

DOI <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2025-15-2-37>

УДК 664.6/7

В. С. Калина, канд. техн. наук., доцент

ORCID: 0000-0002-3061-3313

В. О. Троєкурова, асистент

ORCID: 0009-0002-9117-696X

Д. П. Закопай, магістр

ORCID: 0009-0007-5364-6293

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

e-mail: viktoriya-kalina@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА АМАРАНТОВО-ЖИТНЬОГО ХЛІБА ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРОДУКТУ З ПІДВИЩЕНОЮ ХАРЧОВОЮ ЦІННІСТЮ

Анотація. Метою роботи є розробка технології виробництва амарантово-житнього хліба. За результатами експериментальних досліджень розроблено рецептуру хлібобулочних виробів з підвищеною харчовою цінністю. Методом бального оцінювання визначено органолептичні показники якості нового продукту. Стандартними методами проаналізовано хлібні зразки за фізико-хімічними показниками якості: вологість, кислотність, пористість. Встановлено раціональні співвідношення рецептурних інгредієнтів для створення хлібних виробів та рекомендовано для виробництва використання кількості суміші борошна амарантово-житнього як 2:1. При цьому покращуються зовнішній вигляд, смак та фізико-хімічні показники якості. Використання амарантового борошна у хлібопекарстві дозволить збагатити продукт нутрієнтами, які є важливими для здоров'я людини та розширити асортимент в раціоні для окремих груп споживачів.

Ключові слова: хліб, борошно амарантове, борошно житнє, технологія, органолептичні та фізико-хімічні показники якості.

Постановка проблеми. В сучасних умовах розвитку харчової промисловості спостерігається зростаюча потреба населення у високоякісних, безпечних та корисних для здоров'я продуктах харчування. Хліб, як один із базових елементів раціону людини, має велике соціальне та економічне значення. Традиційні технології виробництва хлібобулочних виробів не завжди відповідають сучасним вимогам до харчової цінності, збереження корисних властивостей сировини та потреб окремих груп споживачів (діти, люди похилого віку, особи з непереносимістю глютену, цукровим діабетом тощо).

Відмінним варіантом використання в раціоні людей хворих на целиацію є сировина з амаранту. Білки з такої сировини містять всі амінокислоти і легко засвоюються організмом людини, оскільки є одними з найбільш схожих на білки тваринного походження [1].

До малопоширених видів борошна можна віднести житнє борошно, яке містить значну кількість харчових волокон, вітамінів групи В, мінеральних речовин (залізо, калій, магній), антиоксидантів та біологічно активних сполук. Серед зернових продуктів досить багатими на клітковину є житні продукти, дослідження яких демонструють позитивний вплив на метаболізм глюкози і самооцінку ситості, придушення голоду і як наслідок споживання енергії під час наступного прийому їжі [2].

Однак, впровадження житнього борошна у виробництво хліба супроводжується низкою технологічних та органолептичних труднощів. Тісто із житнього борошна має слабку клейковину або повністю її позбавлене, що ускладнює формування об'єму та структури готового виробу. Хліб із житнього борошна, у порівнянні з пшеничним, має більш кислий смак, темні-



ший колір і специфічні смакові властивості, які не завжди відповідають звичним споживчим уподобанням.

Крім того, виникають проблеми з ферментативними процесами у житньому тісті (через високу активність амілаз), що можуть негативно впливати на якість хліба. Це вимагає застосування особливих технологічних прийомів: заквасок, ферментованих добавок, ретельного контролю кислотності та температурних режимів.

Отже, постає нагальна потреба у вивченні оптимальних умов і способів використання житнього борошна для забезпечення високої якості хлібобулочних виробів, з урахуванням як його харчової цінності, так і технологічних особливостей.

Аналіз останніх досліджень. Хліб є одним з основних продуктів харчування, який може виконувати роль засобу корекції харчового раціону. Попри наявність широкого асортименту традиційної хлібобулочної продукції, виробництво виробів із підвищеним вмістом білка та інших біологічно-активних речовин для окремих соціальних або вікових груп є вкрай обмеженим – їх частка не перевищує 1–2 % від загального обсягу виробництва. У зв'язку з цим розробка нових видів продукції з використанням нетрадиційної сировини, що має високу біологічну цінність, є актуальним напрямом наукових досліджень і технологічних розробок.

