УДК 664.6/.7

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ КІНОА У ХЛІБОПЕЧЕННІ

Осокіна Н. М.[1], *д.с.-г.н., проф., проф. кафедри харчових технологій*
https://orcid.org/0000-0002-2822-2989
Костецька К. В.[1], *к.с.-г.н., доц., доц. кафедри харчових технологій*
https://orcid.org/0000-0003-2387-5400
Кисіль А. А.[1], *здобувач ІІІ-го рівня вищої освіти*
https://orcid.org/0009-0007-7193-2808
Андрущенко О. Л.[2], *к.б.н., с.н.с. відділу культурної флори*
https://orcid.org/0000-0002-8715-6862
[1]Уманський національний університет, Умань, Україна
[2]Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України, Київ, Україна

https://doi.org/10.31073/foodresources2025-24-11

Предмет. *Пошук інгредієнтів і розробка технологій збагачених хлібобулочних виробів – один із перспективних напрямків забезпечення споживчого ринку здоровими і збалансованими за складом продуктами харчування. Завдання з використання нових видів сировини в рецептурних складах продукції обґрунтовується набуттям розробленими виробами специфічними властивостями, наприклад поліпшеним складом, органолептичними характеристиками чи функціональним впливом. Використання без клейковинної сировини у виробництві хлібобулочних виробів створює низку технологічних проблем і потребує різноманітних допоміжних складових для виконання функцій глютену.* ***Мета.*** *Узагальнення відомостей про технології спеціалізованих зернобороншняних виробів на основі продуктів перероблення нетрадиційної для хлібопечення рослинної сировини, та окреслення перспектив їхнього виробництва у контексті сучасних загроз і викликів.* ***Методи.*** *Дослідження проводили на основі системного підходу з використанням загальнонаукових і спеціальних методів пізнання: діалектичного, абстрактно-логічного, а також аналізу, синтезу й узагальнення – для визначення переваг безглютенових хлібобулочних виробів, у т. ч. через застосування зерна кіноа в харчовій промисловості.* ***Результати.*** *Окремі дослідження використання зерна кіноа, борошна гречаного, кукурудзяного, крохмалю і порошку лушпиння псиліума підтверджують перспективність таких розробок в хлібопеченні. Проте їхнє сумісне використання у рецептурі хліба безглютенового залишається не вивченим.* ***Сфера застосування результатів.*** *Аналіз безглютенової продукції на ринку показав необхідність збагачення безглютенових продуктів масового споживання. Аналіз огляду літератури підтвердив перспективи використання функціональних інгредієнтів, таких як кіноа та псиліум у рецептурах безглютенових хлібних виробів.*

Ключові слова*: харчування, технологія хліба безглютенового, технологічні параметри, рецептура, сировина*

SUBSTANTIATION FOR USING QUINOA IN BREAD BAKING

Nina Osokina[1], *D-r of Sc., Agricultural, Professor*
https://orcid.org/0000-0002-2822-2989
Kateryna Kostetska[1], *PhD, Agricultural, Associate Professor*
https://orcid.org/0000-0003-2387-5400
Andriy Kysil[1], *applicant for higher education*
https://orcid.org/0009-0007-7193-2808
Olena Andrushchenko[2], *PhD, Biological, Senior Research of the Department of Cultural Flora*
https://orcid.org/0000-0002-8715-6862
[1]Uman National University, Uman, Ukraine
[2]National Botanical Garden named after M. M. Hryshko of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Subject. *The search for ingredients and the development of technologies for enriched bakery products is one of the promising areas for providing the consumer market with healthy and balanced food products. The task of using new types of raw materials in product formulations is justified by the acquisition of specific properties by the developed products, for example, improved composition, organoleptic characteristics, or functional effects. The use of gluten-free raw materials in the production of bakery products creates a number of technological problems and requires various auxiliary components to perform the functions of gluten.* ***Purpose.*** *Generalization of information on the technologies of specialized grain flour products based on products of processing of non-traditional plant raw materials for bread baking, and outlining the prospects for their production in the context of modern threats and challenges.* ***Methods.*** *The research was conducted based on a systematic approach using*

general scientific and special methods of cognition: dialectical, abstract-logical, as well as analysis, synthesis and generalization – to determine the advantages of gluten-free bakery products, including through the use of quinoa grain in the food industry. ***Results.*** *Separate studies using quinoa grain, buckwheat flour, corn flour, starch, and psyllium husk powder confirm the promise of such developments in bread baking. However, their combined use in gluten-free bread recipes remains unstudied.* ***Scope of results.*** *Analysis of gluten-free products on the market showed the need to enrich gluten-free mass-consumption products. Analysis of the literature review confirmed the prospects for using functional ingredients such as quinoa and psyllium in gluten-free bread formulations.*

Key words: *nutrition, gluten-free bread technology, technological parameters, recipe, raw materials*

Постановка проблеми. Одним із основних факторів, які впливають на здоров'я людини, є харчування, що забезпечує організм необхідною для життєдіяльності енергією. Стан здоров'я сучасної людини багато у чому визначається характером, рівнем і структурою харчування. Порушення в структурі харчування є основним фактором, що завдає незворотної шкоди здоров'ю. Пошук інгредієнтів і розробка технологій збагачених хлібобулочних виробів – один із перспективних напрямків забезпечення споживчого ринку здоровими і збалансованими за складом продуктами харчування. При цьому необхідно зазначити, що завдання з використання нових видів сировини в рецептурних складах продукції, як правило, обґрунтовується набуттям розробленими виробами специфічними властивостями, наприклад поліпшеним складом, органолептичними характеристиками чи функціональним впливом. Дослідження перспективної безглютенової сировини для використання в хлібопеченні є перспективним. Відтак, метою даної публікації є узагальнити відомості про технології спеціалізованих хлібних виробів на основі продуктів перероблення нетрадиційної для хлібопечення рослинної сировини, та окреслити перспективи їхнього виробництва у контексті сучасних загроз і викликів.

Матеріали та методика дослідження. Дане дослідження здійснено на основі системного підходу з використанням загальнонаукових і спеціальних методів пізнання. Зокрема: діалектичного – для визначення актуальності й теоретичного базису досліджуваного питання; абстрактно-логічного – для систематизації теоретичного матеріалу, формування структури і взаємозв'язку елементів наукового дослідження; аналізу та синтезу – для визначення переваг безглютенових хлібобулочних виробів, у т. ч. через застосування зерна кіноа в харчовій промисловості; узагальнення – для формування комплексного підходу до висвітлення досліджуваного питання та формулювання висновків. Інформаційною базою дослідження слугували наукові праці вітчизняних і зарубіжних науковців, коментарі та експертні оцінки фахівців і практиків із відкритих джерел.

