

А. О. Васьківська, Т. А. Сильчук
Національний університет харчових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛІБА НА ОСНОВІ ЗЕЛЕНОЇ ГРЕЧКИ, ЗБАГАЧЕНОГО НАСІННЯМ КІНОА

У сучасних умовах спостерігається зростання попиту на безглютенові хлібобулочні вироби, що пояснюється як поширенням целіакії та непереносимості глютену, так і зростанням усвідомленого підходу до здорового харчування серед населення. Підвищення поживної цінності таких продуктів набуває особливої значущості в хлібопекарській галузі. Безглютеновий хліб має не лише виконувати роль дієтичного продукту, але й сприяти загальному оздоровленню організму, розширюючи свій вплив на підтримання здоров'я. Досліджували харчову цінність і якість безглютенового хліба на основі крупи зеленої гречки з додаванням насіння кіноа у пропорціях 5, 10 і 15 % від загальної маси сировини. Дослідження було спрямоване на вдосконалення рецептури та оптимізацію технологічного процесу виробництва безглютенової хлібобулочної продукції з покращеними поживними та органолептичними характеристиками. Встановили, що додавання кіноа значно підвищує харчову цінність продукту. Зокрема, вміст білків збільшився з 7,57 г у контрольному зразку до 13,58 г у дослідних варіантах, жири – з 4,61 г до 13,20 г, а харчові волокна – з 5,88 г до 8,68 г. Крім того, спостерігалось істотне збагачення продукту мінералами (калій, кальцій, магній, фосфор) і приріст вітамінного комплексу на 130–150%. Енергетична цінність досліджених виробів зросла до 338 ккал, що відповідає вимогам збалансованого дієтичного раціону. Особлива увага була зосереджена на оцінці за системою Nutri-Score, згідно з якою всі досліджувані зразки отримали найвищу категорію А. Це свідчить про їх відповідність сучасним стандартам здорового харчування та значний потенціал для практичного використання. Отримані результати підтверджують перспективність використання зеленої гречки як базової сировини для безглютенових виробів та доводять доцільність збагачення її функціональними інгредієнтами рослинного походження. Проведене дослідження закладає основу для подальшої розробки нових видів безглютенового хліба з покращеними споживчими властивостями та підвищеною біологічною цінністю, що відповідає сучасним тенденціям здорового харчування.

Ключові слова: безглютеновий хліб, кіноа, зелена гречка, харчові волокна, харчова цінність, Nutri-Score.

Постановка проблеми та її актуальність. Попит на безглютенові продукти стрімко зростає, що обумовлено як медичними показниками, так і бажанням дотримуватися здорового способу життя. У країнах Європейського Союзу та Україні все більше людей обирають безглютенову дієту не лише для боротьби з целіакією, але й як засіб профілактики проблем травної системи або для поліпшення загального самопочуття [1].

Доцільно зазначити, що окрім медичних показань, у споживачів спостерігається зростання інтересу до функціональних продуктів, які поєднують безглютеновий склад із покращеними харчовими властивостями. Споживачі все частіше обирають продукти, збагачені білками, клітковиною та мінералами, що допомагають компенсувати нестачу поживних речовин у раціоні безглютенової дієти [2].

Основною проблемою традиційних безглютенових хлібобулочних виробів є низький рівень харчової та біологічної цінності. Це зумовлено тим, що для їх виготовлення часто використовують рисове чи кукурудзяне борошно, яке має низький вміст білків і мікроелементів. У зв'язку з цим необхідно звернути увагу на альтернативні види сировини, такі як зелене гречане борошно, насіння кіноа, волоський горіх, а також харчові волокна гарбуза й коноплі, які є джерелами важливих поживних речовин [3].

Гречана крупа вирізняється високим вмістом білка з належним амінокислотним складом та значною кількістю антиоксидантів. Кіноа, у свою чергу, забезпечує організм усіма незамінними амінокислотами, клітковиною та мікроелементами, що робить її чудовою основою для створення збалансованих безглютенових сумішей для застосування у виробництві хлібобулочних виробів [4].