Спостерігається тенденція до зростання виробництва хлібобулочних виробів із підвищеною харчовою цінністю. Незважаючи на доступність традиційного хліба як потенційного джерела білка, його реальна білкова цінність є низькою через високий вміст вологи. Це обмежує можливість повноцінного забезпечення білкових потреб організму за рахунок звичайної хлібної продукції.

При виробництві хлібобулочних виробів та інших харчових продуктів жито виступає ключовою зерновою культурою, що слугує джерелом борошна.

Жито, порівняно з іншими злаковими культурами, характеризується здатністю до акумуляції білка у підвищених кількостях. Цей феномен є предметом вивчення науковців, особливо в контексті створення гібридів пшениці та жита. Вміст білка у зерні може коливатися в межах 21–25 %, що зумовлено низкою факторів, зокрема генотипом, агрокліматичними умовами та строками посіву [3].

До основних харчових продуктів, що виготовляють з використанням жита, належать хліб, хрусткі сорти хліба, а також житні пластівці для приготування каш і сніданків. Останнім часом спостерігається зростання інтересу до застосування жита як інгредієнта у виробництві напівфабрикатів та снекової продукції. Завдяки своєму хімічному складу, зерно жита розглядається як перспективна сировина для створення функціональних і здорових харчових продуктів. Жито має потенціал для розширення асортименту зернових продуктів, доступних для споживання людиною, а також сприяє підвищенню вмісту харчових волокон і супутніх біологічно-активних сполук у готовій продукції, що є важливим чинником у формуванні раціонального харчування [4].

Зерно жита також вирізняється вищим вмістом деяких амінокислот, зокрема гістидину, аргініну, фенілаланіну та глутамінової кислоти, що зумовлює його підвищену біологічну цінність.

Особливості складових житнього борошна можуть бути визначені його характеристиками при вологості 14 %. Відсотковий склад житнього борошна залежить від сорту і включає 7,0–11,0 % білкових речовин, 70–77 % вуглеводів, 1,1–1,6 % жирів і 0,6–1,3 % мінеральних речовин. Вуглеводи представлені крохмалем, цукрами, розчинними (слизями) і нерозчинними пентозанами, а також клітковиною [5].

Порівнюючи з амарантовим борошном, можна відзначити, що житнє борошно відрізняється своєю складовою структурою, в якій переважають крохмаль, цукри, гумі речовини. У той час як амарантове борошно багате протеїнами, мінералами, вітамінами і має інші характеристики, які роблять його перспективним у харчовій промисловості [6].



В умовах постійного розвитку харчової промисловості та зростаючого попиту на здорові та високоякісні продукти, зерно амаранту та продукти його переробки виступають як перспективне джерело сировини. Одним із найпопулярніших продуктів харчування є хліб.

Амарант вражає своїм цінним хімічним складом та високою безпекою. Його використання в технології виробництва хлібних виробів відкриває нові можливості для створення продуктів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Він виділяється своїм цінним хімічним складом та високим рівнем безпеки. Застосування його у виробництві хлібних виробів відкриває перспективи для створення продуктів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Амарантове борошно, у свою чергу, є важливим джерелом основних мінералів (кальцію, цинку, магнію, фосфору, заліза) та вітамінів. Маленька порція амаранту (до 250 мл) забезпечує до 30 % добової норми кальцію, до 13 % добової норми вітаміну С та навіть цілих 80 % заліза [7].

Амарантове борошно вирізняється високою харчовою цінністю завдяки своєму збагаченому хімічному складу. Зокрема, вміст білка у ньому перевищує аналогічний показник пшеничного борошна у 3,8 рази, ліпідів – у 9,4 рази, клітковини – у 17 разів. Амарантове борошно також суттєво переважає за вмістом мінеральних речовин: натрію – у 24 рази, калію – у 4,2 рази, кальцію – у 19 разів, магнію – у 6 разів, фосфору – у 5 разів, заліза – у 36 разів. Вміст вітамінів є значно вищим: тіаміну – у 33 рази, рибофлавіну – у 74 рази, ніацину – у 1,2 рази [8].

