

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

DOI: [https://doi.org/10.32782/2708-4949.1\(19\).2026.1](https://doi.org/10.32782/2708-4949.1(19).2026.1)

УДК 664.665

Васьківська Аліна Олександрівна

аспірантка,

Національний університет харчових технологій

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5177-1161>

Сильчук Тетяна Анатоліївна

доктор технічних наук, професор,

Національний університет харчових технологій

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8035-4957>

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛІБА

У сучасних умовах зростає інтерес до розроблення безглютенових хлібобулочних виробів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю, що зумовлено поширенням глютен-асоційованих порушень та орієнтацією споживачів на продукти оздоровчого призначення. Представлене дослідження є логічним продовженням попередніх робіт, присвячених обґрунтуванню використання зеленої гречки та насіння кіноа у рецептурах безглютенового хліба, в межах яких встановлено доцільність застосування кіноа у кількості 5 % як стабільного компонента зернової основи. Метою даного дослідження стало вивчення впливу додавання волоського горіха та харчових волокон коноплі й гарбуза у різних відсоткових співвідношеннях на показники харчової цінності безглютенових хлібобулочних виробів. Об'єктом дослідження були дослідні зразки хліба на основі зеленої гречки (100 %) і насіння кіноа (5 %) з додаванням волоського горіха у кількості 10, 15 і 20 %, а також харчових волокон коноплі та гарбуза у кількості 3, 6 і 9 % відповідно. Предметом дослідження визначено зміни показників харчової цінності виробів залежно від складу та кількісного вмісту функціональних інгредієнтів. У результаті проведених розрахунків встановлено, що введення досліджуваних функціональних інгредієнтів сприяє підвищенню загальної харчової цінності виробів за рахунок збагачення їх біологічно активними речовинами, рослинними білками, поліненасиченими жирними кислотами та харчовими волокнами. Водночас зі збільшенням дозування додаткової сировини зафіксовано тенденцію до незначного зменшення вмісту окремих мінеральних речовин у перерахунку на 100 г готового продукту, що має закономірний характер і пояснюється ефектом відносного розбавлення базової зернової сировини, а також особливостями міжкомпонентної взаємодії у багатокомпонентних безглютенових системах. Отримані результати свідчать про можливість цілеспрямованого регулювання харчової цінності безглютенових хлібобулочних виробів шляхом варіювання виду та кількості функціональних добавок. Застосування волоського горіха, а також харчових волокон коноплі й гарбуза є технологічно обґрунтованим і перспективним з точки зору створення продукції оздоровчого призначення з прогнозованими споживчими властивостями та підвищеною біологічною цінністю.

Ключові слова: безглютеновий хліб, нетрадиційна рослинна сировина, кіноа, зелена гречка, харчові волокна, харчова цінність.

Постановка проблеми та її актуальність. Сьогодні важливим завданням є вдосконалення безглютенових хлібобулочних виробів шляхом підвищення їхньої поживної цінності. Це можна досягти завдяки впровадженню функціональних інгредієнтів у склад безглютенової продукції [1; 2; 3].

Включення псевдозернових культур у рецептуру не лише сприяє збагаченню продукту корисними речовинами, але й суттєво впливає на його функціональні властивості, зокрема вологість, текстуру, термін зберігання та органолептичні показники. Тому важливо враховувати комплексний ефект від збільшення вмісту таких компонентів, як кіноа, харчові волокна конопель і гарбуза, а також волоський горіх [4].

Збільшення концентрації певних компонентів викликає питання щодо біодоступності мінералів і вітамінів. Присутність фітатів, сапонінів та інших антинутриєнтів у насінні може негативно впливати на засвоєність таких елементів, як Fe, Zn, Ca, навіть за їх підвищеного загального вмісту. Тому важливо не лише проводити кількісне визначення макро- та мікронутрієнтів, але й досліджувати їх біодоступність за допомогою методів *in vitro* або *in vivo*. Крім того, слід враховувати вплив технологічних процесів, таких як термічна обробка, замочування чи ферментація, які здатні зменшувати рівень антинутриєнтів [5; 6].

Технологічні наслідки одночасного збільшення часток різних інгредієнтів, зокрема жирних і багатих



на волокна компонентів, таких як харчові волокна конопли, гарбуза та волоський горіх, можуть бути значними. Це впливає на реологічні властивості тіста, пористість і структуру м'якуша, об'єм виробів, крихкуватість виробів і сенсорні якості продукту. Крім того, додавання додаткового волокна часто змінює перебіг реакції Майєра, рівень вологості та тривалість зберігання продукту. Отже, оптимізація рецептури потребує не лише врахування харчової цінності рецептурних інгредієнтів, а й їхньої технологічної сумісності [7; 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвиток цього безглютенового напрямку здійснюється на стику харчових технологій, нутриціології та медицини, що зумовлює потребу у міждисциплінарних дослідженнях із використанням сучасних аналітичних підходів та експериментальних моделей. У зв'язку з цим в останніх публікаціях спостерігається зростання інтересу не лише до вивчення хімічного складу безглютенових хлібів, але й до аналізу їх функціональних властивостей, таких як антиоксидантна активність, глікемічна відповідь і можливий вплив на мінеральний баланс організму.