Однією з важливих проблем залишається недостатня доступність безглютенових продуктів, а також їх значно вищі ціни порівняно з традиційними хлібобулочними виробами. Така ситуація спричиняє соціальну нерівність у харчуванні, особливо серед людей, які страждають на целіакію. Не менш важливим викликом є забезпечення високої органолептичної якості безглютенових хлібобулочних виробів. Численні дослідження свідчать про те, що споживачі часто відмовляються від таких продуктів через незадовільну текстуру, надмірну щільність та брак характерного смаку, притаманного традиційному хлібу [5].

Наукові дослідження свідчать, що комбінація псевдозлакових культур гречки та кіноа, може слугувати основою для розробки хлібобулочних виробів нового покоління, які відповідають як медичним, так і хлібопекарським вимогам. Це відкриває нові можливості для впровадження інновацій у сфері ресторанного господарства та харчової промисловості [6].

Отже, важливість проблеми полягає у необхідності створення безглютенових хлібобулочних виробів на основі альтернативних інгредієнтів, що забезпечують покращення поживної цінності, доступності та смакових характеристик продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Румунські вчені Banu, I., & Arrodu, I. (2024), провели дослідження та дослідили вплив додавання порошку протеїну з насіння гарбуза до суміші з рисового борошна та вівсяних пластівців у безглютеновому тісті. Встановлено, що додавання 15–20 % протеїну гарбуза сприяє покращенню газотримання, підвищує рівень білка та мінералів у готовому хлібі, зберігаючи високі сенсорні властивості за умови оптимальної корекції рівня гідратації [7].

Дослідження польських науковців Wójcik, M., Dzik, D., Matwijczuk, A., та ін. (2023) показало, що часткова заміна білої основи з гречки або льону на борошно з волоського горіха (5–20 %) сприяє збільшенню питомого об'єму готового виробу, знижує втрати під час випікання та значно покращує поживну цінність, зокрема за рахунок вмісту ліпідів, поліненасичених жирних кислот і антиоксидантів. Проте, при перевищенні концентрації волоського борошна понад 30 %, спостерігалися проблеми з текстурою і зниження об'єму виробів, що підкреслює необхідність ретельного вибору оптимальних пропорцій [8].

Дослідження, що проведене групою вчених з Італії Del Vecchio, L., та ін. (2025), присвячене використанню конопляного борошна (у пропорції 10–25%) в складі пшеничної матриці, продемонструвало, що за умови адаптації рецептури (включаючи коригування водного балансу, додавання емульгаторів і ферментів) можливо досягти прийнятної текстури продукту, збільшити рівень білків і поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), а також забезпечити позитивний екологічний профіль завдяки використанню стійкої сировини. У підсумку встановлено, що конопля є перспективним компонентом для покращення поживних властивостей сумішей без глютену, проте необхідно оптимізувати дозування для мінімізації негативного впливу на процес підйому тіста [9].

Moroni, A. V., Dal Bello, F., & Arendt, E. K. (2011) вчені з Ірландії, провели дослідження мікробіоти спонтанних безглютенових заквасок на основі гречки та тефу, продемонструвавши життєздатність і стабільність екосистем LAB/дріжджів, що не містять домішок пшениці. Їхні результати підтвердили перспективу створення повністю безглютенових заквасок для випікання хліба з гречаної крупи [10].

Група вчених з Ірландії та Німеччини Arendt, E. K., Ryan, L. A. M., & Dal Bello, F. (2011), провели дослідження та встановили, що екзополісахариди, вироблені молочнокислими бактеріями (LAB), використовуються для покращення структури безглютенового тіста. А саме, застосування штамів *L. reuteri* (LTH5448) і *Weissella cibaria* (10M) синтезують леван або декстран у безглютенових заквасках на основі кіноа та сорго. Це

сприяє значному пом'якшенню структури м'якуша і збільшенню об'єму випічки, забезпечуючи природну «чисту етикетку» як альтернативу таким гідроколідам, як ксантанова камедь, гуарова камедь та гідроксипропілметилцелюлоза (ГПМЦ) [11].

