131,5	191,5	1500,0	118,0	250,0	58,0
Control	30,1	31,1	213,3	160,8	66,5	1,6
Sample № 1	31,4	36,4	230,2	166,9	67,3	4,1
Sample № 2	32,9	41,1	245,5	163,8	66,7	6,6
Sample № 3	31,1	33,7	231,1	167,5	67,9	2,4
Sample № 4	32,4	35,7	243,7	171,1	68,5	3,2
Sample № 5	31,6	36,0	233,7	167,1	67,1	3,8

higher than the control). In the experimental samples, compared to the control, the content of magnesium increased by 8...32%, potassium by 9...15%, iron by 50...313%.

**Conclusions from the mentioned problems and prospects for further research in the given direction.** Microalgae *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* are promising raw materials for their mass use in various industries, and food production is no exception. The easiest way to use microalgae in food technologies is to improve products familiar to the Ukrainian consumer by adding these superfoods to their composition. It is algae in the form of a suspension or powder that is the best option for this, as they contain microalgae with a broken cell wall,

which contributes to the maximum assimilation of all useful elements [12].

In this way, we improved the technology of chopped semi-finished products. The vitamin and mineral content of the produced samples was studied. After analyzing the obtained data for each sample, sample No. 2 with the use of *Chlorella vulgaris* in the amount of 3% turned out to be the best according to the vast majority of indicators. It received the highest values for the content of vitamins A, B1, B2, PP, E, C and minerals Ca, Mg, K and Fe. Thus, on the basis of the obtained data, it has been proven that the use of microalgae in the technology of meat semi-finished products is expedient for improving quality indicators and expanding the assortment without worsening their organoleptic properties.

**BIBLIOGRAPHY**

1. Adibah, W., Aizuddin, W., et al. (2022). Recent advances on microalgae cultivation for simultaneous biomass production and removal of wastewater pollutants to achieve circular economy. *Bioresource Technology*, 364. doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128085
2. Andrade, L. M., Andrade, C. J., Dias, M., Nascimento, C. A. O., Mendes, M. A. (2018). *Chlorella* and *Spirulina* Microalgae as Sources of Functional Foods, Nutraceuticals, and Food Supplements. *MOJ Food Process Technol*, 6(1), 45–58. doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.00144
3. Nazlooa, E. K., Moheimanibc, N. R., Ennaceri, H. (2022). Biodiesel production from wet microalgae: Progress and challenges. *Algal Research*, 68. doi.org/10.1016/j.algal.2022.102902
4. Hea, S., Barati, B. (2022). Carbon migration of microalgae from cultivation towards biofuel production by hydrothermal technology: A review. *Fuel Processing Technology*, 240. https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2022.107563
5. Mitali, A., B., Singh, K., M., Sanjeev, R., Prajapati, K. (2022). Techno-economic analysis of microalgae cultivation for commercial sustainability: A state-of-the-art review. *Journal of Cleaner Production*, 370. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133456
6. Borowitzka, M. A. (2018). Microalgae in medicine and human health: A historical perspective. In *Microalgae in Health and Disease Prevention*. Academic Press, London, 195–210. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811405-6.00009-8
7. Prüser, T. F., Braun, P. G., Wiacek, C. (2021). Microalgae as a novel food. Potential and legal framework. *Ernährungs Umschau*, 68(4), 78–85. doi.org/10.4455/eu.2021.016
8. Araujo, R., Peteiro, C., (2021). Algae as food and food supplements in Europe. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 39. doi.org/10.2760/049515
9. Ursu, A. V., Marcati, A., Sayd, T., Sante-Lhoutellier, V., Djelveh, G., Michaud, P. (2014). Extraction, fractionation and functional properties of proteins from the microalgae *Chlorella vulgaris*. *Bioresour Technol*, 157, 13–49. doi.org/10.1016/j.biortech.2014.01.071
10. Пешук Л. В., Сімонова І. Тренд сучасності – продукція оздоровчого призначення з мікрободорослями. *Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького*. 2022. Т. 24. № 24 (97). с. 33–38.
11. Пешук Л.В., Приходько Д.Ю. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕЛЕНИХ МІКРОВОДОРОСТЕЙ У НАПІВФАБРИКАТАХ. *Scientific Collection «InterConf»*, 297–302, 2022.
12. Safi, C., Charton, M., Pignolet, O., Silvestre, F., Vaca-Garcia, C., Pontalier, P. (2013). Influence of microalgae cell wall characteristics on protein extractability and determination of nitrogen-to-protein conversion factors. *J Appl Phycol*, 25, 523–529.

## REFERENCES

1. Adibah, W., Aizuddin, W., et al. (2022). Recent advances on microalgae cultivation for simultaneous biomass production and removal of wastewater pollutants to achieve circular economy. *Bioresource Technology*, 364. doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128085
2. Andrade, L. M., Andrade, C. J., Dias, M., Nascimento, C. A. O., Mendes, M. A. (2018). *Chlorella* and *Spirulina* Microalgae as Sources of Functional Foods, Nutraceuticals, and Food Supplements. *MOJ Food Process Technol*, 6(1), 45–58. doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.00144
3. Nazlooa, E. K., Moheimanibc, N. R., Ennaceri, H. (2022). Biodiesel production from wet microalgae: Progress and challenges. *Algal Research*, 68. doi.org/10.1016/j.algal.2022.102902
4. Hea, S., Barati, B. (2022). Carbon migration of microalgae from cultivation towards biofuel production by hydrothermal technology: A review. *Fuel Processing Technology*, 240. https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2022.107563
5. Mitali, A., B., Singh, K., M., Sanjeev, R., Prajapati, K. (2022). Techno-economic analysis of microalgae cultivation for commercial sustainability: A state-of-the-art review. *Journal of Cleaner Production*, 370. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133456
6. Borowitzka, M. A. (2018). Microalgae in medicine and human health: A historical perspective. In *Microalgae in Health and Disease Prevention*. Academic Press, London, 195–210. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811405-6.00009-8
7. Prüser, T. F., Braun, P. G., Wiacek, C. (2021). Microalgae as a novel food. Potential and legal framework. *Ernährungs Umschau*, 68(4), 78–85. doi.org/10.4455/eu.2021.016
8. Araujo, R., Peteiro, C., (2021). Algae as food and food supplements in Europe. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 39. doi.org/10.2760/049515
9. Ursu, A. V., Marcati, A., Sayd, T., Sante-Lhoutellier, V., Djelveh, G., Michaud, P. (2014). Extraction, fractionation and functional properties of proteins from the microalgae *Chlorella vulgaris*. *Bioresour Technol*, 157, 13–49. doi.org/10.1016/j.biortech.2014.01.071
10. Peshuk L.V., Simonova I. The trend of modernity is health-improving products with microalgae. *Scientific bulletin LNUVMB im. S.Z. Gzhitsky*. 2022. Vol. 24. No. 24 (97). pp. 33–38.
11. Peshuk L.V., Prykhodko D.Y. MODERN TECHNOLOGIES OF USING GREEN MICROALGAE IN SEMI-FINISHED PRODUCTS. *Scientific Collection "InterConf"*, 297–302, 2022.
12. Safi, C., Charton, M., Pignolet, O., Silvestre, F., Vaca-Garcia, C., Pontalier, P. (2013). Influence of microalgae cell wall characteristics on protein extractability and determination of nitrogen-to-protein conversion factors. *J Appl Phycol*, 25, 523–529.

