

USE OF DAIRY PRODUCTS IN THE PRODUCTION OF YEAST-FREE BAKERY PRODUCTS

O. Bilyk, O. Cheridnichenko, Yu. Bondarenko

National University of Food Technologies

A. Fain

Separate structural subdivision Kamianets-Podilskyi professional college of ERIHE
"Kamianets-Podilskyi state institute"

Key words:

*Yeast-free products
flat bread
Sodium bicarbonate
Ryazhenka*

Article history:

Received 14.05.2024

Received in revised form
30.05.2024

Accepted 11.06.2024

Corresponding author:

O. Bilyk

E-mail:

bilyklena@gmail.com

Citation: Білик О. А., Черідніченко О. О., Бондаренко Ю. В., Файн А. В. (2024). Використання кисломолочних продуктів у виробництві бездріжджових хлібобулочних виробів. *Наукові праці НУХТ*, 30(3), 175—188.
DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-3-16

4 ABSTRACT

Consumers of bakery products increasingly prefer yeast-free bakery products. Such products are characterized by a higher crumb density and longer shelf life. To diversify the range of yeast-free bakery products and ensure their quality, manufacturers use liquid semi-finished products, additional and non-traditional raw materials, food additives and chemical leavening agents. An urgent problem in the bakery industry is the development of new recipes for yeast-free bakery products.

The aim of this research work is to develop a technology for yeast-free flat bread using fermented milk products and the chemical leavening agent sodium bicarbonate. The study investigated the introduction of 2.5% fat kefir of TM "Yagotynsky", 1.5% fat bifidoyogurt of TM "Yagotynsky" with probiotic BB-12™, 2.0% fat fermented milk drink Ayran, 2.0% fat, and 4.0% fat ryazhenka of TM "Yagotynsky" instead of water on the quality of yeast-free products.

It was found that the products with complete replacement of water with ryazhenka had the highest comprehensive quality index and a shelf life of 48 hours.

To improve the flavor and aroma properties and nutritional value of unleavened baked ryazhenka products, the expediency of using 3% barley-malt extract by weight of flour was established. The resulting products had a longer shelf life compared to the control and a higher content of carbonyl compounds, which indicates an improvement in their taste and odor.

The developed unleavened flat bread with ryazhenka meets the needs of the human body (women aged 18...29 years, I labor intensity group) in proteins by 31.5%, fats by 10.5%, carbohydrates by 49.0% and dietary fiber by 18.3%.

ВИКОРИСТАННЯ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ У ВИРОБНИЦТВІ БЕЗДРІЖДЖОВИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

О. А. Білик, О. О. Черідніченко, Ю. В. Бондаренко

Національний університет харчових технологій

А. В. Фаїн

ВСП «Кам'янець-Подільський фаховий коледж» навчально-реабілітаційного закладу вищої освіти «Кам'янець-Подільський державний інститут»

Споживачі хлібобулочних виробів все більше надають перевагу бездріжджовим хлібобулочним виробам. Такі вироби характеризуються більшою щільністю м'якушки, тривалістю їх зберігання. Для урізноманітнення асортименту бездріжджових хлібобулочних виробів і забезпечення їх якості виробники використовують рідкі напівфабрикати, додаткову та нетрадиційну сировину, харчові добавки та хімічні розпушувачі. Актуальною проблемою хлібопекарської галузі є розроблення нових рецептур бездріжджових хлібобулочних виробів.

У статті розроблено технологію бездріжджових окрайців із застосуванням кисломолочних продуктів і хімічного розпушувача гідрокарбонату натрію. Досліджувався вплив на якість бездріжджових окрайців використання кефіру 2,5% жирності ТМ «Яготинський», біфідойогурту ТМ «Яготинський» 1,5% жирності з пробіотиком ВВ-12™, напою кисломолочного «Айран», 2,0%, ряжанки, 4,0% жиру ТМ «Яготинська».

Встановлено, що вироби, в яких здійснено повну заміну води на ряжанку мали найбільший комплексний показник якості і термін зберігання — 48 годин.

Для покращання смакоароматичних властивостей і підвищення харчової цінності бездріжджових окрайців на ряжанці встановлено доцільність використання 3% до маси борошна ячмінно-солодового екстракту. Отримані вироби мали більшу, порівняно з контролем, тривалість збереження свіжості та вищий вміст карбонільних сполук, що свідчить про покращання їх смаку та запаху.

Розроблений бездріжджовий окрасць на ряжанці забезпечує потребу в організмі людини (жінки віком 18...29 років, I група інтенсивності праці) білками — на 31,5%, жирами — на 10, %, вуглеводами — на 49,0%, харчовими волокнами — на 18,3%.

Ключові слова: бездріжджові вироби, окрайці, гідрокарбонат натрію, ряжанка.