Результати та їх обговорення. Важливою складовою здорового харчування є споживання функціональних продуктів. Оскільки останні не лише забезпечують організм людини енергією, а й компенсують дефіцит біологічно активних нутрієнтів в організмі, підтримують необхідну функціональну активність органів і систем, знижують ризик виникнення різних захворювань і можуть регулярно включатися до раціону споживача.

Способи підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів. У сучасному суспільстві з розвитком технологій люди споживають більше енергії, ніж витрачають, що сприяє надмірній вазі та серцево-судинним захворюванням. Кожна країна має свої історично сформовані моделі харчування. Сьогодні процес запозичення національних раціонів харчування відбувається дуже швидко. Хлібобулочні вироби містять значну кількість цукру та жирів і дуже мало вітамінів, макро- та мікроелементів [1].

Хліб є традиційним продуктом харчування, який споживається щодня. Сучасний ринок хліба характеризується великою кількістю сортів з високими смаковими характеристиками завдяки використанню різної сировини, технологій виробництва тощо.

Найбільш популярним є хліб з пшеничного борошна, але він містить мало корисних

та поживних речовин порівняно з іншими видами борошна. Тому дієтологи не рекомендують вживати хліб в складі якого переважає пшеничне борошно. Як альтернатива, пропонується заміщувати його іншими видами борошна, щоб збільшити вміст білків та інших корисних поживних речовин у виробі. Наприклад, додавання до тіста рисового, кукурудзяного, гречаного борошна може значно підвищити харчову цінність хліба [2].

В Україні діє низка законів та нормативно-правових актів, спрямованих на забезпечення якості та безпечності харчових продуктів, у тому числі хліба: Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», ДСТУ 7517:2014 «Хліб з борошна. Загальні технічні умови», Державних санітарних норм і правил (ДСанПіН) «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», та інші методичні та нормативні документи.

Проблема підвищення якості хлібобулочних виробів вивчалася багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими. Іоргачова К. Г. та Лебеденко Т. Є. [3] досліджували можливості технологічного вдосконалення хлібобулочних виробів оздоровчого призначення з використанням рослинних добавок. Дослідження Ярошевич Т. С. та Ярошевич О. М. [4] відображають сучасні тенденції формування якості хлібобулочних виробів. Праці Брулевича В. В. [5] присвячені безпечності харчових продуктів, зокрема безпечності хлібобулочних виробів та їх відповідності чинному законодавству, а напрацювання Іваніщевої О. і Пахомської О. [6] заслуговують уваги з оглядом сучасних тенденцій формування якості хлібобулочних виробів.

Колектив авторів [7] пропонують методику приготування хліба з додаванням рисового борошна або лушпиння, яку використовували для оцінки якості. Дослідники також провели органолептичну оцінку хліба за допомогою панелі сенсорів, які оцінювали смак, аромат, текстуру та зовнішній вигляд хліба.

Існують дослідження щодо використання нутової закваски для поліпшення якості хліба. Вчені [8] розглядають різні підходи використання автохтонних мікроорганізмів для ферментації закваски та їхній вплив на якість хліба. Проаналізовано вплив ферментованої закваски на текстурні характеристики хліба: м’якість, жорсткість, пружність і розжовувальність. Використання нутової закваски, ферментованої відібраними автохтонними мікроорганізмами, може покращити текстурні і сенсорні характеристики пшеничного хліба. Використання цього методу може сприяти поліпшенню якості хліба задовільнивши потреб споживачів.

Використання горохової трави та борошна з насіння люпину для збагачення хліба пшеничного на заквасці може впливати на фізико–хімічні властивості готового виробу, а саме: вологість, об’єм та структуру. Щодо сенсорних властивостей, збагачення має вплив на аромат, смак і колір хліба [9].

Писарець О.П. та ін. [10] для отримання структури м’якушки хліба безглютенового належної якості і наближеної за будовою до клейковинного каркасу пшеничного хліба, рекомендують як структуроутворювача вносити псиліум з гідроксипропілметилцелюлози у співвідношенні 3:1 відповідно.

Продукти харчування під час непереносимості глютену. За визначенням ВООЗ, целіакія – це аутоімунне захворювання, яке розвивається у генетично схильних осіб ув результаті прямого впливу глютену (білки пшениці, жита і злакових), що призводить до пошкодження слизової оболонки тонкого кишечника (Т-клітинно-опосередкована ентеропатія) [11]. Целіакія вражає 1 з 133 людей в Європі, країнах Південної та Північної Америки, Африки та Азії. Епідеміологічні ж дослідження показують, що в найближчому майбутньому целіакія розвинеться у 1 з 100 людей [12]. Кількість людей, які дотримуються безглютенової дієти, значно перевищує кількість людей з целіакією. Зростаюча «вестернізація» харчування призвела до збільшення поширеності целіакії та глютеночутливих захворювань у країнах, що розвиваються [13].

За даними української асоціації целіакії [14], в Україні налічується близько 2 тис. хворих на целіакію, і ця кількість зростає з кожним роком.

Потрапляючи в організм генетично схильних осіб, глютен і його розчинна фракція гліадин запускають низку імунологічних реакцій, спричиняючи атрофію ворсинок кишечника. Це призводить до погіршення всмоктування харчових речовин і дефіциту життєвоважливих поживних речовин, таких як залізо та кальцій [11, 14].

Існують імунологічна і токсична теорії щодо етіології. Ця теорія підтверджується поступовим загоєнням слизової оболонки кишечники на безглютеновій дієті [15].

Клінічні прояви целіакії різноманітні, починаючи від класичного синдрому з діареєю, втратою ваги і недоїданням до вибіркового порушення всмоктування мікроелементів (Fe, вітаміну B12 і Ca). Некласичні прояви целіакії включають синдром подразненого кишечника, підвищення показників печінкових хвороб, мозочкову атаксію та периферичну нейропатію [16]. Одним із найнебезпечних ускладнень целіакії є розвиток злоякісних лімфопроліферативних уражень тонкого кишечника [17].

Діагноз целіакії зазвичай базується на зборі лабораторних даних, серологічних тестах, оцінки біопсії тонкої кишки та реакції на безглютенову дієту. В даний час для лікування целіакії призначається довічна безглютенова дієта (ДБД) [18], що призводить до полегшення симптомів і поступової нормалізації гістопатології. Легке запалення слизової оболонки тонкої кишки зберігається протягом усього життя у багатьох пацієнтів з целіакією, але повне загоєння слизової оболонки кишечника відбувається рідко [19].

Типова целіакія виникає у дітей раннього віку і характеризується діареєю, збільшенням живота та затримкою фізичного розвитку. Для типової форми захворювання живота та затримкою фізичного розвитку. Для типової форми захворювання характерне переважання нешлунково-кишкових симптомів (анемія, остеопороз, ендокринні ураження, безпліддя тощо). Тривала необізнаність про целіакію підвищує ризик розвитку пухлин шлунково-кишкового тракту, цукрового діабету, цирозу печінки тощо [17–19].