Польські вчені Różyło, R., та ін. (2015) встановили, що використання свіжих та сублімованих гречаних заквасок у виробництві безглютенового хліба доданих в кількості 10, 20, 30 та 40% від загального вмісту борошна покращують якість готового продукту. А саме, гречані закваски на рівні 20 та 30% дали найкращі результати, pH хліба значно змінився, що позитивно вплинуло на підвищення його придатності для зберігання, твердості м'якушки. Такий ефект пояснюється змінами процесу клейстеризації крохмалю [12].

У зв'язку зі швидким зростанням попиту споживачів на безглютенові харчові продукти, актуально стає необхідність розробки та дослідження харчової цінності хлібобулочних виробів, виготовлених із безглютенової сировини.

Метою статті є удосконалення рецептур безглютенового хліба шляхом збільшення насіння кіноа у кількості 5, 10 та 15% з метою покращення його харчової та біологічної цінності. Проведення комплексної оцінки хімічного складу та органолептичних характеристик готових виробів.

Виклад основного матеріалу дослідження. У попередніх дослідженнях було проведено ретельний аналіз базових компонентів безглютенової сировини, таких як зелена гречка, насіння кіноа, насіння сезаму, волоський горіх, а також харчові волокна гарбуза та коноплі. Встановлено їхній хімічний склад, співвідношення білків, жирів і вуглеводів, а також енергетичну цінність. Це дозволило визначити потенціал зазначених інгредієнтів для використання як основи у створенні функціональних хлібобулочних виробів. Отримані дані підтвердили наявність збалансованого поживного профілю в досліджуваних культурах, що дає підстави вважати їх перспективними для розробки безглютенових композиційних сумішей [13].

Зібрана база даних стала відправною точкою для подальших експериментів. Наступний етап дослідження зосереджений не лише на аналізі поживних властивостей окремих культур, але й на оцінці їх комбінованого впливу у складі рецептур. Такий підхід дозволяє раціонально обґрунтувати ефективність поступового додавання додаткових інгредієнтів – харчових волокон гарбуза та коноплі, волоських горіхів – у різних пропорційних співвідношеннях до базової суміші.

Наше дослідження поступово переходить від описового етапу, пов'язаного з аналізом складу сировини, до аналітичного, де оцінюється вплив зміни процентного вмісту компонентів на харчову та енергетичну цінність. Такий підхід дає змогу сформувати цілісне розуміння закономірностей комбінування сировини і сприяє оптимізації складу композиційних сумішей для створення інноваційних безглютенових хлібобулочних виробів.

Для проведення подальших досліджень було розроблено основну модель безглютенового тіста, основу якої складають наступні компоненти: крупа зеленої гречки, насіння кіноа та сезаму. Такий вибір зумовлений високою харчовою цінністю цих культур. Гречка відома як джерело якісного білка, магнію, калію та заліза, тоді як кіноа та сезам вирізняються збалансованим амінокислотним складом, високим вмістом клітковини й антиоксидантів. Їхнє поєднання створює оптимальну базу для подальшого збагачення тіста іншими компонентами.

Ця модель використовується як базовий орієнтир для аналізу змін у результаті модифікацій рецептурного складу дослідних зразків. Вона дозволяє досліджувати різницю в харчовій та енергетичній цінності, а також функціональні характеристики тіста залежно від пропорцій додаткових інгредієнтів. Контрольний зразок, виготовлений із зеленої гречки та насіння сезаму, використовується для оцінки ефективності запропонованих експериментальних рішень і дозволяє визначити доцільність їх застосування.

Контрольна модель виступає базовою основою для системного аналізу, оскільки всі наступні дослідні зразки порівнюються з нею. Це гарантує об'єктивність отриманих результатів і дає можливість робити достовірні висновки про вплив кожної окремої добавки на остаточні характеристики хлібобулочних виробів.