Постановка проблеми. Сучасним трендом серед споживачів хлібобулочних виробів є споживання бездріжджових виробів. Вважається, що хліб без дріжджів набагато корисніший, він більш щільний, ситний і довго не черствіє. Ще один істотний плюс — скорочений технологічний процес виготовлення виробів. У процесі тістоприготування відсутнє бродіння тіста, а також тістовим заготовкам не потрібно проходити стадію вистоювання. На ринку хлібобулочних

виробів переважають бездріжджові вироби промислового виробництва на різних заквасках, тому доцільно розробити скорочену технологію бездріжджових хлібобулочних виробів за використання кисломолочних продуктів і хімічних розпушувачів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виготовлення хлібобулочних виробів без застосування дріжджів хлібопекарських було відоме з давніх часів і застосовувалося як лікувальний засіб при хворобах травлення. Завдяки своїм органолептичним властивостям бездріжджові вироби сприяють бездоганній роботі кишківника, стимулюють активну роботу м'язів шлунково-кишкового тракту (Rybicka, 2023). Їхня досить висока щільність і жорсткість сприяють кращому засвоєнню та ефективній роботі травної системи. Бездріжджові вироби покращують роботу печінки, сприяють стабільній діяльності підшлункової залози, а також здатні знижувати кисле середовище шлунка (Wang та ін., 2021).

Для бездріжджового хліба необхідне прісне тісто, яке не передбачає використання жодних видів дріжджів.

У промислового виробництва для виготовлення бездріжджового хліба використовують воду, борошно, сіль, рослинну олію, натуральну молочну сироватку, суху пшеничну клейковину, лимонну кислоту, яблучне пюре. Тісто вимішують у спеціальних апаратах до утворення пінної маси, посилено збагаченої киснем. Насичення тіста повітрям надає виробам більшого об'єму. Після цього тісто збивають і поміщають у форми. Випікається хліб за температури 260 °C протягом 40 хв (Hamelman, 2021).

Кисломолочні продукти є невід'ємною групою молочних продуктів у раціоні харчування кожної людини. Гарне засвоєння в організмі, дієтичні особливості, лікувальні властивості, що обумовлено вмістом у них молочної кислоти, яка пригнічує розвиток патогенних бактерій і нормалізує мікрофлору кишечника. Крім того, вони містять велику кількість макро- та мікроелементів, вітаміни. Кисломолочні продукти нарівні з молоком забезпечують потреби організму в повноцінному білку та кальції, необхідному для роботи серцево-судинної, кісткової та нервової систем. Тільки в цих продуктах кальцій міститься в оптимальному співвідношенні з фосфором та іншими елементами, що сприяє його кращому засвоєнню (Dong та ін., 2023; Coutinho та ін., 2018).

У практиці хлібопечення знаходить застосування натуральна сирна, казеїнова або несолона сироватка підсирна з вмістом сухих речовин не менше 5,5% (сирова, казеїнова) або 5,6% (несолена підсирна). Головною перешкодою на шляху широкого використання молочної сироватки у практичному хлібопеченні є надзвичайно низька стабільність цього продукту під час зберігання. Кислотність молочної сироватки істотно підвищується за кілька годин зберігання за умов підвищених температур. Перекисла молочна сироватка стає непридатною для застосування (Кочубей-Литвиненко, & Білик, 2015).

Йогурт — це натуральний та поживний ферментований продукт, який широко споживається та цінується в щоденному раціоні, оскільки він є джерелом білка з високим біологічним вмістом, який легко засвоюється, має профіль незамінних амінокислот і користь для здоров'я, що важливо для підтримки метаболізму, збільшуючи витрати енергії та насичення. Крім того, він є джерелом

екзополісахаридів *in situ*, що виробляються його домінуючою ферментативною активністю молочнокислих бактерій, які пов'язані з фізіологічними перевагами, включаючи антиоксидантну активність і протизапальні властивості (Li та ін., 2014). Використання молочного йогурту успішно застосовано для збагачення глютенних (Graça, Raymundo, & Sousa, 2019) та безглютенових (Graça, Raymundo, & Sousa, 2020) хлібобулочних виробів, також спостерігалось покращення глікемічної відповіді на споживання таких виробів та їх біоактивних властивостей (Graça, Raymundo, & Sousa, 2021).

Науковці стверджують, що молочні інгредієнти можна використовувати в хлібобулочних виробках для надання їм харчових переваг, включаючи збільшення вмісту кальцію та коефіцієнта ефективності білка, і функціональних переваг, включаючи смак, покращення текстури й тривалості зберігання. Молочні інгредієнти також покращують водопоглинальну здатність тіста та його реологічні властивості. Науковці стверджують, що молочні інгредієнти можна використовувати в хлібобулочних виробках для надання їм харчових переваг, включаючи збільшення вмісту кальцію та коефіцієнта ефективності білка, та функціональних переваг, включаючи смак, покращення текстури й тривалості зберігання. Молочні інгредієнти також покращують водопоглинальну здатність тіста та його реологічні властивості (Houben, Höchstätter, & Becker, 2012).