Існує й інше пояснення зростання захворюваності на целіакію. В останні роки у світі зросло споживання пшениці, а разом з ним і вплив глютену на споживача. Глютен міститься в таких продуктах, як ковбаси, йогурти, соєвий соус, хлібопекарські та макаронні вироби, пиво та напої що містять ячмінний солод. Сам по собі глютен не є настільки небезпечним, небезпечним є лише певні амінокислоти, з'єднані між собою в певному порядку, які утворюються в процесі травлення, під час якого глютен розщеплюється. Експерти харчової промисловості, світове медичне співтовариство і особливо високорозвинені країни приділяють пильну увагу тому, як ідентифікується глютен в продуктах харчування, а споживачам надається вся необхідна інформація про вміст глютену в продуктах харчування. Зазвичай, на етикетках безглютенових продуктів наявне маркування «Без глютену» [14–16].

Згідно з Codex Alimentarius, продукти, які вважаються «без глютену», містять рівень клейковини, який не перевищує 20 ppm (мг/кг) [20].

Особливу увагу слід звертати на продукти, що містять так звані «приховані» джерела глютену. Наприклад, глютен можна знайти у складі промислово вироблених харчових продуктів у вигляді стабілізаторів, барвників, харчових добавок, емульгаторів, деяких медичних препаратів (капсул), полівітамінів, зубної пасти та жувальної гумки. Глютен також може потрапити на стіл через просте «забруднення», наприклад, у продуктах харчування на полицях супермаркетів, у тостерах, у міксерах та кухонному обладнанні, яке використовується для зберігання звичайного хліба [21].

Безглютенові хлібобулочні вироби. Хліб був і залишається головною стравою людей по всьому світу. Хлібобулочні вироби є частиною щоденного харчування не тільки в країнах з розвиненою економікою, але й в країнах з низьким рівнем розвитку та віддалених куточках світу. Тому можна очікувати що ринок хліба та хлібобулочних виробів буде стрімко розвиватись в різних напрямках [22]. Науковці та виробники в

усьому світі зосереджені на розробці безглютенових хлібобулочних виробів. Питання виробництва цих виробів є актуальним і для України, але потреби населення здебільшого задовольняються за рахунок імпортної продукції. Наразі в Україні виробляється дуже мало безглютенових хлібобулочних виробів.

Запропоновано рецептурні суміші безглютенового хліба із використанням різних видів борошна, що не містить глютену: кукурудзяного, гречаного, нутового, квасолевого, пшоняного, з додаванням крохмалю кукурудзяного, картопляного [23, 24]. Безглютеновий хліб із борошном з рису, тефу та картоплі має підвищені лікувальні та органолептичні властивості [25].

Сенсорні характеристики безглютенових продуктів, такі як текстура, смак і запах, мають велике значення для споживачів. Під час виробництва безглютенових виробів необхідно враховувати ряд проблем, таких як недостатня якість, низька стійкість до зберігання та висока собівартість. Перспективним є розроблення інноваційних технологій безглютенових хлібобулочних виробів на основі борошняної суміші з використанням колагеновмісних білків та ферменту трансглютамінази як структуроутворювача [26].

Вчені Іспанії та Аргентини [27, 28] довели обґрунтованість розроблення безглютенових продуктів, особливо з використанням природного процесу ферментації.

У Туреччині [29] вивчали вплив тіста природно ферментованих рисових дріжджів на реологічні властивості тісті та технологічний процес випікання безглютенового хліба з борошна рисового.

Порівняння технологічних властивостей безглютенового хліба, виготовленого з помелу сорго за різних умов довели, що умови помелу мають великий вплив на текстуру, розширення тіста і в’язкість такого хліба [30]. Визначено рівень поліфенолів і мінералів, які можуть бути засвоєні під час перетравлення хліба. Виявлено вплив умов помелу на біодоступність цих поживних речовин.

Розроблений патент [31] способу виробництва хліба безглютенового з борошна з сорго вирішує проблему стабільної якості хліба та збалансованості амінокислотного та жирно-кислотного складу. Також хліб з сорго вирізняється високим вмістом вітамінів, харчових волокон.

Процес сухого фракціонування забезпечує розділення борошна з кіноа та сорго на фракції з різною розмірністю частинок, що дозволяє отримати борошно з більш однорідним складом [32].

Характеристика сировини, що використовується для виробництва спеціалізованих борошняних виробів. Картопляний крохмаль вирізняється високою водонепроникністю та в’язкістю, при цьому на водопоглинальну здатність впливає наявність шару жиру на поверхні кукурудзяного крохмалю, що перешкоджає доступу молекул води до крохмального зерна [33]. Це сприяє утворенню стабільної консистенції тіста, що допомагає забезпечити рівномірне підняття хліба під час вистоювання та випікання.

Кукурудзяний крохмаль володіє високою стабільністю та здатністю забезпечити добру еластичність тіста. Це дозволяє досягти бажаної структури хліба, та збільшити тривалість зберігання продукту що важливо для споживчих якостей.

Псиліум – розчинна клітковина, отримана з лушпиння насіння подорожника який вирощується в Індії. Його використовують як дієтичну добавку. Він можу бути у формі лушпиння, гранул, капсул або порошку.

Псиліум може поглинати воду і перетворюватися на густий, в’язкий гуль, який не перетравлюється в тонкому кишечнику. Його стійкість до травлення дозволяє йому контролювати рівень холестерину, тригліцеридів і цукру в крові. Він також можу бути корисним для контроля ваги, полегшення діареї та запору [34].

Усі види клітковини можуть бути корисними для серця. Американська кардіологічна асоціація (AHA) стверджує, що харчові волокна можуть знизити артеріальний тиск, ризик серцево–судинних захворювань, інсульту, діабету 2 типу та ожиріння. Включення

псиліуму у раціон харчування також допоможе покращити показники здоров'я серця [35]. Більшість людей добре переносять псиліум. Але він може уповільняти засвоювання ліків, тому в такій ситуації потрібно бути обережним із його вживанням [34].

Вченими [36] розглядалася можливість додавання псиліуму в такі продукти харчування, як молочні (йогурти), продукти отримані з фруктів, і звичайно в безглютеновий хліб. Для достатнього збагачення необхідно додавати велику кількість подорожника. Існують як переваги, так і труднощі, та можливі рішення для боротьби з небажаними наслідками.