Для проведення порівняльного аналізу харчової цінності взято контрольний зразок безглютенового хліба, створений із використанням крупи зеленої гречки та насіння сезаму. Як експериментальні зразки було розроблено три варіанти з додаванням насіння кіноа у кількості 5, 10 і 15 % від загальної маси сировини. Цей підхід дозволив дослідити вплив поступового збагачення рецептури насінням кіноа на показники поживної та енергетичної цінності безглютенового хлібобулочного виробу.

Готували наступні дослідні зразки безглютенового хліба: контроль – хліб гречаний з використанням крупи зеленої гречки; зразок №1 – хліб гречаний з внесенням насіння кіноа 5% до маси гречки; зразок №2 – хліб гречаний з насінням кіноа 10% до маси гречки; зразок №3 – хліб гречаний з насінням кіноа 15% до маси гречки.

У таблиці № 1 представлено ключові дані щодо вмісту білків, жирів, вуглеводів, а також розраховану енергетичну цінність кожного зразка. Особливу увагу приділено вітамінному складу, оскільки саме він визначає функціональну важливість безглютенових виробів. Аналіз експериментальних варіантів порівняно з контрольним зразком дозволяє встановити закономірності зміни харчової цінності залежно від збільшення частки кіноа у рецептурі хліба (табл. 1). 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.

Порівняно з контрольним зразком безглютенового хліба на основі крупи зеленої гречки, додавання

насіння кіноа в дослідні зразки у кількості 5%, 10% та 15% спричинило відчутні зміни у хімічному складі та поживній цінності цих зразків. Передусім зафіксовано зростання вмісту білка у дослідних зразках: зразок №1 містив 10,73 г білка; зразки №2 і №3 – 10,9 г та 11,06 г відповідно на 100 г продукту, тоді як у контрольному зразку цей показник становив 7,57 г. Такий результат є позитивним, оскільки підвищує біологічну цінність продукту та розширює його функціональну роль у харчуванні. Водночас енергетична цінність зразків збільшилася, що слід враховувати при складанні дієтичного раціону для осіб із контрольованим споживанням калорій: зразки №1, №2 та №3 демонструють приріст від 141% до 143% порівняно з контрольними показниками.

Підвищений вміст харчових волокон у дослідних зразках є вкрай важливим результатом, адже їхній показник у середньому перевищує параметри контрольного зразка на 140%. Зокрема, відзначено збільшення вмісту харчових волокон у дослідних зразках: у зразках №1 і №2 він становить 8,24 г на 100 г продукту, у зразку №3 – 8,26 г, тоді як у контрольному зразку цей показник дорівнював 5,88 г на 100 г продукту. Харчові волокна відіграють ключову роль у безглютеновому хлібі, оскільки саме вони компенсують відсутність клейковини, сприяючи покращенню структури м'якучки, формуванню об'єму виробу та позитивному впливу на процеси травлення. Особливу роль у забезпеченні високого вмісту клітковини відіграє використання зернової сировини, зокрема кіноа, що виступає беззаперечною перевагою.

Додавання насіння кіноа в рецептуру дослідних зразків демонструє значне покращення вітамінного складу продукції, що призводить до зростання рівня вітамінів на 130–150% 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 141–150%. Вміст магнію також зріс і досяг наступних показників: у зразку № 1 – 140,76%; № 2 – 142,3%; № 3 – 146,15%. Кількість заліза у дослідних зразках зросла на 150% у порівнянні з контрольними показниками. Окрім цього, безглютеновий хліб характеризується підвищеним рівнем вітамінів Е та РР. У зразках № 1 та № 2 рівень вітаміну Е становить 138,23%, РР – 137,03%; у зразку № 3: Е – 147,05%, РР – 148,14%.

