

## ЗАСТОСУВАННЯ БОРОШНА КІНОА В ТЕХНОЛОГІЇ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА

**Болгова Наталія Вікторівна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-0201-0769  
natalia.bolhova@snau.edu.ua

**Соловей Валерія Ігорівна**

магістр  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0009-0003-0132-1316  
lerko.solovey@gmail.com

У статті розглянута перспектива використання високобілкових рослинних добавок в хлібопекарській промисловості на прикладі використання борошна кіноа. Аналіз досліджень даної проблематики дозволяє стверджувати, що кіноа є надзвичайно багатобілковою високобілковою добавкою, однак слід підібрати відсоток її внесення та технологію підготовки перед внесенням, яка дозволить зберегти біологічну цінність, забезпечить оптимальні органолептичні властивості готового продукту. **Метою** дослідження є обґрунтування рецептури хліба пшеничного з додаванням регіонального кіноа сорту Квартет. Об'єктом дослідження є технологія виробництва хліба пшеничного опарним способом. Пропонується додавання борошна кіноа в рецептуру хлібопекарських виробів, шляхом заміни частини пшеничного борошна на борошно кіноа. Розроблено рецептури 3 зразків із заміною 5, 10 та 15% пшеничного борошна на борошно кіноа. Для приготування хліба використовувалося насіння кіноа сорту Квартет, пристосоване до наших кліматичних умов, яке було селекціоновано і вирощене в Сумському НАУ. Проведено дослідження та аналіз органолептичних та фізико-хімічних показників виробів. За результатами органолептичної оцінки можна зробити висновок, що оптимальною кількістю заміни пшеничного борошна на борошно кіноа є 10%. Отриманий продукт не лише відповідає вимогам нормативної документації, але і набуває нових, характерних внесеній добавці, смако-ароматичних характеристик. Слід зазначити, що заміна пшеничного борошна на борошно кіноа позитивно вплинула на пористість хліба, збільшивши показник на 6%. Отже, за фізико-хімічними показниками другий зразок не перевищував допустимі норми та був кращим контролю. **Висновки.** Встановлено, що внесення в тісто високобілкових добавок замість частини пшеничного борошна сприяє інтенсифікації процесу бродіння і зміни структурно-механічних властивостей тіста: збільшення водопоглинальної здатності, швидкості утворення тіста, зменшення його розпливчисті. Оптимальна кількість заміни борошна складає 10%. Визначено, що внесення такої кількості борошна кіноа в рецептуру сприяє як покращенню органолептичних та фізико-хімічних показників. Обґрунтовано доцільність використання борошна кіноа в хлібопекарській промисловості для збільшення частки нової продукції.

**Ключові слова:** хліб, борошно, кіноа, тісто, добавка, опара, кислотність, рецептура, органолептика.

DOI <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.1.3>

**Вступ.** Хліб та хлібобулочні вироби належать до основних харчових продуктів, середня добова норма споживання яких становить близько 300 г. Слід зазначити, що сьгодні споживачу пропонується велике різноманіття хлібобулочних виробів зі зміненим рецептурним складом за рахунок плодово-ягідної та овочевої сировини (Samilyuk et al., 2022; Lobachova, 2015; Yevchuk, 2017; Karpyk et al., 2021; Yudicheva et al., 2020).

Поряд із перевагами хлібобулочні вироби характеризуються незбалансованістю за основними харчовими нутрієнтами: підвищеним вмістом вуглеводів і малою кількістю білка з неповноцінним амінокислотним складом. Головними лімітуючими амінокислотами пшеничного борошна є лізин і треонін. У зв'язку з цим підвищення білкової цінності хліба – важливе завдання фахівців хлібопекарської галузі.

Одним з шляхів його вирішення є пошук нових, альтернативних видів хлібопекарської сировини з високим вмістом білка. Для підвищення біологічної цінності хліб-

них виробів необхідно збагачувати їх білками, багатими на лізин, метіонін, триптофан. З погляду на це, представляється перспективним дослідження можливості використання у технології хліба рослинних високобілкових добавок (Makhynko & Chernysh, 2014; Alvarez-Jubete et al., 2010; Yaver & Bilgiçli, 2020).