Проводились дослідження на здатність псиліума покращувати якість і термін зберігання безглютенового хліба [37]. Спостерігали зміцнення м'якушки контрольного зразка впродовж зберігання. Додавання ж псиліуму знизило показники твердості хліба на 65–75% у порівнянні з контролем через 72 години зберігання. Показники смаку, аромату та текстури майже не змінювались. Цей підхід може бути перспективним для подолання деяких обмежень безглютенового хлібопечення.

Перспективною сировиною в хлібопеченні безглютенових виробів є найбільш поширені альтернативні пшеничному та житньому борошну – борошно кукурудзяне та гречане. У складі кукурудзяного борошна найбільшу частку мають вуглеводи, які займають 72% від загальної маси. Це характеризує те, що в 100 г сухої речовини міститься половина того обсягу вуглеводів, яка необхідна для щоденного вживання. Білкові сполуки складають 7–8%, жири – 1,4%, а ще відповідно 15% і 4,3% займає вода і клітковина [33].

Застосування зерна кіноа в харчовій промисловості. Кіноа – це псевдозернова культура, багата на різноманітні хімічні сполуки, які мають корисні властивості для організму людини. Кіноа містить велику кількість білків, вуглеводів, вітамінів та мінералів, таких як кальцій, залізо, магній, фосфор, калій, цинк, вітамін Е та В-групи. Кіноа також є безглютеновим продуктом, тому її можна вживати людям, які мають непереносимість глютену.

Крім того, кіноа є джерелом антиоксидантів, таких як кверцетин та кофеїнова кислота, які допомагають боротися зі стресом та запобігають розвитку деяких хронічних захворювань. Кіноа дійсно має багато позитивних властивостей для здоров'я людини і може сприяти поліпшенню обміну речовин, функціонуванню серцево-судинної системи та шлунково-кишкового тракту людини [38, 39].

Кіноа має дуже стародавнє походження, її вирощували в Південній Америці близько 7–8 тисяч років тому. Багато людей нині використовують кіноа для приготування салатів, гарнірів, гарячих страв, супів та інших страв. Як низькокалорійний білковий продукт з амінокислотним складом, близьким до молока, кіноа широко використовується у вегетаріанських, безглютенових дієтах та дієтах для контролю ваги.

Різні країні Африки, Азії, Європи та Північної Америки експериментують з вирощуванням цієї культури, оскільки різні сорти лободи пристосовані до різних кліматичних зон. На сьогоднішній день лободу успішно випробували в США, Марокко, Кенії та Індії, де планують розвивати великомасштабне комерційне виробництво. Збільшення попиту на кіноа та зростання світових цін спонукають виробників адаптувати культуру до низинних районів та вирощувати її в посушливих умовах [40, 41].

В Україні кіноа набула популярності в останні роки, і багато українських виробників круп включили кіноа до свого асортименту. Поки що, сировина закуповується з-за кордону, переважно з Латинської Америки. З 2019 року в Україні ведуться роботи з вирощування кіноа [42].

Виготовлення безглютенового хліба на дріжджах дає м'який і пишний виріб із горіховим смаком та приємним ароматом [43].

Існує проблема невеликого об'єму та нерівномірної текстури безглютенового хліба. Додавання білого борошна з кіноа для заміни від 40% рисового і кукурудзяного борошна дозволяє збільшити об'єм, рівномірність м'якушки та покращити технологічні та сенсорні

характеристик хліба [44].

Автори [45] стверджують що компоненти хімічного складу (жир і крохмаль) андських злаків допомагають покращити властивості хліба без глютену, забезпечуючи отримання хліба з мякою м'якушкою та задовільним об'ємом. Розроблений хліб дозволяє поліпшити харчування людей, що страждають на целіакію або алергію на глютен.

Крім борошна кіноа в хліб додававали висівки [46]. Оцінено п'ять різних фракцій висівок з кіноа і дві концентрації борошна з цільного зерна у порівняні з контрольним зразком на основі рисового і кукурудзяного борошна. Аналіз випічки показав, що різні фракції борошна кіноа впливають на текстуру м'якушки хліба. Використання саме висівок кіноа підвищує засвоюваність хліба та зовнішній вигляд без зниження характеристик смаку.

Аналіз безглютенового хліба з кіноа, рисового та вівсяного борошна частіше за все проводять оцінюючи його харчову цінність, хімічний склад та органолептичні властивості. Доведено позитивний вплив ферментів ліпази та протеази на поліпшення якості, а саме збільшили об'єм хліба і його пористість. Вчені дійшли висновку, що застосування ферментів є перспективним напрямом виробництва безглютенових хлібобулочних виробів [47]. Додавання смаженого борошна з кіноа в безглютенові торти, печиво, кекси та пироги у різних пропорціях встановило найкращий вплив на представлені кондитерські вироби у співвідношенні 1:10 [48]. Борошно з кіноа в рецептурі печива дозволяє покращити реологічні властивості тіста, тобто збільшити його еластичність та зменшити розтяжність. Це дозволяє зберегти форму тіста та підвищити якість печива. Збільшення стійкого крохмалю в печиві з кіноа дозволяє підвищити його поживну цінність і зберегти свіжість тіста, хрусткість печива тривалий час [49].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведено багато досліджень і розроблено сучасні технології хлібобулочних виробів з використанням різних видів інгредієнтів. Окремі дослідження використання зерна кіноа, борошна гречаного, кукурудзяного, крохмалю і порошку лушпиння псиліума підтверджують перспективність таких розробок в хлібопеченні. Проте їхнє сумісне використання у рецептурі хліба безглютенового залишається не вивченим.

Аналіз літературних джерел свідчить, що існують перспективи розробки хлібобулочних виробів з використанням борошна з кіноа та псиліума для створення поживних, безглютенових харчових продуктів. Вивчення безглютенової продукції на ринку показав необхідність збагачення безглютенових продуктів масового споживання.

Подяки. Умови для проведення дослідження забезпечили ТОВ «Умань Хліб Груп» відповідно до договору №9/24 від 06.05.2024.

Бібліографія

1. Шелудько В. М. Нові види борошняних кондитерських виробів в Україні. Зберігання і переробка зерна. 2011. №6. С. 30–32.

2. Мазаракі А. А., Пересічний М. І., Кравченко М. Ф., Карпенко П. О., Пересічна С. М. Технологія продуктів харчування функціонального призначення: монографія. за ред. М. І. Пересічного. 2-ге вид., переробл. та допов. Київ: нац. торг.-екон. університет, 2012. 1116 с.

3. Іоргачова К. Г., Лебеденко Т. Є. Хлібобулочні вироби оздоровчого призначення з використання фітодобавок: монографія. Київ: К-Прес, 2015. 464 с.

4. Ярошевич Т. С., Ярошевич О. М. Сучасні тенденції у формуванні якості хлібобулочних виробів. Товарознавчий вісник. 2013. №6. С. 258–262.