Аналіз сучасних наукових досліджень демонструє, що збільшення кількості функціональних інгредієнтів у рецептурі безглютенового хліба вважається перспективним напрямом для підвищення його харчової цінності. Однак результати таких досліджень залишаються неоднозначними, оскільки вони залежать від складу сумішей, рівня введення компонентів та використаних технологічних методів. У цьому контексті систематизація наявних даних і визначення основних закономірностей є важливим етапом для подальшого науково обґрунтованого вдосконалення безглютенових хлібобулочних виробів із функціональними властивостями.

Дослідження іспанських вчених Vicente Fernández A., Villanueva M. та ін. (2024) показали, що поступове додавання нативної кіноа до GF-суміші спричиняє зменшення питомого об'єму та ущільнення текстури м'якушки хліба. Однак попередня мікрохвильова гідротермічна обробка (MW-treatment) кіноа здатна мінімізувати ці негативні ефекти та покращити органолептичні показники кінцевого продукту [9].

Групою індійських вчених Marak та ін. (2024) було проведено дослідження, в якому до хлібних виробів додавали кіноа. У результаті виявлено покращення антиоксидантної активності, підвищення рівня фенольних сполук та сприятливі зміни ліпідного профілю у піддослідних під час *in-vivo* спостережень. Це дослідження підтверджує поживну цінність кіноа і демонструє її позитивний системний вплив при частковій заміні базового рецепту [10].

Banu I., Aprudu I (2024) вчені з Румунії дослідили вплив додавання порошків з гарбузового насіння до безглютенового хліба на основі рису. При включенні близько 15% спостерігалось значне поглинання води під час замісу, збільшення питомого об'єму та зниження твердості крихти за умови відповідної корекції вологості [11].

Del Vecchio L. та ін. (2025) дослідженням встановлено, що додавання конопляного борошна до рецептури, оптимальним є вміст у межах 10–15%. Саме при такому дозуванні досягається найкраще поєднання переваг: зростає поживна цінність продукту завдяки підвищенню рівня білка та поліненасичених жирних кислот, покращується питомий об'єм виробу, а також уповільнюється процес зміни структури під час зберігання. Проте, при перевищенні цього рівня можливі небажані зміни смаку і текстури. Це важливий практичний висновок для комбінованого використання, зокрема при одночасному збільшенні частки кіноа та конопляного борошна в рецептурі [12].

Польські дослідники Wójcik M., Dziki D. та ін. (2023) оцінили включення в рецептуру волоського горіха (у межах 5–20%) у низьковуглеводних і безглютенових хлібах, і результати свідчать, що за концентрації 10–15% спостерігається збільшення об'єму, підвищення вмісту білка, фенольних сполук і антиоксидантної активності. Дослідники рекомендують використовувати 15% як оптимальний баланс між цінністю та смаком [13].

Сучасні дослідження свідчать, що розвиток безглютенових хлібобулочних виробів обумовлений як медичними, так і функціональними харчовими потребами. У той же час, відсутність глютену значно посилює вплив рецептурного складу на якість готової продукції, зокрема важливим стає точне дозування складових компонентів і функціональних добавок. В таких умовах особливу актуальність набуває науково обґрунтоване визначення процентного співвідношення інгредієнтів, адже саме від цього залежить формування структурно-механічних, харчових і споживчих характеристик безглютенових хлібобулочних виробів.

Мета статті. Метою роботи є удосконалення рецептур безглютенового хліба шляхом обґрунтування доцільності використання зеленої гречки 100% та насіння кіноа 5% у фіксованому співвідношенні як стабільної основи безглютенових хлібобулочних виробів і встановлення впливу дозування волоського горіха, харчових волокон конопли та гарбуза на фізико-хімічні показники та харчову цінність готової продукції.

Виклад основного матеріалу дослідження. На попередньому етапі наукового дослідження було здійснено всебічний аналіз впливу ключових сировинних компонентів на поживну цінність безглютенових хлібобулочних виробів. Як базову сировину для створення експериментальних зразків обрано зелену гречку (100%), до складу якої додавали насіння кіноа у кількостях 5, 10 та 15% від загальної маси сировини. Результати аналізу виявили закономірності змін вмісту основних нутрієнтів, енергетичної цінності, а також окремих показників біологічної цінності залежно від частки насіння кіноа в рецептурі. Отримані дані підтвердили доцільність використання насіння кіноа, як функціонального інгредієнта для безглютенових хлібобулочних виробів і підкреслили наукову значущість подальших досліджень у цьому напрямку [14; 15].

У нашій попередній науковій публікації були представлені результати дослідження, яке аналізувало вплив дозування насіння кіноа у відсоткових пропорціях 5, 10 та 15 % від маси зеленої гречки у складі безглютенних хлібобулочних виробів. Експериментальні дані підтвердили позитивний ефект збільшення частки кіноа на показники харчової цінності та якості готової продукції, що засвідчило доцільність обраного напрямку досліджень. Отримані результати стали науковою основою для подальшого глибокого вивчення оптимального дозування інших рослинних компонентів та їх комбінацій у різних пропорціях, спрямованих на вдосконалення рецептури безглютенних хлібобулочних виробів [1].