Традиційні рослинні білки (тобто пшениця та соя) домінують у хлібопекарській промисловості, але нові джерела набувають популярності. Їх використовують або у вигляді борошна або крупи зі знежиреного насіння з вмістом білка 50–53%, або виробляють з них так звані концентрати і ізоляти. Шляхом видалення з них небілкових речовин доводять вміст білка в них до 65–70% (Zhou & Gao, 2022).

Кіноа – застосування якої на даний час поширене за кордоном, є однією з перспективних високобілкових рослин. Кіноа багата на лізин, треонін і метіонін, амінокислоти, яких немає в інших злаках. В хлібопеченні кіноа використовують як у вигляді насіння, так і у вигляді

борошна. Додавання 5–15% борошна кіноа замість пшеничного борошна має прийнятні якісні характеристики, такі як реологічна поведінка, яка може передбачити поводження тіста під час обробки, а також колір, консистенцію та фізичну форму, і в кінцевому підсумку характеристики продукту (Coşovanu et al., 2021; Bilgiçli & İbanoğlu, 2015; Chlopicka et al., 2012; Yeşil & Levent, 2022; Azizi et al., 2020; Morita et al., 2001; Kurek & Sokolova, 2020; Coşovanu et al., 2020). Незважаючи на свою поживну цінність, кіноа має горіховий смак, який відрізняється від пшеничних продуктів, і її хлібопекарська якість низька, оскільки в ній відсутній білок глютену, щоб утворити липке тісто.

Аналіз досліджень даної проблематики дозволяє стверджувати, що кіноа є надзвичайно багатообіцяючою високобілковою добавкою, однак слід підібрати відсоток її внесення та технологію підготовки перед внесенням, яка дозволить зберегти біологічну цінність, забезпечить оптимальні органолептичні властивості готового продукту.

**Матеріали і методи досліджень.** Метою дослідження є обґрунтування рецептури хліба пшеничного з додаванням регіонального кіноа сорту Квартет. Об'єктом дослідження є технологія виробництва хліба пшеничного опарним способом. Предметом дослідження є хліб пшеничний з додаванням борошна кіноа, хліб пшеничний (ДСТУ7515:2014).

Методи дослідження – основні дослідженнями були проведені методами теоретичного узагальнення та аналізу, а також були використані розрахункові, органолептичні та фізико-хімічні методи досліджень. Відбір проб готових хлібобулочних виробів і оцінку їх органолептичних показників (зовнішній вигляд, колір і стан скоринки, стан м'якушки, смак, запах) здійснювали за ДСТУ 7044:2009 не раніше ніж через 180×60 с після їхнього повного остигання. Фізикохімічні показники якості (масову частку вологи, кислотність, пористість та питомий об'єм) визначали за стандартними методиками за ДСТУ 7045:2009.

**Результати дослідження.** Провівши аналіз літературних джерел було виявлено, що в хлібопекарській промисловості рекомендована частка заміни борошна на білкову сировину складає не більше 15%.

Для вирішення поставлених завдань було розроблено рецептури 3 зразків та проведено пробне випікання. Перші три зразки були виготовлені з різним відсотком додавання борошна кіноа, а четвертий – контрольний, виготовлений тільки на пшеничному борошні (табл. 1).

Всі 4 зразки були приготовані опарним способом, оскільки у порівнянні з безопарним забезпечує краще керування процесом приготування тіста, тобто дає можливість обрати кращий режим і виробити більш широкий асортимент хлібобулочних виробів. Двофазне зброджування сприяє поліпшенню структури клейковини тіста і дає змогу одержувати хліб з більш розвиненою пористістю та з найбільшим вмістом пахучих і смакових речовин.

Для приготування хліба використовувалося насіння кіноа сорту Квартет, пристосоване до наших кліматичних умов, яке було селекціоновано і вирощене в Сумському НАУ.

Технологічний процес виробництва хліба розпочинається з підготовки сировини. Першим етапом підготовки сировини є приготування борошна кіноа. Борошно кіноа готувалося самостійно: зерно очищаємо, пропарюємо та просушуємо. Підготовлене зерно подрібнюємо на лабораторних млинах та просіюємо. Для розробленої рецептури обираємо малу та середню фракцію.