5. Брулевич В. В. Безпечність харчових продукті за законодавством України та Європейського Союзу. Судова апеляція. 2016. №2. С. 75–83.

6. Іваніщева О., Пахомська О. Тенденції формування якості хлібобулочних виробів функціонального призначення. Молодий вчений. 2021. №5 (93). С. 159–163.

7. Elkatry H. O., El-Beltagi H. S., Ahmed A. R., Mohamed H. I., Al-Otaibi H. H., Ramadan K. M. A., Mahmoud M. A. A. The potential use of Indian rice flour or husk in fortification of pan bread: assessing bread's quality using sensory, physicochemical, and chemometric methods. Front. 2023. 10:1240527. 10.3389/fnut.2023.1240527.

8. Nouska C., Hatzikamari M., Matsakidou A., Biliaderis C.G., Lazaridou A. Enhancement of

textural and sensory characteristics of wheat bread using a chickpea sourdough fermented with a selected autochthonous microorganism. Foods. 2023. 12(16):3112. 10.3390/foods12163112.

9. Cacak-Pietrzak G., Sujka K., Księżak J., Bojarszczuk J., Dziki D. Sourdough wheat bread enriched with grass pea and lupine seed flour: physicochemical and sensory properties. Applied Sciences. 2023. 13(15):8664. 10.3390/app13158664.

10. Писарець О. П., Бєла Н. І., Гетьман І .А., Семенова А.Б. Доцільність застосування псилліуму у якості структуроутворювача в технології безглютенових хлібобулочних виробів. Продовольчі ресурси. 2018. № 10. С. 232–236. https://doi.org/10.31073/foodresources2018-10-28.

11. Husby S., Koletzko S., Korponay-Szabo I., Kurppa K., Mearin M. L., Ribes Koninckx C., Wessels M. European society paediatric gastroenterology, hepatology and nutrition guidelines for diagnosing coeliac disease, 2020. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 2020. 70(1). P. 141–156. 10.1097/MPG.0000000000002497.

12. Catassi C., Bai J. C., Bonaz B., Bouma G., Calabro A., Carroccio A., Pizzarro A. Non-celiac gluten sensitivity: the new frontier of gluten releted disorders. Nutrients. 2013. 5(10). P. 3839–3853. 10.3390/nu5103839.

13. Gass J., Bethune M. T, Siegel M., Spencer A., Khosla C. Combination enzyme therapy for gastric digestion of dietary gluten in patients with celiac sprue. Gastroenterology. 2007. 133 (2). P. 472–480. 10.1053/j.gastro.2007.05.028.

14. Горобець А. Глютен – чутлива ентеропатія: стан проблеми на сучасному етапі. Український науково-медичний молодіжний журнал. 2015. №2 (88). С. 23–26.

15. Molberg O., McAdam S., Lundin K. E., Kristiansen C., Arentz-Hansen H., Kett K., Sollid L. M. T cells from celiac disease lesions recognize gliadin epitopes deamidated in situ by endogenous tissue transglutaminase. European Journal of Immunology. 2001. Vol. 31 (5). P. 1317–1323. 10.1002/1521-4141(200105)31:5<1317::AID-IMMU1317>3.0.CO;2-I.

16. Rubio-Tapia A, Murray J. A. Celiac disease. Current Opinion in Gastro-enterology. 2010. 26(2). P. 116–122. 10.1097/MOG.0b013e32830edc1e.

17. Freeman H. J. Lymphoproliferative and intestinal malignancies in 214 patient with biopsy-defined celiac disease. Journal of Clinical Gastroenterology. 2004. 38 (5). P. 429–434. 10.1097/00004836-200405000-00008.

18. Губська О. Ю. Целіакія: поширеність, особливості клінічного перебігу, діагностики, лікування та одужання хворих: автореф. докт. дис. … д-ра мед. наук: 14.01.36. Київ, 2009. 33 с.

19. Lanzini A., Lanzarotto F., Villanacci V., Mora A., Bertolazzi S., Turini D., Ricci C. Complete recovery of intestinal mucosa occurs very rarely in adult coeliac patients despite adherence to gluten-free died. Alimentary pharmacology & therapeutics. 2009. 29 (12). P. 1299–1308. 10.1111/j.1365-2036.2009.03992.x.

20. Priscila Farage, Yanna Karla de Medeiros Nóbrega, Pratesi Riccardo [et al.]. Gluten contamination in gluten-free bakery product: a risk coeliac disease patients. Public Health Nutrition. 2017. 20 (3). P. 413–416. 10.1017/S1368980016002433.

21. Краєвська С., Стеценко Н. Формування вітчизняного ринку безглютенових харчових продуктів. Товари і ринки. 2018. №4 (28). С. 36–46.

22. Костецька Н. І. Ринок хліба і хлібобулочних виробів України: стан і перспективи розвитку. Галицький економічний вісник. 2015. Т. 48. №1. С. 26–31.

23. Хліб «Безглютеновий смачний»: пат. 120726 Україна: МПК A12D, 13/066, №a201706035; заявл. 16.06.2017; опубл. 10.11.2017, Бюл. №21. 7 с.

24. Хліб безглютеновий: пат. 114989 Україна: A21D13/066A21D13/047, №a201606264; заявл. 09.06.2016; опубл. 28.08.2017, Бюл. №16. 9 с.

25. Хліб дієтичний безглютеновий: пат. 84120 Україна: A21D 2/00, №201304666; заявл. 15.04.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. №19. 4 с.

26. Шаніна О. М., Галясний І. В., Лобачова Н. Л. Обгрунтування складу борошняної сировини в технології безглютенового бездріжджового хліба. Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. 2015. №4. С. 56–60. https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/4919/1/Польща.pdf (дата звернення: 15.09.2023).

27. Rossana Coda, Raffaella Di Cagno, Marco Gobbetti, Carlo Giuseppe Rizzello. Sourdough lactic acid bacteria: Exploration of non-wheat cereal-based fermentation. Food Microbiology. 2014. Vol. 37. P. 51–58. 10.1016/j.fm.2013.06.018.

28. Stefan Weckx, Roel Van der Meulen, Dominique Maes, Ilse Scheirlinck, Geert Huys, Peter Vandamme, Luc De Vuyst. Lactic acid bacteria community dynamics and metabolite production of rye sourdough fermentations share characteristics of wheat and spelt sourdough fermentations. Food Microbiology. 2010. Vol. 8, Is. 12. P. 1000–1008. 10.1016/j.fm.2010.06.005.

29. Ilkem Demirkesen Mert, Osvaldo H. Campanella, Gulum Sumnu, Serpil Sahin. Gluten – free sourdough bread prepared with chestnut and rice flour. Foodbalt. Vol. 26, Is. 1. P. 239–242. https://www.semanticsholar.org/paper/Gluten-free-sourdough-bread-prepared-with-chesnut-Mert-Campanella/db92945c7027f6b6422178a80fde18f800188904. (дата звернення 11.09.2023).