На основі отриманих даних обґрунтовано доцільність встановлення вмісту насіння кіноа на рівні 5 % під час поточного дослідження. Такий рівень сприяє позитивному впливу на харчову цінність виробів. Дане рішення дозволило визначити наступний етап досліджень, метою якого стало аналіз додаткової рослинної сировини з різним рівнем введення за умови збереження незмінного складу основних компонентів.

У рамках виконаної роботи реалізовано стратегію подальших досліджень дослідних зразків, що передбачає стабільний вміст зеленої гречки (100 %) та насіння кіноа (5 %) із варіюванням кількості інших рослинних інгредієнтів. Контрольний зразок без змін, виготовлений на основі зеленої гречки з додаванням насіння сезаму, без використання додаткових білково-жирових компонентів. Такий методичний підхід дозволяє провести точний порівняльний аналіз і об'єктивно оцінити вплив конкретних видів сировини та їх дозування на показники харчової цінності безглютенних хлібобулочних виробів.

З метою встановлення гранично доцільного рівня введення зазначеної сировини було сформовано експериментальні зразки з трьома рівнями дозування кожного інгредієнта. Оцінку харчової цінності проводили шляхом порівняння показників дослідних зразків із контрольним, що дало змогу визначити характер і ступінь змін у вмісті основних нутрієнтів, енергетичної цінності, а також вітамінно-мінерального складу.

Експериментальні зразки групи № А1, А2, А3 безглютенного хліба розроблено на основі зеленої гречки (100 %) та насіння кіноа (5 %) із варіативним дозуванням волоського горіха – 10, 15 та 20 % відповідно від загальної маси сировини. Такий підхід дозволяє оцінити вплив кількісних змін волоського горіха на основні показники харчової та енергетичної цінності готових виробів. Зразки хліба з наступним співвідношенням інгредієнтів: зразок №А1 - хліб гречаний безглютенний з кіноа 5% та волоським горіхом (крупка зеленої гречки (КГ) – 100%, насіння кіноа (НК) – 5%, волоський горіх (ГВ) – 10% (КГ:НК:ВГ – 100:5:10); зразок №А2 – крупка зеленої гречки (КГ) – 100%, насіння кіноа (НК) – 5%, волоський горіх (ГВ) – 15% (КГ:НК:ВГ – 100:5:15); зразок №А3 - крупка зеленої гречки (КГ) – 100%, насіння кіноа (НК) – 5%, волоський горіх (ГВ) – 20% (КГ:НК:ВГ – 100:5:20).

Аналіз зазначених показників дозволяє комплексно оцінити доцільність використання волоського горіха у складі безглютенних хлібобулочних виробів з позицій підвищення їх поживної цінності та функціональної спрямованості.

У таблиці 1 наведено узагальнені дані харчової цінності контрольного та експериментальних зразків безглютенного хліба, а також відсоткові відхилення показників дослідних варіантів порівняно з контролем. Додатково наведено відносні зміни показників у відсотках (порівняно з контрольним зразком), що дозволяє наочно оцінити, як збагачення рецептури кіноа вплинуло на поживний склад готових виробів.

У контрольному зразку вміст вітаміну В₄ не виявлено, тоді як у дослідних зразках його концентрація становила 0,002 мг/100 г, що свідчить про збагачення продукту за рахунок введення додаткових рослинних інгредієнтів. Для показників, відсутніх у контрольному зразку, відсоткове порівняння не проводили; оцінку здійснювали за абсолютними значеннями та фактом наявності відповідного нутрієнта у дослідних зразках.

Порівняно з контрольним зразком безглютенного хліба на основі крупи зеленої гречки. Передусім зафіксовано зростання вмісту білка у дослідних зразках: зразок №А1 містив 10,71 г білка; зразки №А2 і №А3 – 10,81 г та 11,14 г відповідно на 100 г продукту, тоді як у контрольному зразку цей показник становив 7,57 г. Цей результат можна вважати позитивним, адже він збільшує біологічну цінність продукту та розширює його функціональні властивості в раціоні. Одночасно з цим енергетична цінність зразків зросла, що необхідно враховувати при формуванні дієтичного раціону для осіб, які контролюють споживання калорій: зразки №А1, №А2 та №А3 демонструють приріст від 147% до 160% порівняно з контрольними показниками.

Збільшений вміст харчових волокон у досліджуваних зразках є надзвичайно важливим результатом, оскільки їхній рівень у середньому перевищує показники контрольного зразка в 1,33 рази.

Додання в рецептуру дослідних зразків додаткової сировини демонструє значне покращення вітамінного складу продукції, що призводить до зростання рівня вітамінів до 130–150% порівняно з контрольними показниками. Це вказує на суттєве збагачення виробів мікронутрієнтами, що позитивно впливає на їх функціональну цінність. Збільшення вмісту калію в безглютенних хлібних виробках у дослідних зразках становило 142–150%. Рівень магнію також підвищився, досягнувши таких значень: у зразку № А1 – 133,84%, № А2 – 132,3%, № А3 – 131,5% порівняно з контрольним показником.