Здійснюємо підготовку іншої сировини: борошно пшеничне просіюємо крізь сито з діаметром отворів 1–1,5 мм, цукор та сіль просіюємо крізь сито з діаметром отворів 2–3 мм. Цукор вносимо не розчинений, а з просіяної солі готуємо сольовий розчин. Дріжджі попередньо активуємо, воду підігріваємо до температури 28±2°C. Приготування пшеничного тіста на опарі складається з двох етапів – приготування опари і тіста. Для приготування опари вводимо 2/3 потрібної за рецептурою води і 1/2 об'єму всього борошна (борошно кіноа вносимо все відразу), вносимо усі дріжджі. Під час проведення дослідження спостерігаємо, що кількість введеної води для отримання «сметаноподібної» консистенції опари різна. В зразках 2, 3 збільшується на 2%. Замішуємо опару протягом 5–7 хв. та залишаємо бродити на 3–4,5 години. По закінченні першого етапу до опари вносимо залишки пшеничного борошна, води і всі інші компоненти. Тісто замішуємо 8–10 хв. та залишаємо бродити на 1–1,5 год. У процесі бродіння тісто піддаємо обминці. Всі 4 зразки за один і той самий час при бродінні опари і тіста по різному збільшувалися в об'ємі, зразки 4, 1 мали найбільший об'єм, в той час як зразок 2, 3 менший. Після бродіння формували тістові заготовки і залишали на остаточне вистоювання протягом 15 хв. Консистенція тістових заготовок зі збільшенням кількості борошна кіноа в рецептурі ставала більш розпливчастою, об'єм зменшувався, що пояснюється введенням безглютенового компонента (рис. 1).

Таблиця 1

Рецептура досліджуваних зразків

Сировина	Кількість, г			
	4 зразок	1 зразок	2 зразок	3 зразок
Борошно пшеничне в/с	200,0	190,0	180,0	170,0
Борошно кіноа	-	10,0	20,0	30,0
Дріжджі сухі	1,2	1,2	1,2	1,2
Сіль	2,6	2,6	2,6	2,6
Цукор	2,0	2,0	2,0	2,0
Всього	205,8	205,8	205,8	205,8



Рис. 1. Тістові заготовки перед випіканням

Після остаточного вистоювання випікали хліб протягом 30–35 хв при температурі 180–200°C. Відразу після закінчення випікання продукт охолоджували. В наслідок цього маса виробів зменшилася на 1,5–2,5 % від маси гарячого хліба.

Борошно з кіноа має дещо сіруватий колір та смак і запах горіху, що передається готовому виробу, тому одним з першочергових методів контролю є органолептична оцінка (рис. 2).



Рис. 2. Зразки після випікання

Сенсорну оцінку випечених зразків проводила, відповідно вимог ДСТУ 7517:2014 «Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови», група дегустаторів із 6 осіб. Результати наведені в таблиці 2.

Хліб з додаванням борошна кіноа мав дещо відмінні органолептичні показники, а саме – чим більший відсоток внесення борошна кіноа, тим більш насичений колір виробу, смак та запах. При внесенні 5% ці показники суттєво не змінилися порівняно з контрольним зразком,

Таблиця 2

Органолептичні показники виробів

Показник	ДСТУ 7517:2014	Зразок			
		4	1	2	3
Зовнішній вигляд:					
форма	Округла, овальна чи довгасто-овальна, не розпливчаста, без притисків, дозволено один – два злипи	Округла, не розпливчаста, без притисків та злипів			
поверхня	Гладка або шорстка, без забруднень. З наколами, надрізами чи посипкою або без них, без великих тріщин і великих підривів, допустима борошністість верхньої та нижньої скоринки	Гладка, без забруднення, з маленькими тріщинами і маленькими підривами			
колір	Від світло-жовтого до темно-коричневого, без підгоріlostей	Світло-жовтий	Жовтий з коричневим відтінком	Світло-коричневий	
Стан м'якушки	Пропечена, еластична, не волога на дотик, з розвинутою пористістю, без слідів непромісу й ущільнення	Пропечена, еластична, не волога на дотик, з розвинутою пористістю, без слідів непромісу й ущільнення			
Смак і запах	Властивий цьому виду хліба, без стороннього запаху та присмаку	Властивий цьому виду хліба, без стороннього запаху та присмаку	Власти вий хлібу з пшеничного борошна, слабо виражений горіховий запах і присмак	Власти вий хлібу з пшеничного борошна, виражений горіховий запах і присмак	Властивий хлібу з пшеничного борошна, виражений горіховий запах, сильно виражений горіховий присмак

а внесення 15% надало виробу темного кольору та вираженого специфічного смаку і запаху. За результатами органолептичної оцінки можна зробити висновок, що оптимальною кількістю заміни пшеничного борошна на борошно кіноа є 10%. Отриманий продукт не лише відповідає вимогам нормативної документації, але і набуває нових, характерних внесеної добавці, смако-ароматичних характеристик.