Метою статті є розроблення технології бездріжджових крайців із застосуванням кисломолочних продуктів і гідрокарбонату натрію як розпушувача.

Матеріали і методи. Для досліджень використовували борошно пшеничне вищого сорту, гідрокарбонат натрію, цукор білий кристалічний, сіль, солодовий екстракт ячменю, кефір ТМ «Яготинський» (2,5% жирності), біфідойогурт ТМ «Яготинський» (1,5% жирності) з пробіотиком ВВ-12™, напій кисломолочний «Айран» (2,0% жирності), ряжанку (4,0% жирності) ТМ «Яготинська». Лабораторні випікання здійснювалися за рецептурами, наведеними в табл. 1 та 2.

Таблиця 1. Рецептура бездріжджових хлібобулочних виробів з кисломолочними продуктами, %

Сировина	Айран, 2,0% жирності	Кефір, 2,5% жирності	Біфідойогурт, 1,5% жирності	Ряжанка, 4,0% жирності
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0	100,0	100,0	100,0
Гідрокарбонат натрію	1,3	1,3	1,3	1,3
Цукор	2,5	2,5	2,5	2,5
Сіль	2,0	2,0	2,0	2,0
Айран, 2,0% жирності	350	—	—	—
Кефір, 2,5% жирності	-	350	—	—
Біфідойогурт, 1,5% жирності	—	—	350	—
Ряжанка, 4,0% жирності	—	—	—	350

Таблиця 2. Рецептūra бездріжджових хлібобулочних виробів на ряжанці з використанням солодового екстракту, %

Сировина	Контроль	Зразки з дозуванням солодового екстракту, % до маси борошна		
		2	3	5
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0	100,0	100,0	100,0
Гідрокарбонат натрію	1,0	1,0	1,0	1,0
Цукор	4,0	4,0	4,0	4,0
Сіль	1,5	1,5	1,5	1,5
Ряжанка, 4,0% жирності	35,0	35,0	35,0	35,0
Солодовий екстракт ячменю	—	2	3	5

Якість хліба визначали за фізико-хімічними (кислотність, пористість, питомий об'єм, формостійкість, структурно-механічні властивості м'якушки) та органолептичними показниками (зовнішній вигляд, стан поверхні, забарвлення скоринки, структура пористості, смак, запах (Дробот та ін., 2006). Визначення сторонньої та шкідливої мікрофлори в готових виробих здійснювали за стандартними методиками (Капрельянц та ін., 2016).

Статистичну обробку даних проводили за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel XP.

Результати і обговорення. Молочні продукти досить широко використовуються у хлібопекарському виробництві для надання виробам приємного смаку й аромату та високої харчової цінності. На промислових підприємствах частіше використовують молоко нативне, згущене і сухе, жирне або знежирене, а також побічні продукти виробництва сиру — сироватку підсиру і сиру. Рідкі кисломолочні продукти майже не використовуються.

Першопочаткове дослідження передбачало заміну рецептурної кількості води на рідкий кисломолочний продукт у разі виробництва хлібобулочних виробів типу окрайців із застосуванням як розпушувача гідрокарбонату натрію, тому було доцільно дослідити якість рідких кисломолочних продуктів і адаптувати їх використання в рецептурі хлібобулочних виробів бездріжджових. Вироби виготовляли у вигляді окрайців, що мають мінімальну кількість м'якушки. Дослідження якості обраних кисломолочних продуктів наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Органолептичні та фізико-хімічні показники якості кисломолочних продуктів, n=3, p≥0,95, δ 3...5%

Показник якості	Айран 2,0 % жирності	Кефір 2,5 % жирності	Біфідойогурт 1,5 % жирності	Ряжанка 4,0 % жирності
Органолептичні показники якості				
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна консистенція з порушеним згустком. Наявне газоутворення	Однорідна, в'язка з порушеним згустком. Наявне газоутворення	Однорідна консистенція з порушеним згустком	Однорідна, щільна консистенція з порушеним згустком. Наявність молочної плівки

Смак і запах	Чистий кисломолочний, смак шипкий, без сторонніх присмаків і запахів	Чистий кисломолочний, смак шипкий, без сторонніх присмаків і запахів	Чистий, кисломолочний	Чистий, кисломолочний з вираженим присмаком пряженого молока
Колір	Молочно-білий, рівномірний за всією масою	Молочно-білий, рівномірний за всією масою	Молочно-білий	Кремовий
Фізико-хімічні показники якості				
Масова частка жиру, %	1,8	1,8	1,4	4,3
Масова частка білка, %	2,1	3,1	2,6	2,7
Кислотність, °Т	100	105	110	100