Аналіз отриманих результатів свідчить, що зі зростанням частки волоського горіха у рецептурі безглютенних хлібобулочних виробів (з 10 до 20 %) спостерігається тенденція до незначного зменшення вмісту окремих мінеральних речовин, зокрема кальцію, кремнію, магнію та сірки, у перерахунку на 100 г готового продукту. Зазначене явище має закономірний

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика харчової цінності безглютенового хліба з додаванням волоського горіха, на 100 г виробу

Показники	Контроль	Дослідні зразки						
		Хліб безглютеновий гречаний з кіноа та волоським горіхом						
		Хліб безглютеновий гречаний	КЗГ:НК:ВГ	Зразок № А1/ Контроль, %	КЗГ:НК:ВГ	Зразок № А2/ Контроль, %	КЗГ:НК:ВГ	Зразок № А3/ Контроль, %
			100:5:10		100:5:15		100:5:20	
№ А1	№ А2	№ А3						
Білків, г	7,57	10,71	141,47	10,81	142,8	11,14	147,15	
Жирів, г	4,61	9,91	214,96	11,54	250,32	13,35	289,58	
Вуглеводів, г	34,58	44,67	129,17	43,31	125,24	42,94	124,17	
Енергетична цінність, ккал	210	310,7	147,95	320,4	152,57	336,5	160,23	
Сіль, г	0,49	0,6	122,44	0,58	118,36	0,58	118,36	
Цукри, г	1,53	2,15	140,52	2,15	140,52	2,21	144,44	
Харчові волокна, г	5,88	7,85	133,5	7,86	132,14	7,86	133,67	
Вітаміни, мг								
Вітамін В1	0,0003	0,00037	123,33	0,00037	123,33	0,00038	126,66	
Вітамін В2	0,0001	0,00016	160	0,00016	160	0,00016	160	
Вітамін В4	0	0,002	Наявний у дослідному зразку	0,002	Наявний у дослідному зразку	0,002	Наявний у дослідному зразку	
Вітамін В6	0,0002	0,00029	145	0,0003	150	0,0003	150	
Вітамін Е	0,0034	0,004	117,64	0,004	117,64	0,004	117,64	
Вітамін РР	0,0027	0,0034	125,92	0,0032	118,51	0,0032	118,51	
Мінеральні речовини, мг								
Калій	0,22	0,313	142,27	0,316	143,63	0,327	148,63	
Кальцій	0,087	0,125	143,67	0,121	139,08	0,12	137,93	
Кремній	0,04	0,049	122,5	0,047	117,5	0,047	117,5	
Магній	0,13	0,174	133,84	0,172	132,3	0,171	131,5	
Натрій	0,005	0,007	140	0,007	140	0,007	140	
Сіра	0,043	0,053	123,25	0,051	118,6	0,051	118,6	
Фосфор	0,188	0,267	142,02	0,267	142,02	0,267	142,02	
Цинк	0,001	0,001	100	0,0015	150	0,0016	188	

Джерело: сформовано автором

характер і зумовлене сукупністю технологічних та біохімічних чинників. Передусім виявлені зміни пояснюються ефектом відносного розбавлення мінерального складу базової сировини, оскільки основними джерелами зазначених елементів у дослідних зразках залишаються зелена гречка та насіння кіноа, частка яких у рецептурі є стабільною.

Крім того, волоський горіх характеризується високим вмістом ліпідів і біологічно активних сполук, зокрема фітатів і харчових волокон, що здатні зв'язувати мінеральні речовини та знижувати їх відносний вміст у перерахунку на 100 г готового продукту.

Варто підкреслити, що зафіксоване зниження не має критичного характеру та не впливає негативно на загальну харчову та біологічну цінність дослідних зразків. Навпаки, підвищення частки волоського горіха супроводжується збагаченням продукту незамінними жирними кислотами, антиоксидантами та іншими біологічно активними компонентами, що формує комплексний оздоровчий ефект. Таким чином, виявлені зміни мінерального складу слід розглядати як закономірну

особливість формування багатокомпонентних безглютенових систем із підвищеним вмістом функціональних добавок, а не як недолік рецептури.

Експериментальні зразки групи № Б1, Б2, Б3 безглютенового хліба розроблено на основі зеленої гречки (100 %) та насіння кіноа (5 %) із варіативним дозуванням харчових волокон коноплі – 3, 6 та 9 % відповідно від загальної маси сировини. Зразок №Б1 крупа зеленої гречки (КГ) – 100%, насіння кіноа (НК) – 5%, харчові волокна коноплі (ХВК) – 3% (КГ:НК:ХВК – 100:5:3); зразок №Б2 крупа зеленої гречки (КГ) – 100%, насіння кіноа (НК) – 5%, харчові волокна коноплі (ХВК) – 6% (КГ:НК:ХВК – 100:5:6); зразок №Б3 – крупа зеленої гречки (КГ) – 100%, насіння кіноа (НК) – 5%, харчові волокна коноплі (ХВК) – 9% (КГ:НК:ХВК – 100:5:9) (табл. 2).