**Л. В. Пешук**, доктор сільськогосподарських наук, професор (Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара); **Д. Ю. Приходько** (Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара).  
**Розробка новітніх продуктів здорового харчування з використанням зелених водоростей**

**Анотація.** Глобалізація змінює раціони людей. В умовах сьогодення посилюється увага споживачів до якості продуктів харчування. Це показує зміну пріоритетів на користь безпечних харчових продуктів з натуральної вітчизняної сировини. Нові харчові продукти з водоростями можуть стати важливим фізіологічним джерелом основних мікронутрієнтів і за умови різноманітного збалансованого раціону на 50% задовольнити потреби людини в основних мікроелементах. Істотним джерелом є мікроводорості *Chlorella vulgaris* і *Spirulina platensis*. Нові види м'ясних продуктів з хлорелою дозволять, з одного боку, нормалізувати надходження в організм людини вітамінів, мінеральних елементів, а з іншого сприяють виведенню важких металів, пестицидів, радіонуклідів, надаючи розробленим продуктам радіопротекторних властивостей. Цю можливість нам можуть надати «суперфуди», які стрімко набирають популярності. Мікроводорості *Chlorella vulgaris* і *Spirulina platensis* мають у своєму складі всі необхідні елементи та широкий спектр використання, що дає їм повноцінні можливості масового вживання. Тож ці суперфуди є перспективною сировиною не лише для спортивного, дієтичного та геродієтичного харчування, а в цілому як харчова добавка та компонент будь-яких страв, асортимент яких на сьогодні дуже незначний. Тому для досягнення поставленої мети – проведено удосконалення технології м'ясних січених напівфабрикатів з використанням мікроводоростей *Chlorella vulgaris* і *Spirulina platensis* в кількості 1,5% та 3%, а також їх поєднання 1:1. Проведено дослідження вітамінного та мінерального вмісту розроблених зразків. Проведені дослідження підтверджують і доводять доцільність і перспективність використання мікроводоростей у багатьох галузях України.

**Ключові слова:** мікроводорості, *Chlorella vulgaris*, *Spirulina platensis*, купаж олій, технологія, січені напівфабрикати.



UDC 340.50-050.90)

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-3-6>

## DEPENDENCE OF LACTOBACILLI ACTIVITY ON THE CONCENTRATION OF SUGAR IN THE SUBSTRATE

**N. V. ROHOVA**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
**O. V. VOLODKO**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
**Ya. M. BYCHKOV**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
(Poltava University of Economics and Trade)

**Abstract.** The purpose of the article was to extend the shelf life of birch sap and the time of its processing by pre-fermentation of birch sap with pure crops *Lactobacillus casei ssp. alactosus*.

The disadvantage of the existing method of production of birch sap is that the newly collected birch sap must be immediately sent for processing, because short-term storage for no more than 24 hours is allowed only in chilled rooms at a temperature of 0 to 5 0C and a relative humidity of not more than 75 %.

In case of violation of these conditions, turbidity of the juice appears, acidity increases and spontaneous fermentation of the juice begins, which has significant flaws.

The sugar content in birch sap is relatively low. Since the fluctuations in the sugar content of fresh juice are quite significant, it was necessary to identify the activity of its costs during the fermentation process.

**Research methodology.** The activity of lactobacilli was determined by measuring the loss of dry soluble substances in the juice during fermentation and the accumulation of titrated acids in terms of lactic acid.

**Results.** Fluctuations in sugars depending on weather conditions and place of cultivation range from 0.5 to 0.9 %. The final product of sugar fermentation with lactobacilli, as already noted, is mainly lactic acid and other substances (acetic acid, ethyl alcohol, carbon dioxide, dextrin, mannitol) in small quantities.

The term fermentation of birch sap to the desired lactic acid content can be adjusted by adding a certain amount of sugar to it. According to the derived regression equations, it is possible to predict on which day and at what concentration in the juice the desired acidity will be.

The concentration of titrated acids in terms of lactic acid changed during the entire fermentation period, which occurred in rectilinear dependence, which is confirmed by the correlation coefficients

**Conclusions.** To activate lactic fermentation with a small amount of sugar, it should be added to freshly harvested birch sap.

**Key words:** Juices, natural juices, raw material processing technology, canning, concentrated (condensed), dried vegetable juices, pigmented juices, blended juices, fermentation.

**Formulation of the problem in general and connection with the most important scientific or practical tasks.** The activity of lactobacilli was determined by measuring the loss of dry soluble substances in the juice during fermentation and the accumulation of titrated acids in terms of lactic acid.

The sugar content in birch sap is relatively low. Its fluctuations depending on weather conditions and place of cultivation range from 0.5 to 0.9 %. The final product of the fermentation of sugars with lactobacilli, as already noted, is mainly lactic acid and other substances (acetic acid, ethyl alcohol, carbon dioxide, dextrin, mannitol) in small quantities [5].

Since the fluctuations in the sugar content in fresh juice are quite significant, it was necessary to identify the activity of its costs during fermentation.

Therefore, the term fermentation of birch sap to the desired content of lactic acid can be adjusted by adding a certain amount of sugar to it. According to the derived regression equations, it is possible to predict on which day and at what concentration in the juice the desired acidity will be.

Table 1

**Dynamics of lactic acid accumulation**

Concentration sugar, %	Titrated acidity, %, after fermentation (days)				
	1	2	3	4	5
0,1	0,02	0,05	0,07	0,1	0,22
0,2	0,02	0,08	0,10	0,21	0,34
0,3	0,02	0,11	0,14	0,3	0,47
0,4	0,02	0,24	0,27	0,36	0,62
0,5	0,02	0,17	0,19	0,4	0,70
0,6	0,02	0,20	0,22	0,47	0,80
0,7	0,02	0,22	0,25	0,5	0,90
0,8	0,02	0,25	0,28	0,62	1,0
0,9	0,02	0,28	0,32	0,7	1,1
1,0	0,02	0,37	0,46	0,82	1,2

The concentration of titrated acids in terms of lactic acid changed during the entire fermentation period, which occurred in a rectilinear relationship, which is confirmed by correlation coefficients:  $R^2 = 0.98$  and  $0.99$  and dry matter losses (Fig. 1).

As can be seen from the Fig. 2, on the first and second day of fermentation, the activity of vital activity

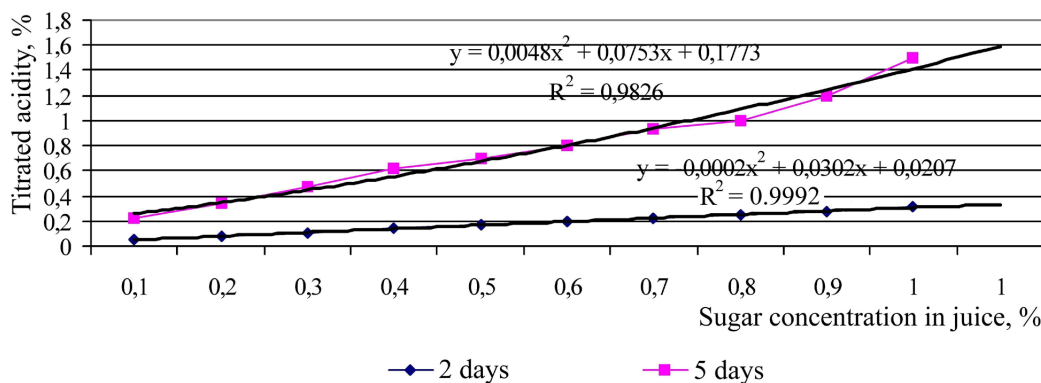


Fig. 1. Dynamics of accumulation of lactic acid (according to the content of titrated acids) depending on the concentration of sugar in the substrate

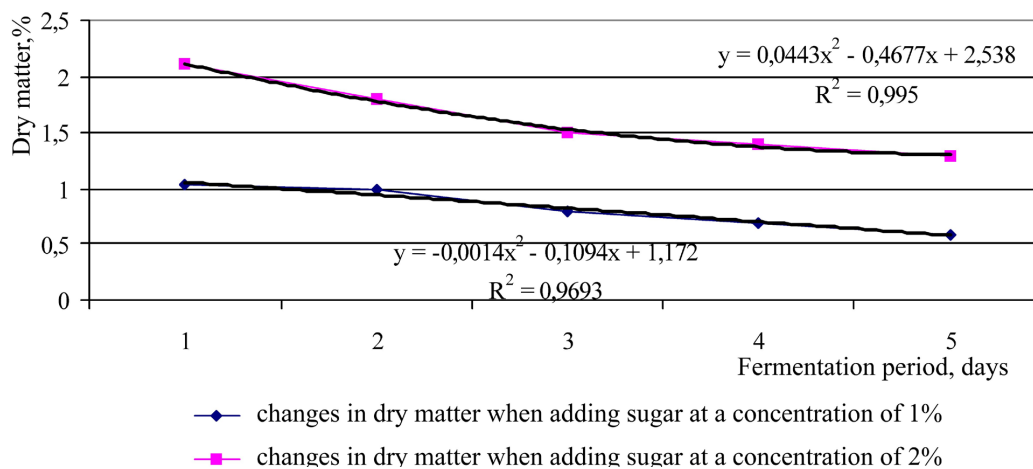


Fig. 2. Dynamics of changes in dry soluble substances during fermentation

of lactobacilli is much higher than in subsequent days, as evidenced by a decrease in the concentration of dry soluble substances due to the metabolization of sugars. They make up 70.4%, and on day 5 – only 58% of their original content. With an increase in the concentration of sugar in the substrate, the activity of vital activity of lactic acid bacteria increases. If in a substrate with a sugar concentration of 1% the loss of dry soluble substances on the fifth day is 34%, then at a concentration of 2%, they increase to 39% due to the conversion of sugar to acid.