Аналіз отриманих результатів показав, що обрані види кисломолочних продуктів відповідають показникам якості за нормативною документацією (ДСТУ 4417:2005. Кефір. Технічні умови; ДСТУ 4565:2006. Ряжанка та варенець; ДСТУ 4343: 2004 Йогурти. Загальні технічні умови). За зовнішнім виглядом в айрані та кефірі наявне газоутворення, а в ряжанці присутні молочні плівки, але це не буде заважати утворенню тістової системи в разі їх використання. Висока кислотність кисломолочних продуктів ускладнює їх використання в хлібобулочних виробках у зв'язку з великим впливом кислоти на утворення клейковинного згустка. Результати досліджень показали, що кислотність обраних кисломолочних продуктів знаходиться майже в однакових значеннях, а отже, буде спостерігатися однакове проходження реакції з гідрокарбонатом кальцію та однаковий негативний вплив на клейковину тіста.

На другому етапі досліджень обирали найбільш ефективний кисломолочний продукт за однакового дозування, тобто за заміни рецептурної кількості води. Експериментальні дослідження здійснювали, використовуючи борошно пшеничне вищого сорту, якісний склад якого наведено в табл. 4. Для встановлення впливу кисломолочних продуктів на якість хліба з цього борошна проводили пробні випікання за рецептурою, наведеною в табл. 1.

Тісто готували безопарним способом вологістю 45,5%. Замість тіста здійснювали на двошвидкісній тістомісильній машині, тривалість замісу на першій швидкості — 4...5 хв на другій швидкості — 5...6 хв. Тривалість відлежування тіста становила 20...30 хв. Формування тістових заготовок здійснювали вручну, тістові заготовки розкачували до товщини 1,5 см і відштамповували штампом 9 × 9 см, які випікали у стележній печі за таких параметрів: температура 200...240 °С, тривалість 16...18 хв. Результати досліджень наведено в таблиці 4 та на рис. 1.

Таблиця 4. Вплив кисломолочних продуктів на показники якості хлібобулочних виробів, n=3, p>0,95, δ 3...5%

Показник	Айран, 2,0 % жирності	Кефір, 2,5 % жирності	Біфідойогурт, 1,5% жирності	Ряжанка, 4,0% жирності
Тісто				

Структура тіста	Після замішування спостерігалось сильне прилипання до робочих органів тістомісильної машини, яке зникло після відлежування тіста	Після замішування спостерігалось сильне прилипання до робочих органів тістомісильної машини, яке зникло після відлежування тіста. Сильно розпушене після відлежування	Після замішування спостерігалось сильне прилипання до робочих органів тістомісильної машини, яке не зникло після відлежування тіста	Після замішування спостерігалось сильне прилипання до робочих органів тістомісильної машини, яке зникло після відлежування тіста. Сильно розпушене після відлежування
Розкочування	Під час розкочування було пружне	Під час розкочування було еластичне	Неможливо було розкатати через липкість. Розтягували до необхідних розмірів	Під час розкочування було еластичне
Відштамповування	Краї були нерівні, наколи нечіткі	Краї були рівні, наколи чіткі	Краї були нерівні, наколи нечіткі	Краї були рівні, наколи чіткі
Готові вироби				
Кислотність, град	3,5	3,5	3,0	3,5
Питомий об'єм, см ³ /100г	126	138	119	142
Формостійкість	0,31	0,45	0,28	0,40
Зовнішній вигляд	Форма правильна, відповідає виду виробу крайців			
Стан поверхні	Гладка, з наколами, з поодинокими неглибокими тріщинами на поверхні	Гладка, з наколами, з вираженими тріщинами та розривами на поверхні	Гладка, з нечіткими наколами, з поодинокими неглибокими тріщинами на поверхні	Гладка, з наколами, з вираженими тріщинами та розривами на поверхні
Колір скоринки	Блідо-жовтий			
Стан м'якушки	Щільна, волога, не липка, досить еластична			
Стан пористості	Дрібна, не розвинена, не рівномірна			
Смак і аромат	Властивий пшеничному хлібу з наявним присмаком і запахом соди, прісний і солонуватий			
Кількість МАФАНМ, КУО/г, після 72 год зберігання	4,5×10 ³	3,8×10 ²	4,8×10 ²	3,1×10 ²

Кількість міцелярних грибів, КУО/г, після 72 год зберігання	12,8×10 ²	13,2×10 ²	13,8×10 ²	11,8×10 ²
Комплексний показник якості	78	80	72	86