Порівняно з контрольним зразком безглютенового хліба на основі крупи зеленої гречки. Передусім зафіксовано зростання вмісту білка у дослідних зразках: зразок №Б1 містив 10,94 г білка; зразки №Б2 і №Б3 – 11,55 г та 12,31 г відповідно на 100 г продукту, тоді як у

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика харчової цінності безглютенового хліба з додаванням харчових волокон коноплі, на 100 г виробу

Показники	Контроль	Дослідні зразки					
	Хліб безглютеновий гречаний	Хліб безглютеновий гречаний з кіноа та харчовими волокнами коноплі					
		КЗГ:НК:ХВК	Зразок № Б1/ Контроль, %	КЗГ:НК:ХВК	Зразок № Б2/ Контроль, %	КЗГ:НК:ХВК	Зразок № Б3/ Контроль, %
		100:5:3		100:5:6		100:5:9	
№ Б1	№ Б2	№ Б3					
Білків, г	7,57	10,94	144,51	11,55	152,57	12,31	162,61
Жирів, г	4,61	6,27	136	6,34	137,52	6,49	140,78
Вуглеводів, г	34,58	46,56	134,64	46,16	133,48	46,45	134,32
Енергетична цінність, ккал	210	286,5	136,42	287,8	137,04	293,4	139,71
Сіль, г	0,49	0,62	126,53	0,61	124,48	0,61	124,48
Цукри, г	1,53	2,01	131,37	2,03	132,67	2,03	132,67
Харчові волокна, г	5,88	8,08	137,41	8,25	140,3	8,53	145,06
Вітаміни, мг							
Вітамін В1	0,0003	0,00036	120	0,00035	116,66	0,00035	116,66
Вітамін В2	0,0001	0,00016	160	0,00016	160	0,00016	160
Вітамін В4	0	0,002	Наявний у дослідному зразку	0,002	Наявний у дослідному зразку	0,002	Наявний у дослідному зразку
Вітамін В6	0,0002	0,0002	100	0,0002	100	0,0002	100
Вітамін Е	0,0034	0,004	117,64	0,004	117,64	0,004	117,64
Вітамін РР	0,0027	0,0035	129,62	0,0034	125,92	0,0034	125,92
Мінеральні речовини, мг							
Калій	0,22	0,295	134,09	0,29	131,81	0,29	131,81
Кальцій	0,087	0,13	149,42	0,128	147,12	0,128	147,12
Кремній	0,04	0,051	127,5	0,05	125	0,05	125
Магній	0,13	0,173	133,07	0,17	130,76	0,17	130,76
Натрій	0,005	0,007	140	0,007	140	0,007	140
Сіра	0,043	0,055	127,9	0,054	125,58	0,054	125,58
Фосфор	0,188	0,255	135,63	0,251	133,51	0,251	133,51
Цинк	0,001	0,0013	130	0,0014	140	0,0014	140

Джерело: сформовано автором

контрольному зразку цей показник становив 7,57 г. Цей результат можна вважати позитивним, адже він збільшує біологічну цінність продукту та розширює його функціональні властивості в раціоні. Одночасно з цим енергетична цінність зразків зросла, що необхідно враховувати при формуванні дієтичного раціону для осіб, які контролюють споживання калорій: зразки №Б1, №Б2 та №Б3 демонструють приріст від 136% до 139% порівняно з контрольними показниками. Збільшений вміст харчових волокон у досліджуваних зразках є надзвичайно важливим результатом, оскільки їхній рівень перевищує показники контрольного зразка і становить 137–145%.

Аналогічну тенденцію до незначного зниження вмісту окремих мінеральних речовин у перерахунку на 100 г готового продукту спостерігали також у дослідних зразках із додаванням харчових волокон коноплі. Зазначені зміни мають ідентичну природу та зумовлені ефектом відносного розбавлення базової зернової сировини, а також підвищенням вмістом харчових волокон, здатних впливати на розподіл і доступність

мінеральних компонентів у багатокомпонентній безглютеновій системі.

Експериментальні зразки групи № В1, В2, В3 безглютенового хліба розроблено на основі зеленої гречки (100 %) та насіння кіноа (5 %) із варіативним дозуванням харчових волокон гарбуза – 3, 6 та 9 % відповідно від загальної маси сировини. Зразок №В1 – крупа зеленої гречки (КГ) – 100%, насіння кіноа (НК) – 5%, харчові волокна гарбуза (ХВГ) – 3% (КГ:НК:ХВГ – 100:5:3); зразок №В2 крупа зеленої гречки (КГ) – 100%, насіння кіноа (НК) – 5%, харчові волокна гарбуза (ХВГ) – 6% (КГ:НК:ХВГ - 100:5:6); зразок №В3 крупа зеленої гречки (КГ) – 100%, насіння кіноа (НК) – 5%, харчові волокна гарбуза (ХВГ) – 9% (КГ:НК:ХВГ – 100:5:9) (табл. 3).

У порівнянні з контрольним зразком безглютенового хліба на основі крупи зеленої гречки з додаванням харчових волокон гарбуза, виявлено зростання вмісту білка в дослідних зразках. Зокрема, зразок №В1 містив 11,23 г білка, тоді як у зразках №В2 і №В3 цей показник становив 12,37 г та 13,48 г відповідно на 100 г продукту тоді,

Таблиця 3 – Порівняльна характеристика харчової цінності безглютенового хліба з додаванням харчових волокон гарбуза, на 100 г виробу