30. Curti M. I., Palavecino P. M., Savio M., Boroni M. V., Ribotta P. D. Sorghum (Sorghum

bicolor L. Moench) Gluten-free bread: the effect of milling conditions on the technological properties and in vitro bioaccessibility of polyphenols and minerals. Foods. 2023. 12(16):3030. 10.3390/foods12163030.

31. Хліб безглютеновий з борошном сорго: пат. 142991 Україна: A21 D 13/066. №201911851; заявл. 12.12.2019; опубл. 10.07.2020, Бюл. №13. 3 с.

32. Schoenlechner R., Bender D., D'Amico S., Kinner M., Tömösközi S., Yamsaengsung R. Dry fractionation and gluten-free sourdough bread baking from quinoa and sorghum. Foods. 2023. 12(16):3125. 10.3390/foods12163125.

33. Грищенко А. Дослідження якості та черствіння безглютенового хліба з гречаним і кукурудзяним борошном. Grain Products and Mixed Fodder's. 2017. 17 (2). 10.15673/gpmf.v17i2.524.

34. Gibb Roger, D., Sloan Kyle J., McRorie Johnson W. Psyllium is a natural nonfermented gel-forming fiber that is effective for weight loss: A comprehensive review and meta-analysis. Journal of the American Association of Nurse Practitianers. 2023. 35 (8). P. 468–476. 10.1097/JXX.0000000000000882.

35. 7 benefits of psyllium husk. https://www.medicalnewstoday.com/articles/318708#benefits (дата звернення 23.09.2023).

36. Mayara Belorio, Manuel Gómez. Psyllium: a useful functional ingredient in food system. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2022. Vol. 62, Is. 2. P. 527–538. 10.1080/10408398.2020.1822276.

37. Fratelli C., Santos F. G., Muniz D. G., Hadu S., Brada A. R. C., Capriles V. D. Psyllium improves the quality and shelf life of gluten-free bread. Foods. 2021. 10(5):954. 10.3390/foods10050954.

38. Троценко В. І., Мельник А. В., Троценко Н. В. Дослідження базових характеристик насіння кіноа. Вісник Сумського НАУ. 2020. №1 (39). С. 71–77.

39. Semra Navruz-Varli, Nevin Sanlier. Nutritional and health benefits of quinoa (Chenopodium quinoa Willd). Journal of Cereal Science. 2016. Vol. 69. P. 371–376.

40. Троценко В. І., Коваленко І. М., Ільченко В. О. Стан та перспективи культури кіноа в північно-східному лісостепу України. Вісник Сумського НАУ. 2017. №9 (34). С. 77–81.

41. Bazile D., Bertero D., Nieto Rome C. State of the art report on quinoa around the world in 2013. FAO. 2014. P. 589. https://agritrop.cirad.fr/575489/1/document_575489.pdf (дата звернення 20.09.2023).

42. Валевська Л. О., Соколовська О. Г., Шулянська А. О. Біологічна цінність зернових суперфудів. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: «Технічні науки». 2020. Т. 31(70). №1. Ч. 2. С. 116–120.

43. Soft, fluffu yeast quinoa bread (gluten-free, dairy-free). https://www.dishbydish.net/soft-fluffy-yeast-quinoa-bread/ (дата звернення: 23.09.2023).

44. Dana Elgeti, Sebastian D. Nordlohne, Marina Bels, Maike Föste. Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. Journal of Cereal Science. 2013. 59 (1). P. 41–47. 10.1016/j.jcs.2013.10.010.

45. Repo-Carrasco-Valencia R., Vidaurre-Ruiz J., Luna-Mercado G.I. Development of gluten-free breads using andean native grains quinoa, kañiwa, kiwicha and tarwi. Proceedings. 2020. 53 (1):15. 10.3390/proceedings2020053015.

46. Föste M., Nordlohne S. D., Elgeti D. et al. Impact of quinoa bran on gluten-free dough and bread characteristics. Eur Food Res Tecnol. 2014. 239. P. 767–775. 10.1007/s00217-014-2269-x.

47. Azizi S., Azizi M.H., Moogouei R, Rajaei P. The effect of quinoa flour and enzymes on the quality of gluten-free dread. Food Sci Nutr. 2020. №8. P. 2373–2382. 10.1002/fsn3.1527.

48. Sukhmandeep Kaur, Navjot Kaur and Kiran Grover. Development and nutritional evalution of gluten free bakery products using pseudocereal quinoa (Chenopodium quinoa). Internation Journal of Pure & Applied Bioscience. 2018. №6 (2). P. 810–820. 10.18782/2320-7051.2831.

49. Ma Y., et. el. Effects of quinoa flour on wheat dough quality, baking quality, and in vitro starch digestibility of the crispy biscuits. Front. 2022. Nutr. 9:846808. 10.3389/fnut.2022.846808.

References

1. Sheludko, V. M. (2011). Novi vydy boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv v Ukraini. [New types of flour confectionery in Ukraine]. Zberihannia i pererobka zerna. [Storage and processing of grain], 6, 30–32. [in Ukrainian].

2. Mazaraki A. A., Peresichnyi M. I., Kravchenko M. F., Karpenko P. O., Peresichna S. M. Tekhnolohiia produktiv kharchuvannia funktsionalnoho pryznachennia: monohrafiia. [Technology of functional food products: monograph]. for editing M. I. Peresichnyi. 2nd ed. Kyiv. National University of Trade and Economics, 2012. 1116. [in Ukrainian].

3. Iorhachova, K. H., Lebedenko, T. Ye. (2015). Khlibobulochni vyroby ozdorovchoho pryznachennia z vykorystannia fitodobavok: monohrafiia. [Bakery products for health purposes with the use of phytoadditives: monograph]. Kyiv: K-Pres, 464. [in Ukrainian].

4. Yaroshevych, T. S., Yaroshevych, O. M. (2013). Suchasni tendentsii u formuvanni yakosti khlibobulochnykh vyrobiv. [Modern trends in shaping the quality of bakery products]. Tovaroznavchyi visnyk. [Commodity Bulletin], 6, 258–262. [in Ukrainian].

5. Brulevych V. V. (2016). Bezpechnist kharchovykh produkti za zakonodavstvom Ukrainy ta Yevropeiskoho Soiuzu. [Food safety according to the legislation of Ukraine and the European Union]. Sudova apeliatsiia. [Judicial appeal]. 2. 75–83. [in Ukrainian].