Наступним етапом після проведення органолептичної оцінки випечених виробів і обрання найкращого зразка є дослідження його фізико-хімічних показників. Результати фізико-хімічних показників наведені в таблиці 3.

Встановлено, що додавання в рецептуру 10% борошна кіноа не має суттєвого впливу на досліджувані показники. Вологість зразка № 2 була вищою відносно контролю на 2%, але не перевищувала вимоги нор-

мативного документу. Кислотність зразків хліба також майже не змінилася. Слід зазначити, що заміна пшеничного борошна на борошно кіноа позитивно вплинула на пористість хліба, збільшивши показник на 6%. Отже, за фізико-хімічними показниками другий зразок не перевищував допустимі норми та був кращим контролю.

**Висновки.** Використання в рецептурі пшеничного хліба 15% борошна з кіноа призводить до зменшення питомого об'єму продукту, збільшення твердості, грубості та пористості, оскільки борошно з кіноа змінює вторинну структуру клейковини та порушує її мережу. Додавання невеликої кількості борошна з кіноа (10%) не має негативного впливу на хлібопекарські властивості пшеничного хліба, а сенсорна оцінка показала, що смак, аромат пшеничного хліба набуває характерного кіноа післясмаку.

Таблиця 3

**Фізико-хімічні показники виробів**

Показник	ДСТУ 7517:2014	Зразок	
		4	2
Вологість м'якушки, %	не більше 45	38	40
Кислотність м'якушки, град	не більше 3,5 град	2,5	2,4
Пористість м'якушки, %	не менше 68	73	79
Масова частка цукру, в перерахунку на СР, %	не більше 1,0%	В межах допустимого	
Масова частка жиру, в перерахунку на СР, %	не більше 0,5%	В межах допустимого	

**Бібліографічні послання:**

1. Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E.K., & Gallagher, E. (2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chemistry*, 119(2), 770-778. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.032>
2. Azizi, S., Azizi, M.H, Moogouei, R., & Rajaei, P. (2020). The effect of Quinoa flour and enzymes on the quality of gluten-free bread. *Food Sci Nutr*, 8(5), 2373-2382. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1527>
3. Bilgiçli, N., & İbanoğlu, Ş. (2015). Effect of pseudo cereal flours on some physical, chemical and sensory properties of bread. *Journal of Food Science & Technology*, 52, 7525-7529. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1770-y>.
4. Chlopicka, J., Pasko, P., Gorinstein, S., Jedryas, A., & Zagrodzki, P. (2012). Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads. *LWT-Food Science and Technology*, 46(2), 548-555. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.11.009>
5. Coțovanu, I., Batariuc, A., & Mironeasa, S. (2020). Characterization of Quinoa Seeds Milling Fractions and Their Effect on the Rheological Properties of Wheat Flour Dough. *Applied Sciences*, 10(20), 7225. <https://doi.org/10.3390/app10207225>
6. Coțovanu, I., Ungureanu-luga, M., & Mironeasa, S. (2021). Investigation of Quinoa Seeds Fractions and Their Application in Wheat Bread Production. *Plants (Basel)*, 11(10(10)), 2150. <https://doi.org/10.3390/plants10102150>
7. Functional Bakery Products: Novel Ingredients and Processing Technology for Personalized Nutrition. Edited by Weibiao Zhou, Jing Gao. Academic Press publications, 2022. 327.
8. Karpyk, H., Kukhtyn, M., Selskyi, V., Nazarko, I., Pokotylo, O., & Haidamaka, M. (2021). Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 3-7. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9601>
9. Kurek, M.A., & Sokolova, N. (2020). Optimization of bread quality with quinoa flour of different particle size and degree of wheat flour replacement. *Food Sci. Technol*, 40(2). <https://doi.org/10.1590/fst.38318>
10. Lobachova N.L. Udoskonalennia tekhnolohii bezgliutenovykh khlibobulochnykh vyrobiv [Improving the technology of gluten-free bakery products]: monohrafiia. Sumy: Sumskiy natsionalnyi ahrarnyi universytet, 2015, 214. (in Ukrainian).
11. Makhynko, V.M., & Chernysh, L.M. (2014). Vysokobilkovi dobavky v khlibopechenni [High-protein additives in bread baking.]. *Khranenyu y pererabotka zerna*, 6(183), 57-60. (in Ukrainian).
12. Naofumi, Morita, Chikako, Hirata, Sang, Ha Park, & Toshio, Mitsunaga. (2001). Quinoa Flour as a New Foodstuff for Improving Dough and Bread. *J. Appl. Glyco*, 48(3), 263-270. <https://doi.org/10.5458/jag.48.263>
13. Saliha, Yeşil, & Hacer, Levent. (2022). The influence of fermented buckwheat, quinoa and amaranth flour on gluten-free bread quality. *LWT*, 160, 113301. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113301>
14. Samilyk, M., Demidova, E., Bolgova, N., Savenko, O., & Cherniavska, T. (2022). Development of bread technology with high biological value and increased shelf life. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11(116)), 52-57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255605>