Аналогічна динаміка простежується і для мінеральних речовин: виявлено зростання вмісту кальцію, калію, сірки, фосфору та магнію в середньому на 123–200%. Це значно підвищує цінність продукту для підтримання мінеральної рівноваги організму. Особливо важливим є те, що у дослідних зразках було виявлено бетаїн, який відсутній у контрольних варіантах. Цей компонент володіє потенційно корисними властивостями: бере участь у регуляції жирового обміну та може виконувати захисну функцію для клітин.

**Таблиця 1 – Харчова цінність безглютенового хліба
з використанням рослинної сировини, на 100 г виробу**

Показники	Контроль	Досліди					
		Зразок №1	Зразок №1/ Контроль, %	Зразок №2	Зразок №2/ Контроль, %	Зразок №3	Зразок №3/ Контроль, %
Білків, г	7,57	10,73	141,74	10,9	143,98	11,06	146,1
Жирів, г	4,61	6,45	139,91	6,47	140,34	6,5	140,99
Вуглеводів, г	34,58	48,8	141,12	49,35	142,71	49,87	144,21
Енергетична цінність, ккал	210	296,19	141,04	299,3	142,52	302,2	143,9
Насичені жирні кислоти, г	0,87	1,18	135,63	1,18	135,63	1,17	134,48
Харчові волокна, г	5,88	8,24	140,13	8,24	140,13	8,26	140,47
Вітаміни, мг							
Вітамін А	0,0003	0,0004	133,33	0,0004	133,33	0,0004	133,33
Вітамін В1	0,0003	0,0004	133,33	0,0004	133,33	0,0004	133,33
Вітамін В2	0,0001	0,0002	200	0,0002	200	0,0002	200
Вітамін В6	0,0002	0,0003	150	0,0003	150	0,0003	150
Вітамін В9	0,0002	0,0003	150	0,0003	150	0,0004	200
Вітамін Е	0,0034	0,0047	138,23	0,0047	138,23	0,005	147,05
Вітамін РР	0,0027	0,0037	137,03	0,0037	137,03	0,004	148,14
Мінеральні речовини, мг							
Калій	0,22	0,312	141,81	0,322	146,36	0,33	150
Кальцій	0,087	0,138	158,62	0,134	154,02	0,131	150,57
Кремній	0,04	0,054	135	0,053	132,5	0,051	127,5
Магній	0,13	0,183	140,76	0,185	142,3	0,19	146,15
Натрій	0,005	0,008	160	0,008	160	0,008	160
Сіра	0,043	0,058	134,88	0,057	132,55	0,056	130,23
Фосфор	0,188	0,27	143,61	0,278	147,87	0,29	154,25
Хлор	0,017	0,023	135,29	0,022	129,41	0,021	123,52
Залізо	0,004	0,006	150	0,006	150	0,006	150

Джерело: сформовано авторами

Отримані результати демонструють, що включення кіноа позитивно впливає на білковий і вітамінний склад продукту, водночас дещо змінюючи енергетичну цінність завдяки впливу на вуглеводно-жировий комплекс. Зразки з вищим вмістом кіноа вирізняються покращеною біологічною цінністю, що робить їх перспективними для розробки спеціалізованих хлібобулочних виробів функціонального призначення. Розрахунок харчової цінності дослідних зразків показує вплив різних варіантів рецептури безглютенового хліба на ключові нутрієнтні характеристики досліджуваних зразків.

Пояснення цього явища полягає у відмінному мікрокомпозиційному складі доданих інгредієнтів. Насіння кіноа є джерелом повноцінного рослинного білка та мікроелементів, забезпечують організм нерозчинною і частково розчинною клітковиною, пектиновими й слизистими полімерами. Зі збільшенням частки цих компонентів їхній вклад у загальний масовий баланс стає визначальним, що призводить до абсолютного зростання відповідних показників у кінцевому продукті.

Результати дослідження свідчать про доцільність та перспективність подальшого розвитку напряду створення безглютенових хлібобулочних виробів на основі нетрадиційної сировини. Зокрема, перспективними є дослідження впливу інших видів рослинної сировини,

насіння та горіхів на реологічні властивості тіста, якість і функціональність готових виробів. Подальша робота також може бути спрямована на оптимізацію технологічних режимів виробництва, зокрема процесів гідратації, ферментації та випікання, з метою отримання стабільної структури та підвищеної харчової цінності продуктів.