Показники	Контроль	Дослідні зразки					
		Хліб безглютеновий гречаний з кіноа та харчовими волокнами гарбуза					
		КЗГ:НК:ХВГ	Зразок № В1/ Контроль, %	КЗГ:НК:ХВГ	Зразок № В1/ Контроль, %	КЗГ:НК:ХВГ	Зразок № В1/ Контроль, %
		100:5:3		100:5:6		100:5:9	
№ В1	№ В2	№ В3					
Білкові, г	7,57	11,23	148,34	12,37	163,4	13,48	178,07
Жирів, г	4,61	6,4	138,82	6,73	145,98	7,04	152,71
Вуглеводів, г	34,58	46,9	135,62	47,83	138,31	48,55	140,39
Енергетична цінність, ккал	210	290,1	138,14	301,4	143,52	311,5	148,33
Сіль, г	0,49	0,63	128,57	0,64	130,61	0,64	130,61
Цукри, г	1,53	2,08	135,94	2,11	137,9	2,13	139,21
Харчові волокна, г	5,88	7,98	135,71	8,21	139,62	8,42	143,19
Вітаміни, мг							
Вітамін В1	0,0003	0,00036	120	0,00036	120	0,00037	123,33333
Вітамін В2	0,0001	0,00016	160	0,00016	160	0,00016	160
Вітамін В4	0	0,002	Наявний у дослідному зразку	0,002	Наявний у дослідному зразку	0,002	Наявний у дослідному зразку
Вітамін В6	0,0002	0,0002	100	0,0002	100	0,0002	100
Вітамін Е	0,0034	0,004	117,64	0,004	117,64	0,004	117,64
Вітамін РР	0,0027	0,0035	129,62	0,0036	133,33	0,0036	133,33
Мінеральні речовини, мг							
Калій	0,22	0,297	135	0,301	136,81	0,304	138,18
Кальцій	0,087	0,131	150,57	0,133	152,87	0,134	154,02
Кремній	0,04	0,051	127,5	0,052	130	0,052	130
Магній	0,13	0,174	133,84	0,177	136,15	0,178	136,92
Натрій	0,005	0,007	140	0,007	140	0,007	140
Сіра	0,043	0,056	130,23	0,056	130,23	0,057	132,55
Фосфор	0,188	0,258	137,23	0,261	138,82	0,263	139,89
Цинк	0,001	0,0014	140	0,0014	140	0,0014	140

Джерело: сформовано автором

як у контрольному зразку кількість білка дорівнювала лише 7,57 г. Енергетична цінність зразків зросла: зразки №В1, №В2 та №В3 демонструють приріст від 138% до 148% порівняно з контрольними показниками. Харчові волокна у досліджуваних зразках перевищує показники контрольного зразка до 135–143%.

Додання насіння кіноа в рецептуру дослідних зразків демонструє значне покращення вітамінного складу продукції, що призводить до зростання рівня вітамінів на 100–133% порівняно з контрольними показниками. Це вказує на суттєве збагачення виробів мікронутрієнтами, що позитивно впливає на їх функціональну цінність. Збільшення вмісту калію в безглютенових хлібних виробках у дослідних зразках становило 135–138%. Вміст магнію також зріс і досяг наступних показників: у зразку № В1 – 133,84%; № В2 – 136,15%; № В3 – 136,92%. Окрім цього, дослідні зразки характеризуються підвищеним рівнем вітамінів Е та РР. У зразках В1, В2 і В3 рівень вітаміну Е складає 117,64% порівняно з контрольним показником. Рівень РР становить: для В1 – 129,62%, а для В2 та В3 – 133,33%.

Подібний характер змін мінерального складу зафіксовано й у дослідних зразках із додаванням харчових волокон гарбуза. Зі збільшенням їх дозування відзначено тенденцію до відносного зменшення вмісту кальцію, магнію, кремнію та сірки, що підтверджує закономірність впливу волокнистих функціональних інгредієнтів на формування мінерального профілю безглютенових хлібобулочних виробів.

Узагальнення результатів, отриманих у дослідних зразках із додаванням волоського горіха та харчових волокон коноплі й гарбуза, засвідчує наявність спільних закономірностей формування харчової цінності безглютенових хлібобулочних виробів на основі зеленої гречки та насіння кіноа. Незалежно від виду функціональної добавки, зміни мінерального складу мають однотипний характер і зумовлені особливостями багатоконпонентної рецептури та взаємодією інгредієнтів у процесі формування структури готового продукту.

Встановлено, що збільшення частки додаткової сировини призводить до перерозподілу окремих мінеральних речовин у перерахунку на 100 г виробу, що слід

розглядати як закономірну технологічну особливість безглютенових хлібобулочних систем, а не як негативний фактор. Отримані дані підтверджують доцільність комплексної оцінки якості безглютенового хліба з урахуванням не лише абсолютних значень окремих показників, але й загального балансу поживних речовин.

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено, що використання зеленої гречки та насіння кіноа у фіксованому співвідношенні є ефективною та стабільною основою для створення безглютенових хлібобулочних виробів із підвищеною харчовою цінністю. Введення волоського горіха, а також харчових волокон коноплі й гарбуза у різних відсоткових співвідношеннях дозволяє цілеспрямовано модифікувати поживний склад виробів та збагачувати їх біологічно активними компонентами.

Виявлені зміни мінерального складу, зокрема тенденція до незначного зменшення вмісту окремих елементів при збільшенні дозування функціональних інгредієнтів, мають закономірний характер і зумовлені ефектом відносного розбавлення базової зернової сировини та особливостями взаємодії компонентів у багатокомпонентних безглютенових системах. Такі зміни не знижують загальної харчової та біологічної цінності продукту і компенсуються підвищенням вмісту інших функціонально значущих нутрієнтів.