15. Yaver, E., & Bilgiçli, N. (2020). Pseudocereals: Composition, effect on nutrition-health and usage in cereal products. *Food and Health*, 6(1), 41-56. <https://doi.org/10.3153/FH20006>
16. Yevchuk Ya.V. (2017). Zastosuvannia netradytsiinoi syrovyny v tekhnologii khliba [Use of non-traditional raw materials in bread technology]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnogo ahroekologichnoho universytetu*, 1((58)1), 211-221. (in Ukrainian).
17. Yudicheva, O.P., Kalashnyk, O.V., Moroz, S.E., Rybalko, O.A., & Korsun, A.V. (2020). Orhanoleptychne otsiniuvannia khliba pshenychnoho, zbahachenoho produktamy pererobky harbuza [ Organoleptic assessment of wheat bread enriched with pumpkin processing products]. *Visnyk LTEU. Tekhnichni nauky*, 23, 136-144. <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2020-23-18> (in Ukrainian).

**Bolgova N. V.**, PhD, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Solovei V. I.**, Master, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

#### **Application of quinoa flour in wheat bread technology**

*The article considers the perspective of using high-protein plant additives in the bakery industry using the example of kino flour. The analysis of the study of this issue allows us to state that kino is an extremely promising high-protein additive, however, the percentage of its application and the technology of preparation before application should be selected, which will allow to preserve the biological value and ensure optimal organoleptic properties of the finished product. **The method of research** is the substantiation of the recipe of wheat bread with the addition of regional kino of the Quartet variety. The object of the study is the technology of wheat bread production by steam method. It is proposed to add quinoa flour to the recipe of bakery products by replacing part of the wheat flour with quinoa flour. Recipes of 3 samples were developed with the replacement of 5, 10 and 15% of wheat flour with quinoa flour. For the preparation of bread, quinoa seeds of the Quartet variety were used, adapted to our climatic conditions, which were selected and grown at the Sumy National University. Research and analysis of the organoleptic and physicochemical indicators of the products has been carried out. According to the results of the organoleptic evaluation, it can be concluded that the optimal amount of replacing wheat flour with quinoa flour is 10%. The resulting product not only meets the requirements of regulatory documentation, but also acquires new taste and aroma characteristics characteristic of the introduced additive. It should be noted that the replacement of wheat flour with quinoa flour had a positive effect on the porosity of the bread, increasing the indicator by 6%. Therefore, according to the physical and chemical indicators, the second sample did not exceed the permissible standards and was better than the control. **Conclusions.** It was established that the addition of high-protein additives to the dough instead of part of the wheat flour contributes to the intensification of the fermentation process and changes in the structural and mechanical properties of the dough: an increase in water absorption capacity, the speed of dough formation, and a decrease in its fuzziness. The optimal amount of flour replacement is 10%. It was determined that the introduction of such a quantity of quinoa flour into the recipe contributes to the improvement of organoleptic and physicochemical indicators. The feasibility of using quinoa flour in the bakery industry to increase the share of new products is substantiated.*

**Key words:** bread, flour, quinoa, dough, additive, opara, acidity, recipe, organoleptic.