Використання Nutri-Score для оцінки харчових властивостей випробуваних зразків, включно з контрольною моделлю, виявило позитивний результат – всі отримали категорії А або В, які вказують на високий рівень поживності. Значення Nutri-Score, що перебувають на рівні 0 або нижче (категорія «темно-зелена»), відображають оптимальний баланс між корисними макронутрієнтами, такими як клітковина, білки та корисні жири, і компонентами, споживання яких слід обмежувати (енергія, натрій, насичені жири).

Для споживачів, зокрема тих, хто живе з целиацією або свідомо дотримується безглютенової дієти, це означає, що представлені продукти не лише мінімізують ризики, пов'язані з глютенем, але й відповідають високим стандартам якості харчування. Такий підхід підсилює їхню придатність для включення до щоденного раціону. При цьому Nutri-Score зарекомендував себе як дієвий інструмент, який сприяє швидкому порівнянню продуктів в межах однієї категорії та вибору більш поживних варіантів [14, 15].

Для нас, як дослідників, високий рейтинг Nutri-Score слугує підтвердженням успішності обраного підходу до розроблення нових виробів. Результати показали, що поєднання зеленої гречки та кіноа, не лише покращують харчову цінність продукту, а й забезпечують його збалансованість. Це значно підвищує потенціал для його практичного застосування у харчовій промисловості.

З точки зору кінцевого споживача це означає наступне:

- продукти з високим Nutri-Score (A–B) варто включати до раціону частіше для забезпечення здорового харчування;
- така оцінка забезпечує зрозумілу та зручну візуальну навігацію на упаковці, сприяючи підвищенню довіри й прийнятності;
- особливо важлива вона для людей зі специфічними потребами, як-от обмежений вибір безглютенових продуктів – вони отримують не лише безпечний продукт, а й енергетично та нутріційно збалансований варіант для щоденного споживання.

Висновки. Дослідження показали, що всі розроблені безглютенові хлібобулочні вироби на основі зеленої гречки та насіння кіноа, демонструють значне підвищення харчової та біологічної цінності порівняно з контрольним зразком (безглютеновим гречаним хлібом). Додавання кіноа у кількості 5, 10 і 15% сприяло стабільному збільшенню вмісту білка, харчових волокон, мінералів та енергетичної цінності, що є важливим аспектом у створенні функціональних безглютенових виробів.

Важливою складовою є оцінка безпечності та якості продукції за міжнародною системою Nutri-Score. Усі досліджувані зразки, включно з контрольним, були класифіковані з показником А, що засвідчує їхню високу відповідність дієтичним рекомендаціям. Такий результат свідчить про можливість використання продукції в раціонах різних груп населення, особливо тих, хто має підвищені вимоги до збалансованого харчування. Це підтверджує конкурентоспроможність представлених зразків у сегменті функціональних і безглютенових хлібобулочних виробів.

Список використаних джерел:

1. Singh, P., & Whelan, K. Limited availability and higher cost of gluten-free foods. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 2011. Vol. 24. № 5. P. 479–486. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-277X.2011.01160.x>
2. Saturni, L., Ferretti, G., & Bacchetti, T. The gluten-free diet: Safety and nutritional quality. *Nutrients*. 2010. Vol. 2. № 1. P. 16–34. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu2010016>
3. Moroni, A. V., Dal Bello, F., & Arendt, E. K. Sourdough in gluten-free bread-making: *An ancient technology to solve a novel issue?* *Food Microbiology*. 2010. Vol. 27. № 5. P. 749–756. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.05.003>
4. Vega-Gálvez A., Miranda M., Vergara J., Uribe E., Puente L., & Martínez E. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), an ancient Andean grain: *A review. Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010. Vol. 90. № 15. P. 2541–2547. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4158>
5. Catassi C., & Fasano A. Celiac disease diagnosis: Simple rules are better than complicated algorithms. *American Journal of Gastroenterology*. 2022. Vol. 117. № 1. P. 15–17. DOI: <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000001568>
6. Capriles V. D., & Arêas J. A. Novel approaches in gluten-free breadmaking: Interface between food science, nutrition, and health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014. Vol. 13. № 5. P. 871–890. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12091>
7. 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>
8. Wójcik M., Dzik D., Matwijczuk A., et al. Walnut Flour as an Ingredient for Producing Low-Carbohydrate Bread: *Physicochemical and Sensory Evaluation. Foods*. 2023. Vol. 12. № 17. P. 3320. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12173320>
9. Del Vecchio L., et al. Hemp flour in breadmaking: circularity and opportunities for food systems. *European Food Research and Technology*. 2025. Vol. 251. № 6. P. 1047–1060. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-025-04687-0>
10. Moroni A. V., Dal Bello F., & Arendt E. K. Biodiversity of lactic acid bacteria and yeasts in buckwheat and teff gluten-free sourdoughs. *Food Microbiology*. 2011. Vol. 28. № 3. P. 438–447. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.10.009>
11. Arendt E. K., Ryan L. A. M., & Dal Bello F. Medical nutrition therapy: Use of sourdough lactic acid bacteria to reduce gluten exposure. *Microbial Cell Factories*. 2011. Vol. 10. № 1. P. 15. DOI: <https://doi.org/10.1186/1475-2859-10-S1-S15>
12. Różyło R., et al. Effect of adding fresh and freeze-dried buckwheat sourdough on gluten-free bread quality. *International Journal of Food Science & Technology*. 2015. Vol. 50. № 10. P. 2390–2397. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12622>
13. Васильківська 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)
14. International Agency for Research on Cancer. The Nutri-Score: An evidence-based front-of-pack nutrition label for Europe. Lyon: IARC, 2021. URL: https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2021/09/IARC_Evidence_Summary_Brief_2.pdf (дата звернення: 05.09.2025).
15. Foodwatch. Nutri-Score: how to use a label to improve health and diet. – Foodwatch International, 2022. URL: <https://www.foodwatch.org/en/nutri-score-how-to-use-a-label-to-improve-health-and-diet> (дата звернення: 05.09.2025).

References:

1. Singh P., & Whelan K. (2011). Limited availability and higher cost of gluten-free foods. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, no. 24 (5), pp. 479–486. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-277X.2011.01160.x>