Завдяки підвищеному вмісту білків і ліпідів амарантове борошно має дещо вищу енергетичну цінність порівняно з пшеничним. Вміст незамінних амінокислот у білковій фракції амарантового борошна становить 17,6 г на 100 г білка, а загальна кількість амінокислот – 37,7 г/100 г білка, що свідчить про його більш збалансований амінокислотний склад у порівнянні з пшеничним борошном. Тому амарантове борошно є доцільним для використання у хлібопекарській та кондитерській галузях у сумші з пшеничним борошном. Амарантове борошно доцільно використовувати не лише у виробництві хліба, а й інших продуктах харчової промисловості [9].

Останнім часом значно зріс інтерес до амарантової сировини, як до обґрунтовано перспективного інгредієнту для створення функціональних харчових продуктів завдяки своїм високоякісним харчовим та технологічним властивостям.

Формулювання мети статті (постановка завдання). Метою роботи є розробка технології виробництва амарантово-житнього хліба.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- розробити рецептуру хлібобулочних виробів;
- оцінити органолептичні та фізико-хімічні показники якості дослідних зразків.

Основна частина. Дослідні зразки хліба готували з використанням борошна амарантового органічного ТМ «АНІМСА», борошна житнього цільнозернового жорнового помелу ТМ «Лавка традицій», закваски ТМ «Земледар», олії оливкової ТМ «David», солі кухонної харчової ТМ «Артемсіль», цукру та води. Кількість води додавалася з урахуванням вихідної вологості сировини відповідно до рецептури. Рецептурні співвідношення інгредієнтів тіста для виготовлення хлібу представлені в таблиці 1.

Під час проведення експериментів зразки готували за методом пробного лабораторного випікання. Використовуючи закваску, тісто замішували відповідно до рецептури. Загальна тривалість бродіння тіста склала 240 хвилин за температури 37 ± 1 °С. Процес вистоювання тістових заготовок здійснювався за температури 37–38 °С та відносній вологості повітря 80–85 %. Після вистоювання тістових заготовок проводили випікання в лабораторній електропечі при температурі 150–160 °С тривалістю 90 хвилин.

З даних таблиці 1 видно, що дослідні зразки за рецептурами №№ 1–2 попадають в діапазон, що дозволяє одержати задовільні структурно-механічні показники тіста та органолептичні показники готового виробу, рецептура № 3 – не відповідає контрольному зразку.

Таблиця 1

Рецептура для приготування тіста

Найменування рецептурних інгредієнтів	Зразок 1 (Амарантово – житній хліб)	Зразок 2 (Житній хліб)	Зразок 3 (Амарантовий хліб)
Борошно амарантове органічне, %	30,8	–	46,2
Борошно житнє цільнозернове жорнового помелу, %	15,4	46,2	–
Закваска, %	19,2	19,2	19,2
Олія оливкова, %	2,3	2,3	2,3
Сіль кухонна харчова, %	0,7	0,7	0,7
Цукор, %	0,5	0,5	0,5
Вода, %	30,8	30,8	30,8
Характеристика дослідних зразків	Задовільні показники якості готового виробу	Задовільні показники якості готового виробу	Незадовільні показники якості готового виробу

Після випікання якість хліба оцінювали за органолептичними (рис. 2) та фізико-хімічними (табл. 2) показниками. Дослідні зразки випечених виробів представлено на рисунку 1.



Рис. 1. Дослідні зразки хлібу

1) Амарантово-житній; 2) Житній; 3) Амарантовий

Застосування методу бальної оцінки дало змогу встановити органолептичні показники якості дослідних зразків, результати яких наведено на рисунку 2.

Серед органолептичних характеристик враховували зовнішній вигляд хлібу (форма, колір та стан поверхні кірки), стан м'якуша (колір, структура пористості, реологічні властивості), смак та аромат.