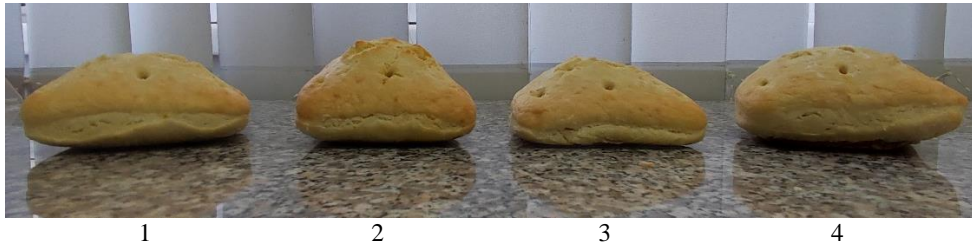


Рис. 1. Фото окрайців: 1 — з айраном, 2,0% жирності, 2 — з кефіром, 2,5% жирності; 3 — з біфідойогуртом, 1,5% жирності; 4 — з ряжанкою, 4,0% жирності

Встановлено, що використання айрану та біфідойогурту значно розріджує тісто під час замішування, воно липне до органів тістомісильної машини. Після відлежування липкість тіста з айраном зникала, а з біфідойогуртом залишалася, що ускладнювало розробку. У разі використання кефіру та ряжанки липкість зникала після замішування тіста. Готові вироби з усіма кисломолочними продуктами мали кислотність в межах 3,0...3,5 град, що в межах норми для хлібобулочних виробів з пшеничного борошна вищого сорту. Найменшим питомим об'ємом характеризувався виріб з біфідойогуртом, а найбільший питомий об'єм мали вироби з ряжанкою. Найбільш збалансованими за шириною та висотою є вироби з ряжанкою, вироби з кефіром мали більш випуклу верхню скоринку, що буде ускладнювати нарізання виробів на дві однакові скоринки. Також у всіх виробках відчувається смак соди, тому необхідно зменшити її кількість, не втрачаючи якості фізико-хімічних показників.

Дослідження з мікробіологічного забруднення показало, що найменшим приростом пліснявих грибів після 72 год зберігання характеризується виріб з ряжанкою, а найбільшим — вироби з кефіром і біфідойогуртом. На рис. 2 показано вироби після чотирьох діб зберігання.

Хлібобулочні вироби рекомендується зберігати протягом двох діб неупакованими. За комплексним показником якості найбільші бали отримали вироби з ряжанкою. Зважаючи на це, для подальших досліджень з розроблення рецептури бездріжджових окрайців обрали ряжанку.

Подальші дослідження стосувалися підбору сировини для зменшення відчуття присмаку соди, покращання смаку й аромату та кольору скоринки.

Для зменшення відчуття содового присмаку було прийнято рішення дозування соди здійснювати в кількості 1,0% до маси борошна, для покращання смаку вирішили збільшити кількість цукру до 4% до маси борошна, а кількість солі зменшити до 1,5% до маси борошна.

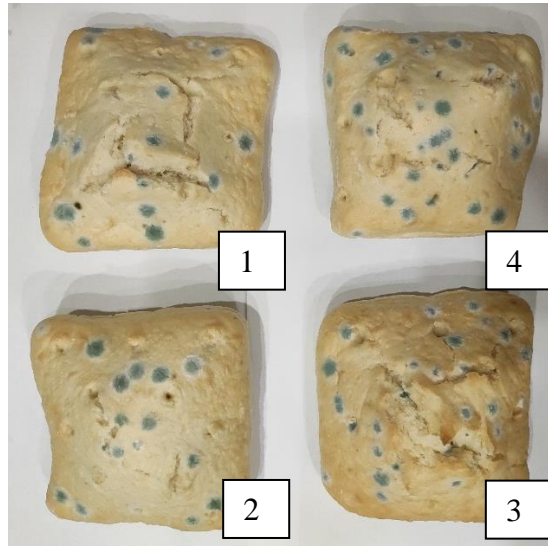


Рис. 2. Фото крайців після 4 днів зберігання: 1 — з айраном, 2,0% жирності, 2 — з кефіром, 2,5% жирності; 3 — з біфідойогуртом, 1,5% жирності; 4 — з ряжанкою, 4,0% жирності

Ефективним інгредієнтом для покращання смакових властивостей хлібобулочних виробів є солодові екстракти із солоду житнього, пшеничного або їх суміші, ячмінного. Для дослідження було обрано солодовий екстракт ячмінний (ТОВ Leirigin Ukraine) — це натуральний продукт, екстрагується з пророщених зерен ячменю, які підсушують на певній стадії проростання і ферментації для збереження хімічного складу і максимальної кількості корисних властивостей. Для встановлення оптимального дозування солодового екстракту проводили лабораторне випікання за рецептурами, наведеними в табл. 2.