Therefore, to activate lactic fermentation with a small amount of sugar, it should be added to freshly harvested birch sap.

**Analysis of recent research and publications.**

The study of the issue found out that there is significant potential for domestic producers of juices and juice drinks, the use of which is limited by such factors as the low level of purchasing power of Ukrainian consumers and the growth of competition in this segment of the commodity market and modern technologies for harvesting raw materials for the production of birch sap from increased period of its preservation and justification of recommendations for

the production of new types of natural blended juices based on fermented birch sap because the processing industry until recently used only freshly produced birch sap for canning. Healing product of birch is stored only 3-4 days.

**Formulation of the objectives of the article (statement of the problem).** It is known that both high and low temperature values affect the development of bacteria. However, low – before freezing – they carry, and elevated – after 45°C – lead to a lethal reaction [1, 2].

Some authors believe that homofermentative mesophilic lactobacilli reach the most active development at a temperature of about 30°C, while others consider the Tien fig.

Fig. 3 shows the direct correlation of the effect of temperature on the time of fermentation of birch sap. mperature to be 16...18°C to be optimal [3].

At a higher temperature, the fermentation period of a certain amount of substrate occurs much faster than at low temperatures. Therefore, depending on the production needs, it is possible to adjust the fermentation process by the temperature factor.

Experiments to determine the effect of temperature on the period of fermentation of birch sap confirmed

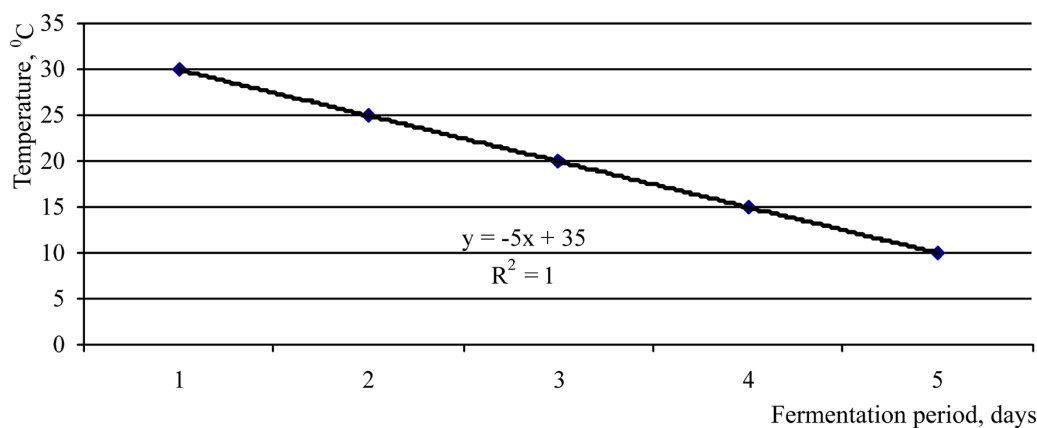


Fig. 3. The effect of temperature on the period of fermentation of birch sap

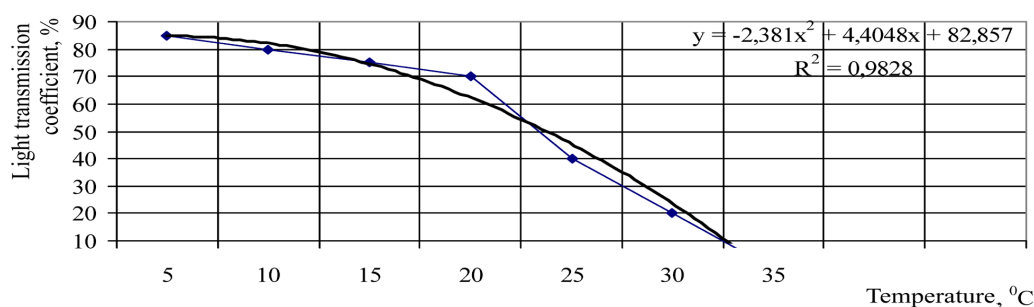


Fig. 4. The effect of fermentation temperature on the transparency of fermented birch sap

the conclusions of those researchers who recommend lower temperatures. Yes, in fig. 3. It can be seen that the fermentation period increases by one day with a decrease in temperature by 5°C. At the same time, the accumulation of lactic acid (by titrated acidity) increases to 0.35 – 0.45 %. In addition, the appearance of the juice, fermented at temperatures of 30°C and 25°C, was less attractive than at lower temperatures due to turbidity. This can be explained by the fact that with more active (rapid) fermentation, the amount of lactobacilli increases and enzymatic reactions do not end.

The advantages of rapid lactic fermentation include only a reduction in its term, the disadvantages – and, as noted in the literature, deterioration of aroma, turbidity, formation of mucous substances [4].

The effect of fermentation temperature on the transparency of fermented birch sap is reflected in (Fig. 4).

From the regression equation it can be seen that there is an inverse relationship between the fermentation temperature and transparency with a correlation coefficient of 0.98.

Consequently, the quality of fermented products, as a rule, at high fermentation temperatures is much worse than at low. This fact is explained by the fact that under the influence of lactic acid, more rapid changes in the pH of the medium occur.

**Results.** The aim of scientific research was to extend the shelf life of birch sap and the time of its processing by carrying out the preliminary fermentation of birch sap with pure cultures *Lactobacillus casei* ssp. *alactosus*. Therefore, according to our research, the technology of fermented birch sap has the following stages [5].

Natural birch sap is delivered to enterprises in containers into which it is drained during collection. Birch juice is collected in glass jars with a capacity of not more than 10 dm<sup>3</sup> or juicers made of polymeric materials authorized by the Ministry of Health for contact with food. Then the juice is poured into wooden barrels with a capacity of 50dm<sup>3</sup>, 100dm<sup>3</sup>, 150dm<sup>3</sup>, 200dm<sup>3</sup>, metal flasks for milk and dairy products, tankers for food. Juice is drained through filters in two layers of gauze or filter synthetic fabrics.

Processing of juicers, containers and auxiliary materials is carried out in accordance with the standards.

Juice submitted for processing is sent for pasteurization at a temperature of (80 ± 2)°C, for (10 ± 1) minutes in heat exchangers or cooking boilers.