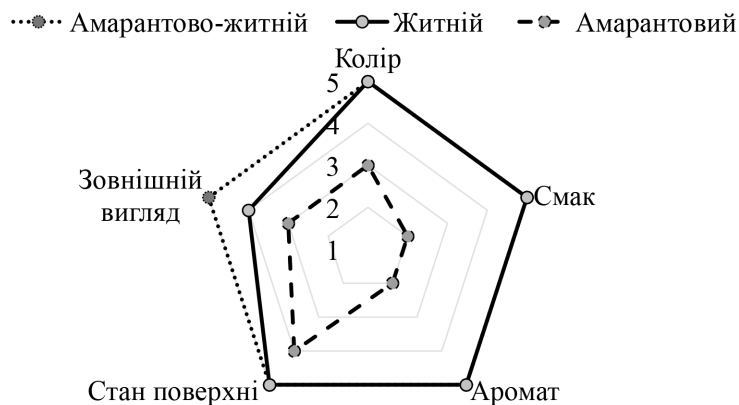


Рис. 2. Профілограми органолептичної оцінки якості дослідних зразків хліба

Досліджувані вироби, виготовлені на основі суміші борошна амарантового та житнього (зразок 1) мали найвищу оцінку за усіма показниками. Слід зазначити, що якість виробу на основі борошна амарантового (зразок 3) суттєво знижується за усіма критеріями оцінювання.



З метою підвищення якості хлібних виробів досліджено вплив різного співвідношення борошняних інгредієнтів на фізико-хімічні показники якості хлібних виробів.

Досліджувані зразки проаналізовано за фізико-хімічними показниками якості та представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники якості хлібних виробів

№ з/п	Найменування борошна (його співвідношення у хлібних виробках)	Фізико-хімічні показники хлібних виробів		
		Вологість %	Кислотність %	Пористість %
1	Амарантово-житній(2:1)	12,0	2,9	88,6
2	Житній (1:0)	11,8	5,5	83,7
3	Амарантовий (1:0)	19,6	3,3	82,6

Дані таблиці 2 свідчать про те, що:

– вологість досліджуваних зразків нижча показників ДСТУ. Хліб із пониженою вологістю має довший термін зберігання, оскільки менша кількість води уповільнює розвиток пліснявих грибів та бактерій. Це допомагає зберегти свіжість виробу на тривалий період та гарантує його якість і безпечність для споживача. Крім того, знижена вологість позитивно впливає на текстуру та структуру хліба, підтримуючи кращу консистенцію та форму під час зберігання й використання. Тривалість його зберігання становить 7 днів, тоді як традиційні хлібобулочні вироби залишаються свіжими лише 2 днів. Отже, зменшення вологості сприяє значному подовженню терміну придатності хліба;

– кислотність зразка 1 (амарантово-житній) перебуває в допустимих межах, що підтверджує доцільність застосування обраної рецептури хлібних виробів;

– пористість усіх досліджених зразків відповідає вимогам нормативно-технічної документації. Підвищена пористість хліба має низку переваг, що позитивно впливають на його якість та властивості під час його споживання. Завдяки більшій кількості пор хліб легше піддається діям шлункових соків, що сприяє ефективнішому перетравленню. Крім того, пориста структура забезпечує м'якість виробу, покращує його смакові характеристики та робить текстуру більш приємною. Рівномірний розподіл вологи в пористому хлібі сприяє тривалішому зберіганню та допомагає довше підтримувати свіжість продукту. Також хліб із розвиненою пористістю зазвичай має привабливіший зовнішній вигляд. Отже, підвищена пористість суттєво підсилює загальну якість хліба та покращує його споживні властивості.

Висновки. На основі представлених даних, а також експертних оцінок дослідних зразків хлібних виробів можна рекомендувати для виробництва використання суміші борошна амарантово-житнього у співвідношенні 2:1. При цьому покращуються зовнішній вигляд, смак та фізико-хімічні показники якості.