6. Ivanishcheva, O., Pakhomska, O. (2021). Tendentsii formuvannia yakosti khlibobulochnykh vyrobiv funktsionalnoho pryznachennia. [Trends in the formation of the quality of functional bakery products]. Molodyi vchenyi. [A young scientist]. 5 (93), 159–163. [in Ukrainian].

7. Elkatry, H. O., El-Beltagi, H. S., Ahmed, A. R., Mohamed, H. I., Al-Otaibi, H. H., Ramadan, K. M. A., Mahmoud, M. A. A. (2023). The potential use of Indian rice flour or husk in fortification of pan bread: assessing bread's quality using sensory, physicochemical, and chemometric methods. Front. 10:1240527. 10.3389/fnut.2023.1240527.

8. Nouska, C, Hatzikamari, M, Matsakidou, A, Biliaderis, CG, Lazaridou, A. (2023). Enhancement of textural and sensory characteristics of wheat bread using a chickpea sourdough fermented with a selected autochthonous microorganism. Foods. 12 (16):3112. 10.3390/foods12163112.

9. Cacak-Pietrzak, G, Sujka, K, Księżak, J, Bojarszczuk, J, Dziki, D. (2023). Sourdough wheat bread enriched with grass pea and lupine seed flour: physicochemical and sensory properties. Applied Sciences. 13 (15):8664. 10.3390/app13158664.

10. Pysarets, O. P., Biela, N. I., Hetman, I. A., Semenova, A. B. (2018). Dotsilnist zastosuvannia psylliumu u yakosti strukturoutvoriuvacha v tekhnolohii bezghliutenovykh khlibobulochnykh vyrobiv. [The feasibility of using psyllium as a structure-forming agent in the technology of gluten-free bakery products]. Prodovolchi resursy. [Food resources]. 10, 232–236. (date of access:10.05.2025). [in Ukrainian].

11. Husby, S, Koletzko, S, Korponay-Szabo, I, Kurppa, K, Mearin, M. L, RibesKoninckx, C. Wessels, M. (2020). European society paediatric gastroenterology, hepatology and nutrition guidelines for diagnosing coeliac disease, Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 70(1), 141–156. 10.1097/MPG.0000000000002497.

12. Catassi, C, Bai, J. C, Bonaz, B, Bouma, G, Calabrò, A, Carroccio, A., Pizzarro A. (2013). Non-celiac gluten sensitivity: the new frontier of gluten releted disorders. Nutrients. 5 (10), 3839–3853. 10.3390/nu5103839.

13. Gass, J., Bethune, M. T., Siegel, M., Spencer, A., Khosla, C. (2007). Combination enzyme therapy for gastric digestion of dietary gluten in patients with celiac sprue. Gastroenterology. 133 (2), 472–480. 10.1053/j.gastro.2007.05.028.

14. Horobets. A. (2015). Hliuten – chutlyva enteropatiia: stan problemy na suchasnomu etapi. [Gluten-sensitive enteropathy: current status of the problem]. Ukrainskyi naukovo-medychnyi molodizhnyi zhurnal. [Ukrainian scientific and medical youth journal]. 2(88), 23–26. [in Ukrainian].

15. Molberg, O., McAdam, S., Lundin, K. E., Kristiansen, C., Arentz-Hansen, H., Kett, K., Sollid, L. M. (2001). T cells from celiac disease lesions recognize gliadin epitopes deamidated in situ by endogenous tissue transglutaminase. European Journal of Immunology. 31 (5), 1317–1323. 10.1002/1521-4141(200105)31:5<1317::AID-IMMU1317>3.0.CO;2-I.

16. Rubio-Tapia, A., Murray, J. A. (2010). Celiac disease. Current Opinion in Gastro-enterology. 26(2), 116–122. 10.1097/MOG.0b013e32830edc1e.

17. Freeman, H. J. (2004). Lymphoproliferative and intestinal malignancies in 214 patient with biopsy-defined celiac disease. Journal of Clinical Gastroenterology. 38(5), 429–434. 10.1097/00004836-200405000-00008.

18. Hubska, O. Yu. (2009). Tseliakiia: poshyrenist, osoblyvosti klinichnoho perebihu, diahnostyky, likuvannia ta oduzhannia khvorykh: avtoref. [Celiac disease: prevalence, features of clinical course, diagnostics, treatment and recovery of patients: author's abstract. doctor's thesis. ... doctor of medical sciences]: 14.01.36. Kyiv, 33. [in Ukrainian].

19. Lanzini, A., Lanzarotto, F., Villanacci, V., Mora, A., Bertolazzi, S., Turini, D., Ricci, C. (2009). Complete recovery of intestinal mucosa occurs very rarely in adult coeliac patients despite adherence to gluten-free died. Alimentary pharmacology & therapeutics. 29(12), 1299–1308. 10.1111/j.1365-2036.2009.03992.x.

20. Priscila Farage, Yanna Karla de Medeiros Nóbrega, Pratesi Riccardo (2017). Gluten contamination in gluten-free bakery product: a risk coeliac disease patients. Public Health Nutrition. 20 (3), 413–416. 10.1017/S1368980016002433.

21. Kraievska, S., Stetsenko, N. (2018). Formuvannia vitchyznianoho rynku bezghliutenovykh kharchovykh produktiv. [Formation of the domestic market for gluten-free food products]. Tovary i rynky. [Goods and markets]. 4 (28), 36–46. [in Ukrainian].

22. Kostetska. N. I. (2015). Rynok khliba i khlibobulochnykh vyrobiv Ukrainy: stan i perspektyvy rozvytku. [The bread and bakery products market of Ukraine: state and development prospects]. Halytskyi ekonomichnyi visnyk. [Galician Economic Bulletin]. 48(1), 26–31. [in Ukrainian].

23. Khlib «Bezghliutenovyi smachnyi»: ["Gluten-free delicious" bread]: patent 120726 Ukraine: MPK A12D, 13/066, Noa201706035; statement 16.06.2017; published 10.11.2017, Bul. 21, 7. [in Ukrainian].

24. Khlib Bezghliutenovyi: [Gluten-free bread]: patent 114989 Ukraine: A21D13/066A21D13/047,

Noa201606264; statement 09.06.2016; published 28.08.2017, Bul. 16, 9. [in Ukrainian].

25. Khlib diietychnyi bezghliutenovyi. [Gluten-free diet bread]: patent 84120 Ukraine: A21D 2/00, No201304666; statement 15.04.2013; published 10.10.2013, Bul. 19. 4. [in Ukrainian].

26. Shanina, O. M., Haliasnyi, I. V., Lobachova, N. L. (2015). Obhruntuvannia skladu boroshnianoi syrovyny v tekhnolohii bezghliutenovoho bezdrizhdzhovoho khliba. [Justification of the composition of flour raw materials in the technology of gluten-free yeast-free bread]. Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. 4, 56–60. https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/4919/1/Польща.pdf (date of access: 15.09.2023). [in Ukrainian].