Fermentation is carried out in containers filled under the lid with, juice to prevent the development of mold fungi and membranous yeast. days at a temperature of (25±1)°C. Sowing material is

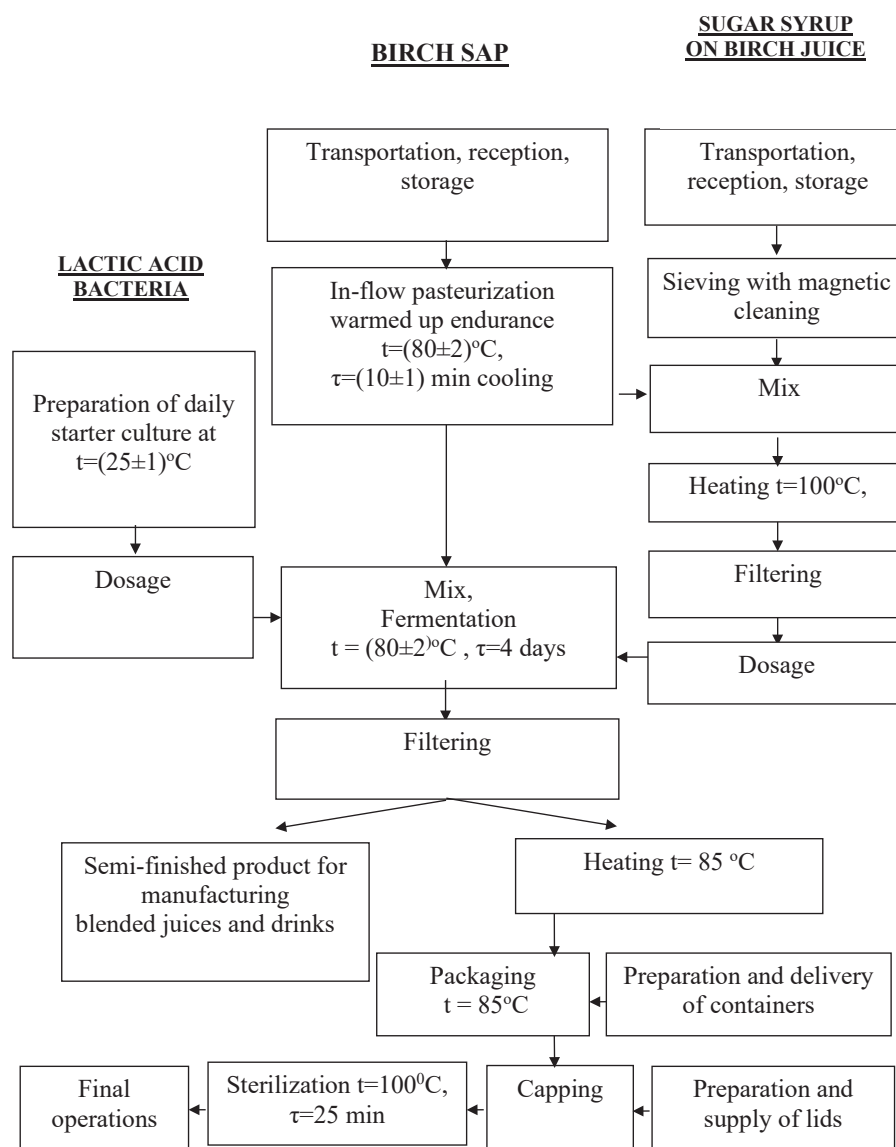


Fig. 5. Technological scheme of production of fermented birch sap

introduced in the amount of 0.3% of the volume of juice. Juice is stored at room temperature in hermetically sealed containers, protecting against the ingress of foreign microorganisms and relative humidity of 75% [4].

When the total acidity of 0.3 - 0.6% is reached in the juice, it can be transferred for processing within three months.

Before serving, the juice is filtered through two layers of gauze or filter cloth and fed to the centrifugation in separators or filtered through filter presses.

Filtering on filter presses is carried out at a pressure of 40...160 kPa through filter cardboard brand T. The first portion of juice, which is turbid, is collected

separately and filtered a second time after settling [3].

The technological scheme for the manufacture of fermented birch sap is shown in Fig. 5.

**Conclusions.** The selected technological methods and substantiated parameters of the processes, investigated the regularities of the kinetics of lactic acid accumulation by the selected strains of ICD.

The technology of production of birch sap fermented by lactic acid bacteria has been developed. Pasteurized at a temperature of  $(80\pm 2)^\circ\text{C}$  for  $(10\pm 1)$  minutes, and cooled to room temperature birch sap made 0.3% seeding material and stored at room temperature  $(20\pm 1)^\circ\text{C}$  in hermetically sealed containers, protecting it from the ingress of aerobic microorganisms – membranous yeast and mold fungi.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Rogova N.V. Manufacture technology of fermented birch sap and new combined products based. Actual problems of the world today : materials of collective monograph. London, 2019. P. 252–267.

2. Рогова Н. В., Кушч Л. І. Раціональні параметри процесу ферментування натуральних соків. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»*. 2020. № 1(96). С. 30–38.
3. Rogova N.V. Manufacture technology of fermented birch sap and new combined products based. Actual problems of the world today: Materials of collective monograph / Rogova N.V., Volodko O.V. London, 2019. P. 252–267.
4. Дослідження біологічної активності ферментованого березового соку / Н. В. Рогова, В. В. Кожухар, Л. М. Пилипенко, Я. Б. Паулина. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Сучасні напрями технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв»*. 2006. Вип. 45. С. 371–376.
5. Рогова Н. В. Вплив температури на термін ферментування і прозорість березового соку. Нові технології і обладнання харчових виробництв : міжвуз. наук.-практ. семінар. (19 квіт. 2018 року). Полтава : ПУЕТ, 2018. С. 21–23.

## REFERENCES

1. Rogova N.V. (2019). Manufacture technology of fermented birch sap and new combined products based. Actual problems of the world today : Materials of collective monograph. London, 2019. P. 252–267 [in English].
2. Rohova N. V., Kushch L. I. (2020). Ratsionalni parametry protsesu fermentuvannia naturalnykh sokiv [Rational parameters of the fermentation process of natural juices]. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli. Seriya «Tekhnichni nauky»*. 2020. № 1(96). S. 30–38. [in Ukrainian].
3. Rogova N.V. (2019). Manufacture technology of fermented birch sap and new combined products based. Actual problems of the world today : Materials of collective monograph / Rogova N.V., Volodko O.V. London, 2019. P. 252–267.
4. Doslidzhennia biolohichnoi aktyvnosti fermentovanoho berezovoho soku [Study of the biological activity of fermented birch sap]. N. V. Rohova, V. V. Kozhukhar, L. M. Pylypenko, Ya. B. Paulyna. (2006). *Visnyk KhNTUSH im. P. Vasylenka «Suchasni napriamy tekhnolohii ta mekhanizatsii protsesiv pererobnykh i kharchovykh vyrobnytstv»*, 45. 371–376.
5. Rogova N.V. (2018). Vpliv temperaturi na termin fermentuvannja i prozorist' berezovogo soku [The effect of temperature on the fermentation period and the transparency of birch sap]. *Novi tehnologii i obladnannja harchovyh virobnytstv : mizhvuz. nauk.-prakt. semin. (Poltava, 19 kvitnja 2018 roku)*. PUET, 21–23.

**Н. В. Рогова**, кандидат технічних наук, доцент; **О. В. Володько**, кандидат технічних наук, доцент; **Я. М. Бичков**, кандидат технічних наук, доцент (Полтавський університет економіки і торгівлі). **Залежність активності лактобацил від концентрації цукру в субстраті**

**Анотація.** Мета статті. Подовжити термін зберігання березового соку і час його переробки, провівши попереднє ферментування березового соку чистими культурами *Lactobacillus casei ssp. alactosus*.

Недоліком існуючого способу виробництва березового соку є те, що щойно зібраний березовий сік необхідно одразу направляти на переробку, тому що короткочасне зберігання на протязі не більше 24 годин дозволяється тільки в охолоджених приміщеннях при температурі від 0 до 5°C і відносній вологості повітря не більше 75 %.

При порушенні даних умов з'являється помутніння соку, підвищується кислотність і розпочинається спонтанне бродіння соку, яке має відмічені суттєві вади.

Вміст цукрів у березовому соку відносно невисокий. Оскільки коливання вмісту цукру у свіжому соку досить значні, було необхідно виявити активність його витрат в процесі бродіння.

**Методика дослідження.** Активність лактобацил, визначали шляхом вимірювання втрат сухих розчинних речовин у соку в процесі бродіння та накопичення титрованих кислот в перерахунку на молочну.

**Результати.** Коливання цукрів в залежності від погодних умов та місця вирощування становлять від 0,5 до 0,9 %. Кінцевим продуктом зброджування цукрів лактобацилами, як вже зазначали, є в основному молочна кислота та інші речовини (оцтова кислота, етиловий спирт, вуглекислий газ, декстрин, манніт) в незначних кількостях.