2. Saturni L., Ferretti G., & Bacchetti T. (2010). The gluten-free diet: Safety and nutritional quality. *Nutrients*, no. 2 (1), pp. 16–34. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu2010016>
3. Moroni A. V., Dal Bello F., & Arendt E. K. (2010). Sourdough in gluten-free bread-making: *An ancient technology to solve a novel issue?* *Food Microbiology*, no. 27 (5), pp. 749–756. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.05.003>
4. Vega-Gálvez A., Miranda M., Vergara J., Uribe E., Puente L., & Martínez E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain. *A review. Journal of the Science of Food and Agriculture*, no. 90 (15), pp. 2541–2547. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4158>
5. Catassi C., & Fasano A. (2022). Celiac disease diagnosis: Simple rules are better than complicated algorithms. *American Journal of Gastroenterology*, no. 117 (1), pp. 15–17. DOI: <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000001568>
6. Capriles V. D., & Arêas J. A. G. (2014). Novel approaches in gluten-free breadmaking: Interface between food science, nutrition, and health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, no. 13 (5), pp. 871–890. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12091>
7. Banu I., & Aprodu I. (2024). Assessment of the Performance of Oat Flakes and Pumpkin Seed Powders in Gluten-Free Dough and Bread Based on Rice Flour. *Applied Sciences*, no. 14 (8), pp. 3479. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14083479>
8. Wójcik M., Dżiki D., Matwijczuk A., et al. (2023). Walnut Flour as an Ingredient for Producing Low-Carbohydrate Bread: *Physicochemical and Sensory Evaluation. Foods*, no. 12 (17), pp. 3320. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12173320>
9. Del Vecchio L., et al. (2025). Hemp flour in breadmaking: circularity and opportunities for food systems. *European Food Research and Technology*, no. 251 (6), pp. 1047–1060. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-025-04687-0>
10. Moroni A. V., Dal Bello F., & Arendt E. K. (2011). Biodiversity of lactic acid bacteria and yeasts in buckwheat and teff gluten-free sourdoughs. *Food Microbiology*, no. 28 (3), pp. 438–447. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.10.009>
11. Arendt E. K., Ryan L. A. M., & Dal Bello F. (2011). Medical nutrition therapy: Use of sourdough lactic acid bacteria to reduce gluten exposure. *Microbial Cell Factories*, no. 10 (S1), pp. 15. DOI: <https://doi.org/10.1186/1475-2859-10-S1-S15>
12. Różyło R., et al. (2015). Effect of adding fresh and freeze-dried buckwheat sourdough on gluten-free bread quality. *International Journal of Food Science & Technology*, no. 50 (10), pp. 2390–2397. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12622>
13. 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)
14. International Agency for Research on Cancer. (2021). The Nutri-Score: An evidence-based front-of-pack nutrition label for Europe. – Lyon: IARC, 2021. Available at: https://www.iarc.who.int/wpcontent/uploads/2021/09/IARC_Evidence_Summary_Brief_2.pdf (accessed 05.09.2025).
15. Foodwatch. (2022). Nutri-Score: how to use a label to improve health and diet. – Foodwatch International, 2022. Available at: <https://www.foodwatch.org/en/nutri-score-how-to-use-a-label-toimprove-health-and-diet> (accessed 05.09.2025).

Alina Vaskivska, Tetiana Sylchuk
National University of Food Technologies

STUDY OF THE NUTRITIONAL VALUE OF GLUTEN-FREE BREAD BASED ON GREEN BUCKWHEAT ENRICHED WITH QUINOA SEEDS

In modern conditions, there is an increase in demand for gluten-free bakery products, which is explained both by the spread of celiac disease and gluten intolerance, and by the growth of a conscious approach to healthy eating among the population. Increasing the nutritional value of such products is of particular importance in the bakery industry. Gluten-free bread should not only serve as a dietary product, but also contribute to the overall health of the body, expanding its impact on maintaining health. The nutritional value and quality of gluten-free bread based on green buckwheat groats with the addition of quinoa seeds in proportions of 5, 10 and 15% of the total mass of raw materials were studied. The study was aimed at improving the recipe and optimizing the technological process for the production of gluten-free bakery products with improved nutritional and organoleptic characteristics. It was found that the addition of quinoa significantly increases the nutritional value of the product. In particular, the protein content increased from 7.57 g in the control sample to 13.58 g in the experimental variants, fats from 4.61 g to 13.20 g, and dietary fiber from 5.88 g to 8.68 g. In addition, a significant enrichment of the product with minerals (potassium, calcium, magnesium, phosphorus) and an increase in the vitamin complex by 130–150% were observed. The energy value of the studied products increased to 338 kcal, which meets the requirements of a balanced diet. Particular attention was focused on the assessment according to the Nutri-Score system, according to which all the studied samples received the highest category A. This indicates their compliance with modern standards of healthy nutrition and significant potential for practical use. The results obtained confirm the prospects of using green buckwheat as a basic raw material for gluten-free products and prove the feasibility of enriching it with functional ingredients of plant origin. The research conducted lays the foundation for further development of new types of gluten-free bread with improved consumer properties and increased biological value, which corresponds to modern trends in healthy eating.

Keywords: gluten-free bread, quinoa, green buckwheat, dietary fiber, nutritional value, Nutri-Score.

Стаття надійшла: 22.09.2025

Стаття прийнята: 17.10.2025

Стаття опублікована: 18.11.2025