27. Rossana Coda, Raffaella Di Cagno, Marco Gobbetti, Carlo Giuseppe Rizzello. Sourdough lactic acid bacteria: Exploration of non-wheat cereal-based fermentation. Food Microbiology. 2014. Vol. 37. P. 51–58. 10.1016/j.fm.2013.06.018.

28. Stefan Weckx, Roel Van der Meulen, Dominique Maes, Ilse Scheirlinck, Geert Huys, Peter Vandamme, Luc De Vuyst. Lactic acid bacteria community dynamics and metabolite production of rye sourdough fermentations share characteristics of wheat and spelt sourdough fermentations. Food Microbiology. 2010. Vol. 8, Is. 12. P. 1000–1008. 10.1016/j.fm.2010.06.005.

29. Ilkem Demirkesen Mert, Osvaldo H. Campanella, Gulum Sumnu, Serpil Sahin. Gluten – free sourdough bread prepared with chestnut and rice flour. Foodbalt. Vol. 26, Is. 1. P. 239–242. https://www.semanticsholar.org/paper/Gluten-free-sourdough-bread-prepared-with-chesnut-Mert-Campanella/db92945c7027f6b6422178a80fde18f800188904. (date of access: 11.09.2023).

30. Curti MI, Palavecino PM, Savio M, Boroni MV, Ribotta PD. Sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) Gluten-free bread: the effect of milling conditions on the technological properties and in vitro bioaccessibility of polyphenols and minerals. Foods. 2023. 12(16):3030. 10.3390/foods12163030.

31. Khlib bezghliutenovyi z boroshnom sorho: [Gluten-free bread with sorghum flour]: patent 142991 Ukraine:: A21 D 13/066. No201911851; statement 12.12.2019; published 10.07.2020, Bul. 13. 3. [in Ukrainian].

32. Schoenlechner R, Bender D, D'Amico S, Kinner M, Tomoközi S, Yamsaengsung R. Dry fractionation and gluten-free sourdough bread baking from quinoa and sorghum. Foods. 2023. 12(16):3125. 10.3390/foods12163125.

33. Hryshchenko, A. (2017). Doslidzhennia yakosti ta cherstvinnia bezghliutenovoho khliba z hrechanym i kukurudzianym boroshnom. [Research on the quality and staling of gluten-free bread made with buckwheat and corn flour]. Grain Products and Mixed Fodder's. 17(2). 10.15673/gpmf.v17i2.524. [in Ukrainian].

34. Gibb, Roger, D., Sloan, Kyle J., McRorie, Johnson W. (2023). Psyllium is a natural nonfermented gel-forming fiber that is effective for weight loss: A comprehensive review and meta-analysis. Journal of the American Association of Nurse Practitianers, 35 (8), 468–476. 10.1097/JXX.0000000000000882.

35. 7 benefits of psyllium husk. https://www.medicalnewstoday.com/articles/318708#benefits (дата звернення 23.09.2023).

36. Belorio, M., Gómez, M. Psyllium: a useful functional ingredient in food system. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2022. Vol. 62, Is. 2. P. 527–538. 10.1080/10408398.2020.1822276.

37. Fratelli, C., Santos, F.G., Muniz, D.G., Hadu, S., Brada, A.R.C., Capriles, V.D. Psyllium improves the quality and shelf life of gluten-free bread. Foods. 2021. 10(5):954. 10.3390/foods10050954.

38. Trotsenko, V. I., Melnyk, A. V., Trotsenko, N. V. (2020). Doslidzhennia bazovykh kharakterystyk nasinnia kinoa. [Research on the basic characteristics of quinoa seeds]. Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Fhrarnoho Universytetu. [Bulletin of Sumy National Agrarian University], 1 (39). 71–77. [in Ukrainian].

39. Semra Navruz-Varli, Nevin Sanlier. Nutritional and health benefits of quinoa (Chenopodium quinoa Willd). Journal of Cereal Science. 2016. Vol. 69. P. 371–376.

40. Trotsenko, V. I., Kovalenko, I. M., Ilchenko, V. O. (2017). Stan ta perspektyvy kultury kinoa v pivnichno-skhidnomu lisostepu Ukrainy. [Status and prospects of quinoa cultivation in the northeastern forest-steppe of Ukraine]. Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Fhrarnoho Universytetu. [Bulletin of Sumy National Agrarian University], 9 (34), 77–81. [in Ukrainian].

41. D. Bazile, D. Bertero and C. Nieto Rome. State of the art report on quinoa around the world in 2013. FAO. 2014, 589. https://agritrop.cirad.fr/575489/1/document_575489.pdf (дата звернення 20.09.2023).

42. Valevska, L. O., Sokolovska, O. H., Shulianska, A. O. (2020). Biolohichna tsinnist zernovykh superfudiv. [Biological value of grain superfoods]. Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. [Scientific notes of V. I. Vernadsky TNU], 31(70(1(2))), 116–120. [in Ukrainian].

43. Soft, fluffu yeast quinoa bread (gluten-free, dairy-free). https://www.dishbydish.net/soft-fluffy-yeast-quinoa-bread/ (date of access: 23.09.2023).

44. Dana Elgeti, Sebastian D. Nordlohne, Marina Bels, Maike Föste. Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. Journal of Cereal Science. 2013. 59 (1).

P. 41–47. 10.1016/j.jcs.2013.10.010.

45. Repo-Carrasco-Valencia R, Vidaurre-Ruiz J, Luna-Mercado GI. Development of gluten-free breads using andean native grains quinoa, kañiwa, kiwicha and tarwi. Proceedings. 2020. 53 (1):15. 10.3390/proceedings2020053015.

46. Föste M., Nordlohne S. D., Elgeti D. et al. Impact of quinoa bran on gluten-free dough and bread characteristics. Eur Food Res Tecnol. 2014. 239. P. 767–775. 10.1007/s00217-014-2269-x.

47. Azizi S, Azizi MH, Moogouei R, Rajaei P. The effect of quinoa flour and enzymes on the quality of gluten-free dread. Food Sci Nutr. 2020. №8. P. 2373–2382. 10.1002/fsn3.1527.

48. Sukhmandeep Kaur, Navjot Kaur and Kiran Grover. Development and nutritional evalution of gluten free bakery products using pseudocereal quinoa (Chenopodium quinoa). Internation Journal of Pure & Applied Bioscience. 2018. №6(2). P. 810–820. 10.18782/2320-7051.2831.

49. Ma Y, et. el. Effects of quinoa flour on wheat dough quality, baking quality, and in vitro starch digestibility of the crispy biscuits. Front. 2022. Nutr. 9:846808. 10.3389/fnut.2022.846808.