Термін ферментування березового соку до бажаного вмісту молочної кислоти можна корегувати шляхом додавання в нього визначеної кількості цукру. За виведеними рівняннями регресії можна прогнозувати на який день і при якій концентрації в соку буде бажана кислотність.

Концентрація титрованих кислот у перерахунку на молочну змінювалась протягом всього періоду бродіння, який відбувався у прямолінійній залежності, що підтверджується коефіцієнтами кореляції

**Висновки.** Для активізації молочнокислого бродіння з незначною кількістю цукру його слід додавати у свіжозібраний березовий сік.

**Ключові слова:** соки, натуральні соки, технологія переробки сировини, консервування, концентровані (згущені), висушені рослинні соки, пігментовані соки, купажовані соки, ферментація.

УДК 664.8.035.4:637.5

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-3-7>

## НОВІ ПІДХОДИ У МОДЕЛЮВАННІ РЕЦЕПТУР МАРИНАДІВ ТА ЗАСОЛОЧНИХ СУМІШЕЙ

**Н. В. КОНДРАТЮК**, кандидат технічних наук, доцент;

**Ю. А. МАЦУК**, кандидат технічних наук, доцент;

**А. Ю. ЧЕРНЯВСЬКА**, кандидат хімічних наук, старший викладач;

**Р. В. ПЕРІНЕ**, магістр

(Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара)

**Анотація.** Статтю присвячено теоретичним та практичним аспектам моделювання рецептур маринадів та засолочних сумішей. Розроблено принципову технологічну схему виробництва напівфабрикату «Маринувальна суміш», яка унаочнює викладені у статті принципи моделювання, зокрема групування силовинних компонентів у так звані «основи». Теоретично представлено, що усі запропоновані «основи» мають виконувати конкретні функції у складі моделі як технологічні, так і фізіологічні, у тому числі і смакоутворюючі. Наведена модель дозволяє конкретизувати вимоги щодо підбору інгредієнтів, пояснює їх необхідність у складі, фізіологічну важливість та позитивний вплив на якість напівфабрикатів і кінцевої продукції. Варіативність інгредієнтного складу «основ», композиціонування «основ» між собою за смаком та гармонійне поєднання цієї композиції з основною сировиною, призначеною для маринування, дозволяє залишити процес конструювання рецептур авторським і творчим, але у межах визначених критеріїв збалансованості та якості. З урахуванням наведених принципів моделювання було створено ряд лабораторних зразків, проведено їх органолептичну оцінку. Оцінку здійснювали аналітичними методами та методом розробленого профільного аналізу по баловій шкалі. Після дослідження отриманих даних, було зроблено висновок про те, що запропоновані підходи моделювання рецептур маринадів та засолочних сумішей є доцільними у плані узагальнення теоретичних відомостей та важливими для створення продукції високої якості та фізіологічної цінності.

**Ключові слова:** маринади, засолочні суміші, моделювання рецептур, оздоровчі продукти, технологія.

### Постановка проблеми в загальному вигляді.

Сьогодні м'ясні напівфабрикати представлені у великому асортименті, які можна об'єднати в дві групи: натуральні напівфабрикати (великошматкові, порційні і дрібношматкові) та січені напівфабрикати (з начинкою і без). Також у м'ясних крамницях можна побачити порційні та січені напівфабрикати паніровані, що також набули популярності серед різних груп населення. Напівфабрикати з січеної маси як у паніровці, так і без неї, користуються великим попитом, оскільки можуть зберігатися у замороженому стані достатньо тривалий час без ознак псування і мати високі органолептичні показники після їх доведення до кулінарної готовності навіть наприкінці терміну зберігання у низькотемпературному обладнанні.

Піком популярності сьогодні дедалі частіше в усіх кутках України стають мариновані м'ясні напівфабрикати, які запікають, або піддають обсмажуванню на відкритому вогні. М'ясна сировина, що перебувала на експозиції у харчовому середовищі із вмістом мінеральних компонентів та вітамінів змінює органолептичний профіль за рахунок абсорбції мікронутрієнтів, ароматичних сполук, антиоксидантів у товщу м'ясних напівфабрикатів. І цей факт є доведеним фізико-хімічним процесом. Здійснюються ці переходи завдяки тому, що створюються можливості іонного

обміну, рушійною силою яких є органічні кислоти, присутні у маринадах за рахунок внесення плодів, ягід, соків, вина, пива, кисломолочних напоїв. Таким чином, сучасні зміни у харчуванні, а саме, – розуміння необхідності додаткового споживання мікронутрієнтів та антиоксидантів, диктують варіанти підготовки м'ясних напівфабрикатів до їх подальшої теплової обробки. Тому популяризація використання маринувальних сумішей або заливок чи засолочних сумішей є логічною та виправданою. Також доведено, що рівень засвоєння як м'язової тканини, так і додаткових корисних речовин зі складу маринадів, є високим, що дозволяє, в решті, зробити висновок про те, що використання маринадів не тільки покращує хімічний склад готових страв або напівфабрикатів, а й покращує консистенцію харчових продуктів готових до споживання.

Натуральні напівфабрикати виробляють в маринадах, заливках і без їх додавання у вигляді охолоджених чи швидкозаморожених продуктів. Найбільшим попитом користуються мариновані напівфабрикати, які мають не тільки специфічні органолептичні показники, а й відрізняються порівняно більшим терміном зберігання, адже засолочні суміші містять компоненти, що мають консервуючу дію. І мова йдеться не лише про органічні кислоти. Такими є й сіль кухарська, мінеральні сполуки, вітаміни, що

формують загальну кількість сухих речовин і таким чином впливають на осмотичні мембранні процеси. Антибактеріальні властивості маринадів також підсилюються за рахунок внесення часнику, цибулі, петрушки, імбиру, різних видів перцю тощо.

Використання маринадів для ароматизації та розм'якшення м'яса – не нова концепція. Навіть антибактеріальні властивості маринадів та засолочних сумішей людство відмітило вже доволі давно. Проте на сьогодні існує безліч пропозицій маринадів промислового виробництва, у тому числі і вітчизняного, для того, щоб виконати ще одну важливу опцію – збільшити кількість вітамінів, мінералів та антиоксидантних речовин у страві, призначеній для споживання. Відомі торговельні марки «Чумак», «Торчин» та інші намагаються полегшити процеси приготування страв з м'яса та риби, надати стравам оригінальності, вишуканості і неповторності. Цілком доведено, що використання стадії маринування у технологічному процесі виробництва кулінарної продукції значно прискорює досягання стану кулінарної готовності, скорочуючи при цьому час технологічного процесу та роботи теплового обладнання.

Нажаль оцінити неперевіреність та гармонійність поєднання компонентів у рецептурі маринадів досить складно, оскільки смак готових заливок або сухих сумішей для натирання (сухих маринадів) достатньо складний для встановлення загального вердикту. Проте готові страви, створені на основі авторських маринадів, дійсно отримують високих оцінок під час споживання.

Процес створення рецептурного складу є творчим та багатограним, тому виникає багато проблем зі стабільністю та однотиповістю смаку як готових страв, так і напівфабрикатів високого ступеня готовності. На нашу думку, вирішити означені проблеми можна шляхом узагальнення існуючої інформації щодо складання рецептур маринадів та засолочних сумішей, моделювання їх складових у межах розроблених принципів реалізації заданої стратегії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** По мірі зростання інтересу американців до барбекю став розвиватися ринок маринадів, глазурованих соусів, гриль-соусів та інших продуктів цього напрямку. У 70-ті роки багато виробників з південних штатів підключилися до розробки та виробництва маринадів для барбекю. Завдяки тому, що кожен штат мав по одному або кілька виробників, склався різноманітний ринок маринадів. Сьогодні у США налічується близько тисячі видів маринадів, які просувають власники близько сотні торговельних марок. Після того, як до виробництва маринадів підключилися провідні світові виробники, такі як Mother's Mountain, Heinz, Mc. Cormick, Kraft Foods, Lawrys, маринади вийшли за межі США та поширилися у країнах Європи та Австралії.

Український ринок також наповнився виробниками маринадів. Відомі корпорації такі, як «Торчин», «Чумак» реалізують свої пропозиції у мережевих та оптових точках продажу. Нажаль для України такі пропозиції є новими та ще не зрозумілими для споживача.