Тісто готували безопарним способом вологістю 45,5%. Заміс тіста здійснювали на двошвидкісній тістомісильній машині, тривалість замісу на першій швидкості — 4...5 хв, на другій швидкості — 5...6 хв. Тривалість відлежування тіста становила 20...30 хв. Формування тістових заготовок здійснювали вручну, розкочували до товщини 1,5 см і відштамповували штампом 9×9 см. Вироби випікали у стелажній печі за таких параметрів: температура 200...240 °С, тривалість 16...18 хв. Результати досліджень наведено в табл. 5 та на рис. 3.

Таблиця 5. Вплив ячмінно-солодового екстракту на показники якості хлібобулочних виробів, n=3, p≥0,95, δ 3...5 %

Показник	Контроль	Зразки з дозуванням солодового екстракту, % до маси борошна		
		2	3	5
Тісто				
Структура тіста	Після замішування спостерігалось сильне прилипання до ро	Після замішування спостерігалось прилипання до ро	Після замішування тіста спостерігалось прилипання до ро	Після замішування тісто еластичне,

	липання до робочих органів тістомісильної машини, яке зникло після відлежування тіста. Сильно розпушене після відлежування	чих органів тістомісильної машини, яке зникло після відлежування тіста. Сильно розпушене після відлежування	бочих органів тістомісильної машини, яке зникло після відлежування тіста. Сильно розпушене після відлежування	туге. Сильно розпушене
Розкочування	Під час розкочування було пружне	Під час розкочування було еластичне	Під час розкочування було еластичне, гарно розроблялося, більш м'яке порівняно з контролем	Під час розкочування було найбільш еластичне порівняно з іншими
Відштамповування	Краї були рівні, наколи чіткі	Краї були рівні, наколи чіткі	Краї були рівні, наколи чіткі	Краї були рівні, наколи чіткі
Готові вироби				
Кислотність, град	2,5	2,5	2,0	2,0
Питомий об'єм, см ³ /100 гр	138	142	144	142
Формостійкість	0,42	0,41	0,45	0,48
Зовнішній вигляд	Форма правильна, відповідає виду виробу крайців			Форма випукла, велика верхня скоринка
Стан поверхні	Гладка, з наколами, з поодинокими тріщинами на поверхні	Гладка, з наколами, з вираженими тріщинами та розривами на поверхні	Гладка, з наколами, з вираженими тріщинами та розривами на поверхні	Гладка, з наколами, з вираженими тріщинами та великими розривами на поверхні
Колір скоринки	Світлий з жовтим відтінком	Світло-коричневий	Жовто-коричневий	Коричневий
Стан м'якушки	Щільна, волога, не липка, досить еластична			
Стан пористості	Дрібна, не розвинена, не рівномірна			
Смак і аромат	Властивий пшеничному хлібу з наявним солодовим присмаком			
Комплексний показник якості	84	88	92	85

Встановлено, що використання ячмінно-солодового екстракту здійснює позитивний вплив не тільки на смак, але й на структурно-механічні властивості тіста. Зі збільшенням дозування зникає липкість тіста і покращується його еластичність, що полегшує обробку тіста під час розкочування та штампування. У готових виробах кислотність у нормативних межах. Найбільший питомий об'єм у виробах за дозування 3% до маси борошна ячмінно-солодового екстракту. Найбільш збалансованими за шириною та висотою є вироби з 3% до маси борошна ячмінно-

солодового екстракту. Вироби з 5% до маси борошна ячмінно-солодового екстракту мали дуже випуклу верхню скоринку, що не відповідає вимогам до окрайців. Усі вироби мали приємний смак і аромат. За комплексним показником якості вироби з 3% до маси борошна ячмінно-солодового екстракту отримали найвищий бал. Отже, оптимальним дозування ячмінно-солодового екстракту в рецептуру бездріжджових окрайців на рязанці обрано 3% до маси борошна.



Рис. 3. Фото окрайців: 1 — контроль; 2 — з 2% до маси борошна ячмінно-солодового екстракту; 3 — з 3% до маси борошна ячмінно-солодового екстракту; 4 — з 3% до маси борошна ячмінно-солодового екстракту

Подальші дослідження стосувалися встановлення впливу ячмінно-солодового екстракту на смак і аромат у разі дозування 3% до маси борошна. Оскільки його використання змінить вміст білків, вуглеводів, жирів, що призведе до змін у формуванні аромату, зокрема кількості карбонільних сполук. Результати досліджень кількості карбонільних сполук у скоринці виробів наведено на рис. 4.

