

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ ТА ОСВІТИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Допущено до захисту

_____ 2023 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Андрій ЧЕРНЕГА
(підпис) (Власне ім'я ПРИЗВИЩЕ)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

МАГІСТР

ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНА КІНОА В ХЛІБОПЕЧЕННІ

Виконала – студентка II курсу, групи 21 м-тз

Спеціальності 181 «Харчові технології»

Освітньої програми «Технології зерна та
зернопродуктів»

Сергієнко Тетяна Андріївна

Керівник – канд. с.-г. наук, доцент

Костецька Катерина Василівна

Умань–2023

ЗМІСТ

ABSTRACT	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ВИВЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНА КІНОА У ХЛІБОПЕЧЕННІ (огляд літератури)	6
1.1 Сучасний стан харчування населення	6
1.2 Способи підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів	7
1.3 Продукти харчування під час непереносимості глютену	10
1.4 Застосування зерна кіноа в харчовій промисловості	16
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	20
2.1 Умови проведення дослідження	20
2.2 Об'єкт дослідження	20
2.3 Схема дослідження	21
2.4 Методика проведення дослідження	22
РОЗДІЛ 3 ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНА КІНОА В ХЛІБОПЕЧЕННІ	24
3.1 Обґрунтування, розроблення рецептурного складу та технологічних параметрів виробництва хліба	24
3.2 Фізико-хімічне оцінювання хліба безглютенового	31
3.3 Органолептичне оцінювання хліба безглютенового	34
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	48
4.1 Технологічна схема	48
4.2 Характеристика технологічної лінії	49
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	51
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	54
ВИСНОВКИ	56
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
ДОДАТКИ	67

ABSTRACT

Sergienko T. "The use of quinoa grain in baking".

Master's thesis in the specialty 181 Food Technologies. The research was carried out at the Department of Food Technologies of Uman National University of Horticulture.

In the production of gluten-free products, gluten extraction plays an important role in shaping the nutritional and energy value of bakery products. Therefore, the question arises of improving the nutritional and consumer qualities of such bread.

This work is devoted to the scientific substantiation and development of recipes for gluten-free bread products using non-traditional raw materials such as quinoa flour and psyllium.

The use of pseudo-cereals in baking is of great nutritional interest due to their composition. In addition to a high starch content, pseudocereals contain dietary fiber, complete protein, vitamins, minerals, lipids rich in unsaturated fatty acids and other phytochemicals such as saponins, phytosterols, squalene, phagopyritols and polyphenols. This composition justifies their potential and prospects as additives or substitutes for cereals.

In the course of the study, the quality indicators of grain and flour of quinoa and buckwheat were evaluated, bread was baked and evaluated. The influence of adding functional ingredients in different proportions on the organoleptic and physicochemical quality indicators of bread was determined.

The research results showed that the best quality indicators were found in a sample made from a mixture of quinoa flour and corn and potato starches in equal proportions (33:33:33). It was also found that psyllium had a positive effect on the porosity of the products.

Keywords: gluten-free bread, gluten, celiac disease, flour, quinoa, buckwheat flour, corn flour, psyllium, technology, research.

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. 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.

Мета роботи – теоретично обґрунтувати та розробити технології спеціалізованих хлібних виробів на основі корекції їх складу за рахунок використання продуктів перероблення нетрадиційної для хлібопечення рослинної сировини – зерна лободи кіноа.

Завдання дослідження:

- теоретично обґрунтувати та експериментально підтвердити вибір сировини для отримання основних рецептурних інгредієнтів, які використовуються при створенні спеціалізованих хлібних виробів: зерна кіноа.

- розробити рецептури спеціалізованих хлібних виробів і встановити вплив складу і властивостей рецептурних компонентів на споживчі характеристики продукції.

Об'єкт дослідження – розроблення рецептури та процеси формування якості безглютенових хлібних виробів.

Предмет дослідження – зерно кіноа, борошно кіноа, гречане, кукурудзяне, псиліум, суміші борошна, хліб.

Методи дослідження. У роботі використовувалися наступні методи дослідження: загальнонаукові – експерименту, гіпотез, аналізу, спостереження та узагальнення: спеціальні – лабораторний, виробничий, статистичний.

Наукова новизна одержаних результатів. Сформульована концепція, розроблено методологія і дано науково-практичне обґрунтування принципів

виробництва нових технологій і рецептур спеціалізованих хлібних виробів на основі зерна кіноа.