Науковці вивчають фізико-хімічні властивості готових страв або напівфабрикатів високого ступеню готовності, які пройшли стадію попереднього маринування. У роботі [1], наведено позитивні результати, які свідчать, що антиоксидантні речовини, які містяться у складі прянощів відомої спеції *Za'atar*, яку вносили до маринадів для яловичини, інгибують утворення гетероциклічних амінів під час проведення теплової обробки січених напівфабрикатів, утворених з маринованого у такий спосіб м'яса. Інша наукова група оцінювала вплив маринаду на основі йогурту в поєднанні з активними компонентами ефірної олії, а саме: тимолом, карвакролом і коричним альдегідом на патогенний мікроорганізм *Listeria monocytogenes spp.*, який являється небезпечним збудником хвороб у м'ясі верблюдів. Результати свідчать про доцільність використання представленої суміші у маринадах, які також знижують кількість популяцій й інших хвороботворних бактерій, таких, як *E. coli* та *Salmonella spp.* Також відмічається, що зміни органолептичного профілю м'ясних виробів є незначними [2]. Від *Salmonella spp* також можна позбавитись шляхом експозиції у маринадах на основі лимонного соку [3].

Цікавими також стали результати вивчення впливу антиоксидантів у спеціях та у складі нефільтрованих елів, на яких було розроблено рецептуру маринаду для попередньої обробки перед смаженням гриль яловичини та м'яса лося. Результати свідчать, що маринади на основі елів не тільки пом'якшують сполучну та м'язову тканини такої сировини, а ще й інактивують окиснення ПНЖК (омега 3 та омега 6) та фосфатидилхолінів і фосфатидилетаноламінів – корисних складових яловичини та лося – під час грилювання [4].

У роботах [5, 6] досліджувались результати обробки м'ясної сировини фізичними методами, зокрема маринованих напівфабрикатів вакуумованих під високим тиском та спосіб плазмоконсервування м'яса курки в ефіроолійних маринадах. Результати визначені як позитивні.

Науковці [7] довели можливість використання крохмалю у складі маринувальних композицій з метою зменшення виходу зв'язаної вологи у готових стравах. У роботі [8] описуються результати щодо корисного впливу органічних кислот, що містяться у цитрусових (лимоні, лаймі, каламансі та тамаринді) у поєднанні з різними видами цукру (білого та коричневого) та цукровмісних компонентів (меду). Достовірно стало відомо, що кислотно-цукрові суміші значно зменшують кількість

утворення гетероциклічних амінів у курці під час грилювання.

Як бачимо, наукові дослідження були зосереджені на вивченні мікробіологічної стабільності та бактеріальної інтактності замаринованих напівфабрикатів, вивченні фізико-хімічних процесів адсорбції сухих речовин у товщу продукту та накопичення зв'язаної вологи залежно від способів обробки та рН. Крім того вивчалася позитивна дія складових маринадів у напрямку зниження або повного уникнення утворення отруйних сполук внаслідок обробки м'ясних напівфабрикатів на відкритому вогнищі або у апаратах для смаження.

**Формування цілей статті.** Метою роботи стало науково-практичне обґрунтування використання маринадів та засолочних сумішей, поліпшення споживних властивостей нових маринадів за допомогою використання нетрадиційної сировини та натуральних харчових добавок.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Маринад – це суміш спецій, солі і кислоти на рідкій основі чи в сухому вигляді. Основними компонентами маринаду, що впливають на технологічні характеристики, органолептичні властивості та вихід – є сіль та кислота. Ці компоненти, перш за все, надають продукту специфічні органолептичні та технологічні властивості. До складу засолочних сумішей не входить рідка основа, але так само, як і до маринадів входять часто прянощі, зелень, сіль, ароматизатори, ферменти, різні добавки, рослинна олія, засоби для зберігання свіжості. Застосовуючи різні маринади (маринадні заливки), можна розширювати асортимент м'ясних напівфабрикатів. Відмінність маринованих м'ясних напівфабрикатів від звичайних натуральних криється не тільки у зовнішньому вигляді, а й у смакових властивостях. За допомогою маринування збільшується термін зберігання напівфабрикатів до трьох тижнів, а в деяких випадках досягається більший вихід готового продукту після термообробки.

Для більш ефективної консервуючої дії розповсюджене використання кухонної солі разом із харчовими кислотами. Процес маринування разом із процесом соління забезпечує у сировині і готових продуктах формування необхідних технологічних (вологозв'язуюча здатність, еластичність, опірність руйнуванню, ніжність) і споживчих (смак, аромат, колір, консистенція) властивостей. Харчові кислоти, вступаючи у взаємодію з компонентами сировини, надають продукту приємний специфічний смак і аромат, частково розщеплюють білки і жири, що робить його більш м'яким і смачним. Використання харчових кислот в продукті може бути причиною введення їх в харчову систему під час технологічного процесу для регулювання її рН. У цьому випадку харчові кислоти використовуються як технологічні харчові добавки.

Таким чином, введення кислот в харчову систему забезпечує: надання певних органолептичних властивостей (смак, аромат, колір), характерних для даного продукту; вплив на колоїдні властивості, які зумовлюють формування консистенції; консервуючий вплив.

У маринованому вигляді виготовляють м'ясо для шашлику (свиняче, яловиче, куряче та ін.). Найбільшою популярністю серед споживачів користуються курячі напівфабрикати, що зумовлено їх дешевизною та високими органолептичними властивостями. Курячі напівфабрикати відрізняються своєю універсальністю й можливістю використовувати у рецептурах різноманітні спеції та прянощі, що робить їх асортимент вкрай різноманітним. З курячого м'яса виготовляють такі мариновані продукти: тушка куряча, напівтушка куряча, четвертина задня, грудка куряча, окорочок курячий, стегно куряче, ніжка куряча, курчага табака та шашлик.

До класичної технологічної схеми виготовлення маринованих курячих напівфабрикатів відносять такі операції:

1. Розморожування тушок до температури в товщі м'язів  $+2...+5^{\circ}\text{C}$ ;
2. Підготовка патраних тушок (обпалювання, видалення пеньків, вилучення дефектів технологічної обробки, миття і стікання води);
3. Розділення тушок;
4. Соління та маринування (сухим, мокрим чи комбінованим способом);
5. Масування (одноразово 10-15 хвилин);
6. Витримання (12-20 год. при  $+4...+6^{\circ}\text{C}$ );
7. Стікання маринаду;
8. Фасування;
9. Упаковка в споживчу тару;
10. Охолодження (до температури в товщі продукту  $+0...+4^{\circ}\text{C}$ );
11. Упаковка в транспортну тару.

Основним процесом у наведеній технології є процес маринування, який залежить від способу маринування, температурних режимів та складу самої маринадної суміші. Серед рецептур маринадів та засолочних сумішей, опробованих практично та проаналізованих теоретично, стало відомо, що до складу додають різні трави, олію, цибулю і часник. Можуть використовуватись солодкі інгредієнти, такі як мед або цукор.

Маринади пом'якшують м'ясо, надають готовим виробам унікального, оригінального смаку.

Більшість маринадів засновані на трьох компонентах: кислота, жир та приправи. Кислота допомагає пом'якшити м'язи. Жир обволікує шматки м'яса зовні і захищає його від пересушування під час приготування. Ароматизаторами можуть бути подрібнені овочі, свіжі або сухі трави, мелені або цілі, спеції, і звичайно, дуже пахучі приправи як Табаско та Вурстерширський (Worcestershire) соус, соєвий, рибний (анчоусний) та грибний соуси.



Речовини для пом'якшення м'яса (кислоти) використовують такі: винну, яблучну, оцтову, лимонну, молочну (йогурт). Лимонний сік популярний у Середземноморській та Азіатській кухнях, сік лайма у Латиноамериканській та Далекосхідній кухнях, сік гранату використовують найчастіше у кухні Близького Сходу. Кислоти молочних продуктів варіюються від йогуртів до суміші йогуртів із сиром в Індії, Ірані, Іраку та Афганістані.