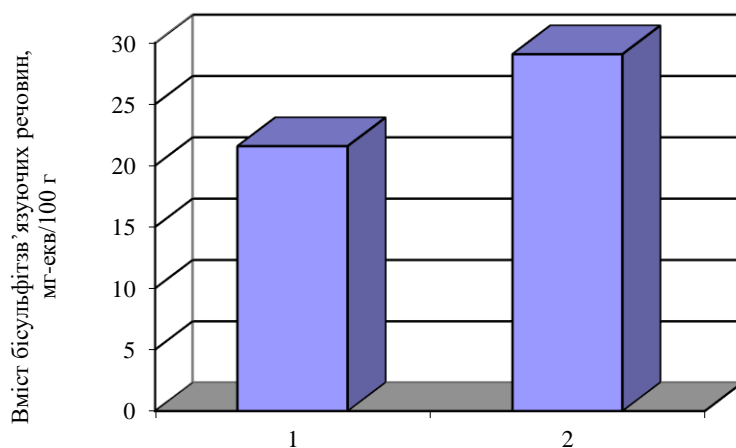


Рис. 4. Вміст бісульфітів'язуючих речовин: 1 — контроль; 2 — з 3% до маси борошна солодово-ячмінного екстракту

Покращання аромату бездріжджових окрайців, зокрема збільшення вмісту бісульфітв'язуючих сполук пояснюється тим, що за рахунок внесення солодово-ячмінного екстракту збільшується вміст цукрів та амінокислот.

Попередніми дослідженнями з мікробіологічної чистоти обмежено термін зберігання бездріжджових окрайців на рязанці до 48 год. Оскільки розроблені вироби малої маси та висоти, процес міграції вологи з центру м'якушки до скоринки буде відбуватися швидко, тому доцільно дослідити зміну показника кришкуватості виробів за рахунок утворення так званих тріщин через утворення пустот під час зберігання виробів. Результати досліджень наведено на рис. 5.

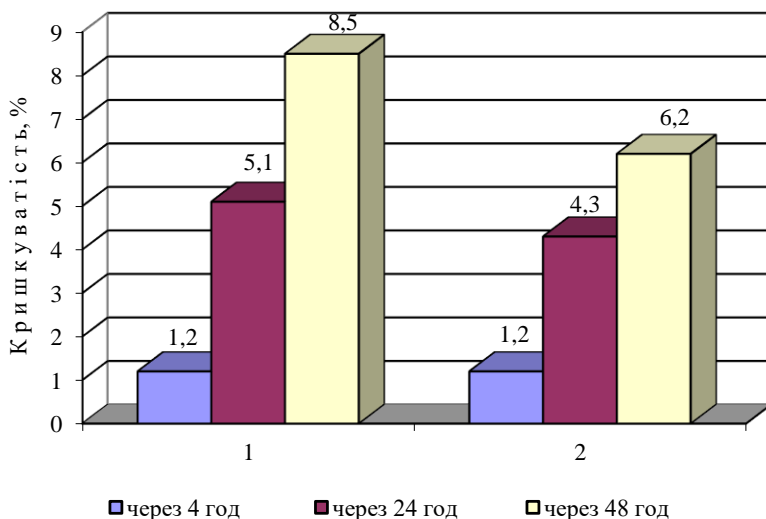


Рис. 5. Кришкуватість готових виробів під час зберігання:

1 — контроль; 2 — з 3% до маси борошна солодово-ячмінного екстракту

Аналіз результатів підтвердив позитивний вплив використання 3% до маси борошна солодово-ячмінного екстракту на подовження свіжості бездріжджових окрайців на рязанці протягом 48 год зберігання. Так, порівняно з контролем, значення кришкуватості м'якушки виробів зменшується у разі зберігання 48 год на 27%. Це пояснюється високою вологоутримуючою здатністю солодово-ячмінного екстракту.

Результатом проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено виріб — бездріжджовий окрасць на рязанці. Харчову цінність нового виробу оцінювали розрахунком хімічного складу.

У розрахунках використовували добову норму споживання хліба — 277 г, передбачену «споживчим кошиком», затвердженим Кабінетом Міністрів України, та норми фізіологічних потреб населення в основних харчових речовинах та енергії (Наказ про затвердження норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії МОЗ України. Норми від 18.11.1999. № 272).

На основі проведених розрахунків було встановлено, що розроблений бездріжджовий окраєць на рязанці забезпечує енергетичну цінність в 239,0 ккал. Розрахунок забезпечення добової потреби організму показав, що розроблений бездріжджовий окраєць на рязанці забезпечує потребу в організмі людини (жінки віком 18...29 років, I група інтенсивності праці) білками — на 31,5%, жирами — на 10,5%, вуглеводами на — 49,0%, харчовими волокнами — на 18,3%.