Використання амарантового борошна у хлібопекарстві дозволить збагатити продукт корисними речовинами, такими як кальцій, магній, фосфор та залізо, які є важливими в раціоні людини. Крім того, амарантово-житній хліб має низький глікемічний індекс, що робить його відмінним для тих, хто слідкує за рівнем цукру в крові. Його вміст лізину робить цінним джерелом повноцінного протеїнового білка. Такий хліб може бути особливо корисним для спортсменів, його прийнято вважати фітнес-хлібом. Враховуючи всі ці фактори, амарантово-житній хліб можна вважати не лише смачним, але й дієтичним продуктом, що підтримує здоров'я людини.

*Список використаних джерел*

1. Калина В. С., Родигін О. А. Макаронні вироби з амарантового борошна. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Нові рішення в сучасних технологіях*. Харків : НТУ «ХПІ». 2022. № 3 (13). С. 57–62. doi:10.20998/2413-4295.2022.03.09
2. Sanz-P., Juan M. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LWT-Food science and technology*. 2013, 50.2: 679–685.
3. Deleu Lomme J. The major constituents of rye (*Secale cereale* L.) flour and their role in the production of rye bread, a food product to which a multitude of health aspects are ascribed. *Cereal Chemistry*. 2020. 97.4: 739-754.
4. Kamal-Eldin, Afaf et al. Rye bread and other rye products. *Technology of functional cereal products*. 2008. 233–260.
5. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва. К. : Логос, 2002. с. 516.
6. Дзюндзя О. В., Звагольська К. М. Аналіз нетрадиційної борошняної сировини для виробництва хлібобулочних виробів. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 1. С. 22–29.
7. Шаповаленко О. І., Корж Т. В., Бондар І. П. Вплив борошна з амаранту на якість хліба. *Зберігання і переробка зерна*. 2007. № 5(95). С. 34–36.
8. Овсієнко С. М. Амарант та продукти його переробки в хлібопеченні. *Продовольчі ресурси*. 2022. Т. 10. № 18. С. 109–120.
9. Miranda-Ramos K. C., Sanz-Ponce N., Haros C.M. (2019). Evaluation of technological and nutritional quality of bread enriched with amaranth flour. *Food Science and Technology*. 114, 108418.

Стаття надійшла до редакції 12.10.2025

Стаття прийнята 29.10.2025

Статтю опубліковано 22.12.2025



V. Kalyna, V. Troiekurova, D. Zakopai
Dnipro State Agrarian and Economic University

RESEARCH INTO THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF AMARANTH-RYE BREAD AS A FUNCTIONAL PRODUCT WITH INCREASED NUTRITIONAL VALUE

Summary

The aim of the work is to develop a technology for the production of amaranth-rye bread. It is proposed to strengthen the position of bakery products on the domestic market by expanding the range and increasing the production of products of increased nutritional and biological value. For this purpose, a new functional product has been developed – bread products containing amaranth and rye flour. Based on the results of experimental research, a recipe for bakery products with increased nutritional value has been developed. The following recipe ingredients were used in the work: organic amaranth flour, whole grain milled rye flour, sourdough, olive oil, table salt, sugar, water. The test samples were prepared using the laboratory baking test method. The total duration of dough fermentation was 240 minutes at a temperature of 37 ± 1 °C. The dough proofing process was carried out at a temperature of 37–38 °C and a relative humidity of 80–85%. After proofing, the dough was baked in a laboratory electric oven at a temperature of 150–160 °C for 90 minutes. The organoleptic quality indicators of the new product were determined using the scoring method. Bread samples were analyzed using standard methods for physicochemical quality indicators: moisture, acidity, porosity. Rational ratios of recipe ingredients for creating bread products have been established and it is recommended to use the amount of amaranth-rye flour mixture as 2:1 for production. This improves the appearance, taste, and physicochemical quality indicators. The use of amaranth flour in baking will enrich the product with nutrients that are important for human health and expand the range of foods in the diet for certain groups of consumers.

Keywords: bread, amaranth flour, rye flour, technology, organoleptic and physicochemical quality indicators.