Жири в маринаді скріплюють аромати та зберігають продукти соковитішими під час приготування на грилі. Оливковій олії віддають перевагу у Каліфорнії та Середземноморській кухні (для маринадів треба використовувати олію високої якості з природним смаком натуральної сировини). Кунжутна олія надає горіхового аромату маринадам кухні Далекого Сходу. Олія з волоських горіхів, фундуку та фісташок (доступна у спеціалізованих магазинах) особливо добре поєднується з птицею та морепродуктами. Вершкове масло використовується на Близькому Сході.

Ароматичні добавки складають неповторний смак готових виробів. У класичні французькі маринади додається дрібно поріzana цибуля, селера та морква. Китайці використовують імбир, зелену цибулю та часник. Сухі, запечені чи свіжі перці чилі – основа всіх мексиканських маринадів. В якості рідкої основи використовують майже усе від соєвого соусу, мінеральної води до рибного соусу та рожевої води.

Зазвичай маринади виготовляють рідкими, але існують й так звані «сухі маринади» – суміші для натирання підготовлених напівфабрикатів. Нещодавно популярності на Заході та Сході знайшли пастоподібні маринувальні суміші, наприклад на основі гірчичного порошку, порошку з паприки або інші соуси-дипи, у тому числі і досить відомі. Наприклад, італійський соус песто, туніський харісса, грузинські аджика і ткемалі, мексиканський гуакамолі, арабський тахіні. – чудові маринувальні суміші до птиці, м'яса, риби, морепродуктів, овочів.

Як бачимо, використання маринадів обмежується лише уявою виробників або творців кухні ресторанного бізнесу. Проте головною вимогою до використання соусів залишається гастрономічне поєднання не лише смаку, а й аромату як замаринованих напівфабрикатів, так і готових страв. Так, з морепродуктами добре поєднуються лимонний, лаймовий соки, оливкова олія та свіжі пряні трави, наприклад розмарин та орегано. Баранина гармонійно поєднується з кислим молоком або йогуртом, вином червоним сухим, сливовим та лимонним соком, цибулею. Один з варіантів для м'ясних страв азійської кухні – поєднання у складі маринаду соєвого соусу, кунжутної олії, імбиру, часнику та зеленої цибулі.

Більшість маринадів використовується у сирому вигляді, але технологічний процес приготування деяких, включає теплову обробку. Наприклад, для виготовлення французької суміші, призначеної для маринування дичини, необхідно провести попередню пастеризацію вина разом із ялівцем. Термічна обробка збільшує вихід ароматичних сполук і танінів, органічних кислот, що скорочує час експозиції м'ясних напівфабрикатів у маринаді. Під час виробництва власних національних маринадів, мексиканці попередньо запікають часник і цибулю, щоб надати м'ясним виробам приємного присмаку копчених продуктів. Маринувальні суміші, що проходять попередню термічну обробку, перед зануренням м'яса обов'язково охолоджують, для того, щоб запобігти денатураційних процесів білка і, як наслідок, витікання вологи з товщі.

Також треба прийняти до уваги, що тривала експозиція може зашкодити формуванню ніжної консистенції, оскільки гідратаційні процеси набухання білка мають обмеження, пов'язані з лімітом накопичення вологи у клітинах. Додавання олій до маринадів є бажаним, адже волога у продукті утримується краще і вірогідність утворення гетероциклічних амінів за умов дії високих температур, знижується в рази. Основними чинниками органолептичного профілю готового продукту виступають композиції з прямих ароматичних рослин, плодів та ягід, насіння та коріння, як у сушеному, у тому числі порошкоподібному стані, так і в нативному подрібненому або неподрібненому.

Під час експозиції у маринаді, ефірні олії, що містяться в спеціях та прянощах, встигають рівномірно розподілитися і зафіксуватися у товщі продукту.

Так, враховуючи усі означені підходи моделювання складу рецептур маринадів та засолочних сумішей, нами було розроблено принципову схему (рис. 1) приготування напівфабрикату «Маринувальна суміш», на якій відображено присутність вищеописаних «основ», наведено їх принциповий, але й водночас варіативний склад, позначено етапність їх підготовки та послідовність внесення.

Як видно, з наведеної схеми, до складу загальної моделі, на базі якої пропонується конструювання рецептурного складу маринадів (рідких) входять п'ять «основ»:

1. «Гірка – запашна», до складу якої бажано включати одну або кілька запропонованих елементів даної основи, що дозволить наповнити готовий напівфабрикат антиоксидантами та харчовими волокнами, що набухають і запобігають витоку вологи, а також підкреслюють гострими відтінками основний органолептичний профіль готового кулінарного виробу.

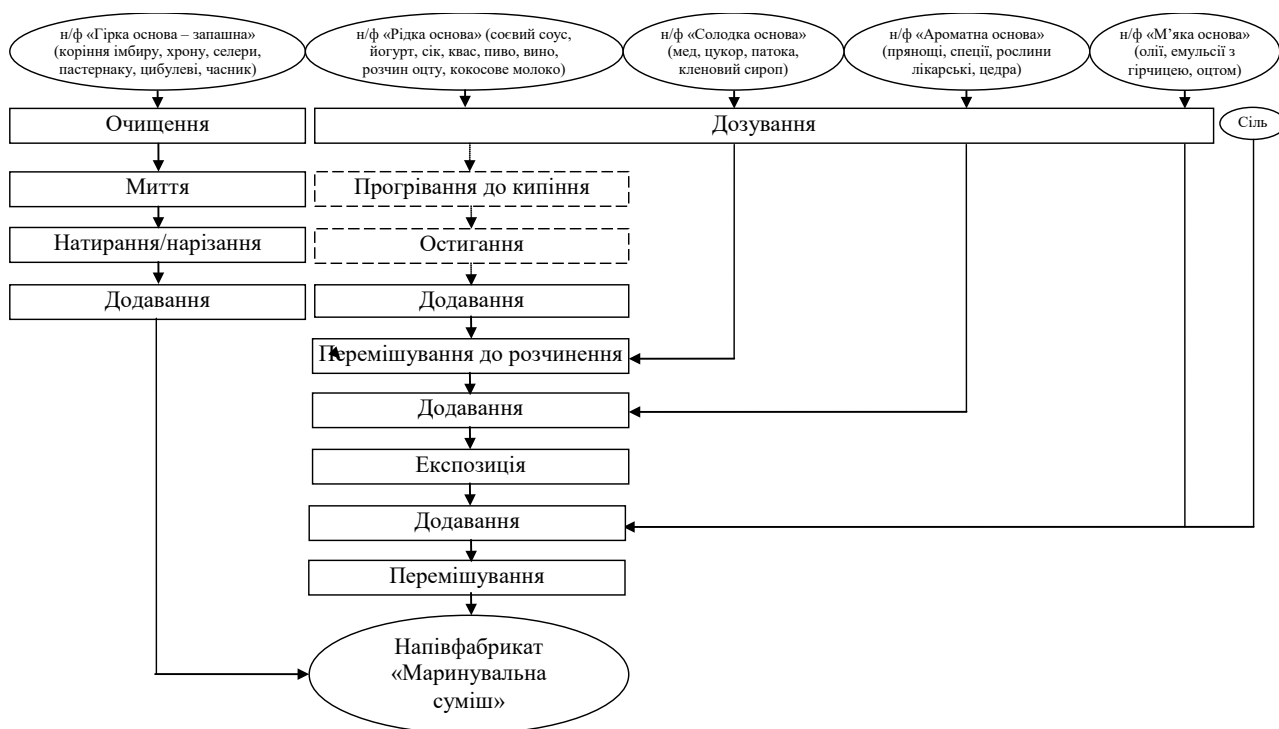


Рис. 1. Принципова технологічна схема виробництва напівфабрикату «Маринувальна суміш»

2. «Рідка основа» відіграє роль основного харчового середовища, яке формує рівень рН, забезпечує протікання гідратаційних процесів, за рахунок яких відбувається набухання білків та міграція мінеральних та вітамінних речовин у товщу продукту з подальшим формуванням смаку, зокрема солоного.

3. «Солодка основа» виконує функцію коригування солодкого, гіркого та кислого смаку та створює умови, за яких майже унеможливується синтез токсичних гетероциклічних сполук на поверхні м'ясних виробів під час обробки за високих температур.