Отримані результати підтверджують перспективність використання волоського горіха, а також харчових волокон коноплі й гарбуза у складі безглютенових хлібобулочних виробів оздоровчого призначення та можуть бути використані при подальшій оптимізації рецептур і розробленні асортименту безглютенової продукції.

Список використаних джерел:

1. Васьківська А., Сильчук Т. Дослідження харчової цінності безглютенового хліба на основі зеленої гречки, збагаченого насінням кіноа. *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*. 2025. Вип. 3. № 17. С. 17–22. DOI: [https://doi.org/10.32782/2708-4949.3\(17\).2025.3](https://doi.org/10.32782/2708-4949.3(17).2025.3)
2. Peñalver, R., et al. Development of functional gluten-free sourdough bread using pseudocereals, psyllium and Moringa oleifera. *Foods*. 2023. Vol. 12. № 21. P. 3920. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12213920>
3. Carcanari, T., et al. Hemp Seed Cake Flour as a Source of Proteins, Minerals and Antioxidants: Technological Application in Breadmaking. *Foods*. 2023. Vol. 12. № 23. P. 4327. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12234327>
4. Vega-Gálvez, A., et al. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010. Vol. 90. № 15. P. 2541–2547. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4158>
5. Ungureanu, C.V., et al. Valorization of Pumpkin Seed Flour in Biscuit Production. *Nutritional and Technological Aspects. Sustainability*. 2025. Vol. 17. P. 10103. DOI: <https://doi.org/10.3390/su172110103>
6. Wójcik, M., et al. Walnut Flour as an Ingredient for Producing Low-Carbohydrate / Gluten-Free Bread. *Physicochemical and Sensory Effects. Foods*. 2023. Vol. 12 № 17. P. 3320. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12173320>
7. Del Vecchio, L., et al. Hemp flour in breadmaking: circularity and opportunities for sustainable reformulation. *European Food Research and Technology*. 2025. Vol. 251. P. 1047–1060. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-025-04687-0>
8. Róžańska, M.B., et al. Dietary Fiber Impact on Gluten-Free Bread Maillard Reaction and Quality. *Food Chemistry*. 2025. Vol. 491 P. 145194, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.145194>
9. Vicente Fernández A., Villanueva M., Caballero I., Muñoz F., Ronda F. Microwave treatment enhances the physical and sensory quality of quinoa-enriched gluten-free bread. *Food Hydrocolloids*. 2024. Vol. 155. № 5. P. 110244. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110244>
10. Marak NR., et al. Effect of quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) flour supplementation in breads on the lipid profile and glycemic index: an in vivo study. *Frontiers in Nutrition*. 2024. Vol. 11. P. 1341539. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1341539>
11. Banu I., Aprodu I. Assessment of the performance of oat flakes and pumpkin seed powders in gluten-free dough and bread based on rice flour. *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14. № 8. P. 3479. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14083479>
12. Del Vecchio L., et al. Hemp flour in breadmaking: circularity and opportunities for bread quality and stability during storage. *European Food Research and Technology*. 2025. Vol. 251. № 6. P. 1047–1060. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-025-04687-0>
13. Wójcik M., Dżiki D., Matwijczuk A., Gawlik-Dżiki U. Walnut Flour as an Ingredient for Producing Low-Carbohydrate Bread: *Physicochemical, Sensory and Spectroscopic Characteristics. Foods*. 2023. Vol. 12. № 17. P. 3320. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12173320>
14. Васьківська А., & Пересічна С. Харчова цінність бездріжджового безглютенового хліба. *Інновації та технології в сфері послуг і харчування*. 2023. Вип. 3; № 9. С. 5–12. DOI: [https://doi.org/10.32782/2708-4949.3\(9\).2023.1](https://doi.org/10.32782/2708-4949.3(9).2023.1)
15. Васьківська, А., & Пересічна, С. Фізико-хімічні показники хліба гречаного безглютенового бездріжджового. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*. 2024. Вип. 7; № 1. С. 142–159. DOI: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.7.1.2024.305962>

References:

1. Vaskivska A. & Sylchuk T. (2025). Doslidzhennya kharchovoyi tsinnosti bezhlyutenovoho khliba na osnovi zelenoyi hrechky, zbahachennoho nasinnyam kinoa [Research on the nutritional value of gluten-free bread based on green buckwheat enriched with quinoa seeds]. *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*, no. 3. (17) pp. 17–22. DOI: [https://doi.org/10.32782/2708-4949.3\(17\).2025.3](https://doi.org/10.32782/2708-4949.3(17).2025.3)