Таблиця 6. Хімічний склад 100 г бездріжджових окрайців на рязанці та покриття добової потреби в організмі основних нутрієнтів

Харчові речовини	Міститься у 100 г хліба	Середня добова потреба	Міститься у 277 г хліба	Покриття добової потреби
Білки, г	7,6	67	21,1	31,5
Жири, г	2,6	68	7,2	10,5
Вуглеводи, г з них цукри	46,3 2,95	392,00 —	128,3 —	49 —
Зола, г	0,38	—	—	—
Харчові волокна, г	2,0	30,0	5,5	18,3
Енергетична цінність, ккал	239,0	—	662,0	—

Висновки

Встановлено, що найбільший комплексний показник якості отримав виріб з рязанкою, для якого встановлений термін зберігання не більше 48 год.

За комплексним показником якості найбільший бал мають вироби з 3% до маси борошна ячмінно-солодового екстракту, які характеризуються кращим зберіганням свіжості та ароматом, оскільки початковий вміст зв'язаної вологи в виробах з 3% до маси борошна солодово-ячмінного екстракту більший, ніж у контролі на 2,9%, а після 48 год зберігання на 13,8%, при цьому втрата зв'язаної вологи менша на 28,7% порівняно з контролем.

Розроблений бездріжджовий окраєць на рязанці забезпечує потребу в організмі людини (жінки віком 18...29 років, I група інтенсивності праці) білками — на 31,5%, жирами — на 10,5%, вуглеводами — на 49,0%, харчовими волокнами — на 18,3%.

Подяка

Робота була виконана в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи «Наукове обґрунтування та розроблення ресурсоефективних технологій харчової продукції цільового призначення як імператив продовольчої безпеки» 0123U102060.

Література

- Дробот, В. І. (Ред.). (2006). Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва. Київ: Центр навч. літ-ри.
- Кочубей-Литвиненко О. В., Білик О. А. (2015). Збагачена мінеральними речовинами молочна сироватка як перспективний поліпшувач якості хліба. *Наукові праці НУХТ*, 21(6), 211—219.
- Мікробіологія харчових виробництв (2016). Херсон: Видавець ФОП Грінь Д. С.

Iga Rybicka (2023). Comparison of elimination diets: Minerals in gluten-free, dairy-free, egg-free and low-protein breads. *Journal of Food Composition and Analysis*, 118, 105204. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105204>.

Yaqin Wang, Ching Jian, Anne Salonen, Mingsheng Dong, Zhen Yang (2023). Designing healthier bread through the lens of the gut microbiota. *Trends in Food Science & Technology*, 134, 13—28. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.02.007>.

Barbora Burešová, Luboš Paznocht, Zora Kotíková, Beatrice Giampaglia, Petr Martinek, Jaromír Lachman (2021). Changes in carotenoids and tocopherols of colored-grain wheat during unleavened bread preparation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 103, 104108. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104108>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157521003082>).

Hamelman, Jeffrey (2021). *A Baker's Book of Techniques and Recipes* Edition 3rd edition. Wiley.

Lezhen Dong, Ying Li, Qin Chen, Yahui Liu, Zhaohui Qiao, Shangyuan Sang, Jingshun Zhang, Shengnan Zhan, Zufang Wu, Lianliang Liu (2023). Research advances of advanced glycation end products in milk and dairy products: Formation, determination, control strategy and immunometabolism via gut microbiota. *Food Chemistry*, 417, 135861. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135861>.

Nathalia M. Coutinho, Marcelo R. Silveira, Ramon S. Rocha, Jeremias Moraes, Marcus Vinicius S. Ferreira, Tatiana C. Pimentel, Monica Q. Freitas, Marcia C. Silva, Renata S. L. Raices, C. Senaka Ranadheera, Fábio O. Borges, Simone P. Mathias, Fabiano A. N. Fernandes, Sueli Rodrigues, A. G. Cruz (2018). Cold plasma processing of milk and dairy products. *Trends in Food Science & Technology*, 74, 56—68. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.02.008>.

Li W. et al. (2014). Structural elucidation and antioxidant activities of exopolysaccharides from *Lactobacillus helveticus* MB2-1. *Carbohydrate Polymers*, 102, 351—359.

Graça, C., Raymundo, A., Sousa, I. (2019). Wheat bread with dairy products —Technology, nutritional, and sensory properties. *Applied Sciences*, 9(19), 4101.

Graça, C., Raymundo, A., Sousa, I. (2020). Yogurt as an alternative ingredient to improve the functional and nutritional properties of gluten-free breads. *Foods*, 9(2), 111.

Graça, C., Raymundo, A., de Sousa, I. (2021). Yoghurt and curd cheese addition to wheat bread dough: Impact on in vitro starch digestibility and estimated glycemic index. *Food chemistry*, 339, 127887.

Houben, A., Höchstötter, A., Becker, T. (2012). Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. *European Food Research and Technology*, 235, 195—208.