4. «Ароматична основа» компоненти, якої слугують джерелом біофлавоноїдів та інших біологічно активних речовин, ефірних композицій, що надають різних відтінків післясмаку та аромату. Основною місією складових «ароматичної основи» є регуляція травних процесів в організмі людини та покращення роботи інших органів та систем, залежно від природних властивостей введеного компоненту.

5. «М'яка основа» створює м'який смак, запобігає витоку вологи з продукту, тим самим забезпечуючи його соковитість, збагачує страву на жирові компоненти з високим рівнем біодоступності (ПНЖК, емульсії), проводить баланс між білками та вуглеводами у готовій страві.

На схемі рис.1 операції «прогрівання до кипіння» та «остигання», які стосуються лише «рідкої основи», позначено пунктиром, що

мається на увазі проведення цих операцій у разі необхідності проведення повторного використання, наприклад у випадку, коли сировину спочатку експозиціонують у рідкій основі, залишки зливають, а потім виготовляють маринувальну суміш за повною рецептурою і витримують напівфабрикати більш довгий термін. Також залишками «рідкої основи» дозволяється змочувати кулінарний виріб під час обробки на відкритому вогнищі, але лише після проведення окреслених на схемі пунктиром операцій. Інакше, можуть створитися умови обсіменіння напівготових виробів шкідливими мікроорганізмами, що можуть міститися у м'ясному соці, який мігрує до «рідкої основи» під час експозиції.

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі.** Отже, зазначена на рисунку схема дозволяє унаочнити модель конструювання рецептур для виготовлення маринувальних сумішей, призначених для різних видів сировини: м'яса, птиці, риби, морепродуктів, овочів. Це робить творчий процес виробництва маринадів більш керованим та прогнозованим за складом. У той час, представлена на схемі варіативність складових «основ», дозволяє й надалі вважати процес розробки рецептур маринадів творчим та індивідуальним. Експериментально встановлено дієвість означеної моделі на різних видах м'ясної сировини. Дослідження тривають.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Khana M. R., Samdanib M. Sh. etc. Inhibitory effect of culinary herbs Za'atar (blend of thyme, sesame seeds and sumac) marinades on the formation of polar and non-polar heterocyclic amines carcinogen in fried beef patties: Determination by SPE/UPLC-MS/MS. *Journal of King Saud University - Science*. 2022. V. 34. Iss. 2. 101821.
2. Osaili T. M., Hasan F. etc. Effect of yogurt-based marinade combined with essential oils on the behavior of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. in camel meat chunks during storage. *International Journal of Food Microbiology*. 2021. V. 343. 109106.
3. Lytjou A. E., Tzortzinis K., etc. Investigating the influence of organic acid marinades, storage temperature and time on the survival/inactivation interface of *Salmonella* on chicken breast fillets. *International Journal of Food Microbiology*. 2019. V. 299. P. 47-57.
4. Manful Ch. F., Pham T. H., etc. Assessing unfiltered beer-based marinades effects on ether and ester linked phosphatidylcholines and phosphatidylethanolamines in grilled beef and moose meat. 2021. V. 171. 108271.
5. O'Neill C. M., Cruz-Romero M. C., etc. Improving marinade absorption and shelf life of vacuum packed marinated pork chops through the application of high pressure processing as a hurdle. *Food Packaging and Shelf Life*. 2019. V. 21. 100350.
6. Sahebkhara A., Hosseini M., Sharifan A. Plasma-assisted preservation of breast chicken fillets in essential oils-containing marinades. *LWT*. 2020. V. 131. 109759.
7. Kaewthong P. Saowakon W. Effect of sugar and starch levels on electrical conductivity of marinade solutions in improving water-holding capacity of marinated broiler breast meat. *Journal of Applied Poultry Research*. 2019. V. 28. Iss. 1. P. 42-51.
8. Jinapab S., Hasnola N. D. S., Sannya M. etc. Effect of organic acid ingredients in marinades containing different types of sugar on the formation of heterocyclic amines in grilled chicken. *Food Control*. 2018. V. 84. P. 478-484.

## REFERENCES

1. Khana M. R., Samdanib M. Sh. etc. (2022). Inhibitory effect of culinary herbs Za'atar (blend of thyme, sesame seeds and sumac) marinades on the formation of polar and non-polar heterocyclic amines carcinogen in fried beef patties: Determination by SPE/UPLC-MS/MS. *Journal of King Saud University – Science*, 34, 2, 101821.
2. Osaili T. M., Hasan F. etc.(2021). Effect of yogurt-based marinade combined with essential oils on the behavior of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. in camel meat chunks during storage. *International Journal of Food Microbiology*, 343, 109106.
3. Lytjou A. E., Tzortzinis K., etc. (2019). Investigating the influence of organic acid marinades, storage temperature and time on the survival/inactivation interface of *Salmonella* on chicken breast fillets. *International Journal of Food Microbiology*, 299, 47-57.
4. Manful Ch. F., Pham T. H., etc. (2021). Assessing unfiltered beer-based marinades effects on ether and ester linked phosphatidylcholines and phosphatidylethanolamines in grilled beef and moose meat, 171, 108271.
5. O'Neill C. M., Cruz-Romero M. C., etc. (2019). Improving marinade absorption and shelf life of vacuum packed marinated pork chops through the application of high pressure processing as a hurdle. *Food Packaging and Shelf Life*, 21, 100350.
6. Sahebkhara A., Hosseini M., Sharifan A. (2020). Plasma-assisted preservation of breast chicken fillets in essential oils-containing marinades. *LWT*, 131, 109759.
7. Kaewthong P. Saowakon W. (2019). Effect of sugar and starch levels on electrical conductivity of marinade solutions in improving water-holding capacity of marinated broiler breast meat. *Journal of Applied Poultry Research*, 28, 1, 42-51.
8. Jinapab S., Hasnola N. D. S., Sannya M. etc. (2018). Effect of organic acid ingredients in marinades containing different types of sugar on the formation of heterocyclic amines in grilled chicken. *Food Control*, 84, 478-484.

*N. Kondratiuk, PhD, Associate Professor; Ju. Matsuk, PhD, Associate Professor; A. Cheniavska, PhD; R. Perine, magister (Oles Honchar Dnipro National University) New approaches in modeling of recipes of marinades and salting mixtures*

**Abstract.** The article is devoted to the theoretical and practical aspects of modeling the recipes of marinades and salting mixtures. A basic technological scheme for the production of the semi-finished product "Pickling mixture" has been developed, which illustrates the modeling principles outlined in the article, in particular, the grouping of raw components into the so-called "bases". Theoretically, it is presented that all the proposed "bases" should perform specific functions in the composition of the model, both technological and physiological, including taste-forming ones. The given model makes it possible to specify the requirements for the selection of ingredients, explains their necessity in the composition, physiological importance and positive impact on the quality of semi-finished products and final products. The variability of the ingredient composition of the "bases", the composition of the "bases" among themselves according to taste, and the harmonious combination of this composition with the main raw materials intended for pickling, allows you to leave the recipe design process original and creative, but within the defined criteria of balance and quality. Taking into account the above principles of modeling, a number of laboratory samples were created, and their organoleptic evaluation was carried out. The assessment was carried out by analytical methods and the method of the developed profile analysis on a point scale. After studying the obtained data, it was concluded that the proposed approaches for modeling the recipes of marinades and salting mixtures are appropriate in terms of generalizing theoretical information and are important for creating products of high quality and physiological value..

**Key words:** marinades, salting mixtures, recipe modeling, health products, technology.

**НАУКОВИЙ ВІСНИК  
ПОЛТАВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ**

**Серія «Технічні науки»**

**Випуск 3, 2022**

Українською та англійською мовами

Відповідальний редактор: *Н. Славогородська*

Технічний редактор: *Н. Кузнєцова*

Формат 60×84/8. Гарнітура Times New Roman.  
Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 5,12.  
Наклад 100 прим.

Надруковано: Видавничий дім «Гельветика»  
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1  
Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08  
E-mail: [mailbox@helvetica.ua](mailto:mailbox@helvetica.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.