2. Peñalver, R., et al. Development of functional gluten-free sourdough bread using pseudocereals, psyllium and Moringa oleifera. *Foods*. 2023. Vol. 12. № 21. P. 3920. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12213920>
3. Capcanari, T., et al. Hemp Seed Cake Flour as a Source of Proteins, Minerals and Antioxidants: Technological Application in Breadmaking. *Foods*. 2023. Vol. 12. № 23. P. 4327. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12234327>
4. Vega-Gálvez, A., et al. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010. Vol. 90. № 15. P. 2541–2547. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4158>
5. Ungureanu, C.V., et al. Valorization of Pumpkin Seed Flour in Biscuit Production. *Nutritional and Technological Aspects. Sustainability*. 2025. Vol. 17. P. 10103. DOI: <https://doi.org/10.3390/su172110103>
6. Wójcik, M., et al. Walnut Flour as an Ingredient for Producing Low-Carbohydrate / Gluten-Free Bread. *Physicochemical and Sensory Effects. Foods*. 2023. Vol. 12 № 17. P. 3320. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12173320>
7. Del Vecchio, L., et al. Hemp flour in breadmaking: circularity and opportunities for sustainable reformulation. *European Food Research and Technology*. 2025. Vol. 251. P. 1047–1060. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-025-04687-0>
8. Rózańska, M.B., et al. Dietary Fiber Impact on Gluten-Free Bread Maillard Reaction and Quality. *Food Chemistry*. 2025. Vol. 491 P. 145194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.145194>
9. Vicente Fernández A., Villanueva M., Caballero I., Muñoz F., Ronda F. Microwave treatment enhances the physical and sensory quality of quinoa-enriched gluten-free bread. *Food Hydrocolloids*. 2024. Vol. 155. № 5. P. 110244. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110244>
10. Marak NR., et al. Effect of quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) flour supplementation in breads on the lipid profile and glycemic index: an in vivo study. *Frontiers in Nutrition*. 2024. Vol. 11. P. 1341539. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1341539>
11. Banu I., Aprodu I. Assessment of the performance of oat flakes and pumpkin seed powders in gluten-free dough and bread based on rice flour. *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14. № 8. P. 3479. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14083479>
12. Del Vecchio L., et al. Hemp flour in breadmaking: circularity and opportunities for bread quality and stability during storage. *European Food Research and Technology*. 2025. Vol. 251. № 6. P. 1047–1060. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-025-04687-0>
13. Wójcik M., Dżiki D., Matwijczuk A., Gawlik-Dżiki U. Walnut Flour as an Ingredient for Producing Low-Carbohydrate Bread: *Physicochemical, Sensory and Spectroscopic Characteristics. Foods*. 2023. Vol. 12. № 17. P. 3320. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12173320>
14. Vaskivska A. & Peresichna S. (2023). Kharchova tsinnist bezdrizhdzhovoho bezhlyutenovoho khliba [Nutritional value of yeast-free gluten-free bread]. *Innovatsiyi ta tekhnolohiyi v sferi posluh i kharchuvannya*, no. 3 (9), pp. 5–12. DOI: [https://doi.org/10.32782/2708-4949.3\(9\).2023.1](https://doi.org/10.32782/2708-4949.3(9).2023.1)
15. Vaskivska A. & Peresichna S. (2024). Fyzyko-khimichni pokaznyky khliba hrechanoho bezhlyutenovoho bezdrizhdzhovoho [Physico-chemical indicators of gluten-free yeast-free buckwheat bread]. *Restaurant and hotel consulting. Innovations*, no. 7 (1), pp. 142–159. DOI: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.7.1.2024.305962>

Alina Vaskivska, Tetiana Sylchuk
National University of Food Technologies

WAYS TO INCREASE THE NUTRITIONAL VALUE OF GLUTEN-FREE BREAD

In modern conditions, there is a growing interest in the development of gluten-free bakery products with increased nutritional and biological value, which is due to the spread of gluten-associated disorders and consumer orientation towards health-promoting products. The presented study is a logical continuation of previous works devoted to the justification of the use of green buckwheat and quinoa seeds in gluten-free bread recipes, within which the feasibility of using quinoa in an amount of 5% as a stable component of the grain base was established. The aim of this study was to study the effect of adding walnuts and hemp and pumpkin dietary fibers in different percentages on the nutritional value of gluten-free bakery products. The object of the study was experimental samples of bread based on green buckwheat (100%) and quinoa seeds (5%) with the addition of walnuts in the amount of 10, 15 and 20%, as well as hemp and pumpkin dietary fibers in the amount of 3, 6 and 9%, respectively. The subject of the study was the changes in the nutritional value of the products depending on the composition and quantitative content of functional ingredients. As a result of the calculations, it was found that the introduction of the studied functional ingredients contributes to an increase in the overall nutritional value of the products by enriching them with biologically active substances, vegetable proteins, polyunsaturated fatty acids and dietary fibers. At the same time, with an increase in the dosage of additional raw materials, a tendency was recorded to a slight decrease in the content of individual mineral substances per 100 g of the finished product, which is natural and is explained by the effect of relative dilution of the basic grain raw materials, as well as the peculiarities of intercomponent interaction in multicomponent gluten-free systems. The results obtained indicate the possibility of targeted regulation of the nutritional value of gluten-free bakery products by varying the type and amount of functional additives. The use of walnuts, as well as hemp and pumpkin dietary fibers, is technologically justified and promising from the point of view of creating health-promoting products with predicted consumer properties and increased biological value.

Keywords: gluten-free bread, non-traditional plant raw materials, quinoa, green buckwheat, dietary fiber, nutritional value.

Дата надходження статті: 16.01.2026

Дата прийняття статті: 12.02.2026

Дата публікації статті: 18.03.2026