Практична цінність роботи. На основі наукового аналізу було розроблено рекомендації (технологічна інструкція) до органолептичного оцінювання якості хліба безглютенового, які розглянуто і схвалено на засіданні Вченої ради інженерно-технологічного факультету (протокол №2 від 13.10.2023) (додаток А). Подано заявку на одержання патенту на корисну модель: «Спосіб органолептичного оцінювання якості хліба безглютенового».

Апробація результатів роботи. Основні положення кваліфікаційної роботи доповідалися на міжнародній науково-практичній конференції «Молодіжна наука заради миру та розвитку» (9–11.11.2022, м. Чернівці) та на секційному засіданні Всеукраїнської студентської наукової онлайн конференції Уманського НУС зібрання наукового гуртка кафедри харчових технологій (*приурочено 100-річчю від дня народження українського вченого в галузі агрономії, професора Івана Маркіяновича Карасюка, 20.04.2023, м. Умань*).

Публікації (додаток Б). Результати дипломної роботи висвітленні в двох наукових публікаціях:

- Сергієнко Т. А. Борошно з зерна кіноа у хлібопеченні: матеріали Міжнародної науково-практичній конференції «Міжнародна наука заради миру та розвитку», присвяченої Всесвітньому дню науки (9–11.11.2022). Чернівці: Чернівець. нац. ун-т. ім. Ю. Федьковича, 2022. С. 626–629. (656 с.);

- Сергієнко Т. А. Цінність безглютенового хліба. *Збірник студентських наукових праць інженерно-технологічного факультету Уманського* / Редкол. О. С. Пушка (відп. ред.) та ін. Умань: 2023. С. 176–179. (205 с).

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, шести розділів, які висвітлюють тему дослідження, висновку, списку використаних джерел і додатків.

Основна частина роботи виконана на 67 сторінках комп'ютерного тексту, результати досліджень (Розділ 3) включають 17 таблиць і шість рисунків. Список літератури містить 78 першоджерел, у т. ч. іноземні.

РОЗДІЛ 1

ВИВЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНА КІНОА У ХЛІБОПЕЧЕННІ (огляд літератури)

1.1 Сучасний стан харчування населення

Одним з основних факторів, які впливають на здоров'я людини, є харчування, що забезпечує організм необхідною для життєдіяльності енергією. Проблема харчування в тому, що люди споживають недостатню кількість поживних речовин та вітамінів, водночас віддаючи перевагу шкідливим і висококалорійним продуктам. Як результат, збільшення ризик розвитку ожиріння, діабету, серцево-судинних захворювань та інших хвороб [1].

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.

Таким чином, функціональні харчові продукти та нутрицевтики містять інгредієнти рослинного походження, які в меншій мірі забезпечують енергією або пластичністю, але відіграють над важливу роль у підтримці здоров'я.

Головними біологічно-активними сполуками у складі функціональних продуктів є:

- поліфеноли, флавоноїди та хінони, що забезпечують антиоксидантні властивості та гальмують канцерогенні процеси, захищають ліпидовмісні ділянки клітинних мембран і зменшують окислення поліненасичених жирних кислот;

- пребіотики – органічні кислоти, полісахариди, ферменти та ненасичені жирні кислоти, які стимулюють активність лімфоїдної тканини кишечника, скорочують тривалість ротавірусних інфекцій, сприяють розвитку біфідобактерій та

молочнокислих бактерій, підвищують біодоступність кальцію за рахунок всмоктування в товстій кишці та знижують рН товстої кишки;

- фітоестрогени – ізофлавіони, куместан і лігнін, що знижують рівень холестерину в крові та покращують системний артеріальний тонус [2–4].

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, яка в кілька разів перевищує шкоду забруднення навколишнього середовища [5, 6].

1.2 Способи підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів

Споживання неякісних, небезпечних продуктів харчування спричиняє низку захворювань, а спалахи харчових отруєнь – фіксуються з певною періодичністю в багатьох країнах світу.

Погіршення екологічних та кліматичних умов у всьому світі, порушення технологій вирощування сировини тваринного та рослинного походження (безконтрольне внесення мінеральних добрив, використання гормонів і антибіотиків, генетично модифікованих організмів) і технологічних процесів при виробництві продуктів харчування, погіршення якості, наявність токсичних речовин хімічного та біологічного походження (важкі метали, пестициди, радіонукліди, заборонені харчові добавки та патогенні мікроорганізми, мікробіологічне обсіменіння) створюють ризик зараження. Забезпечення населення якісними та безпечними продуктами харчування є одним з найважливіших елементів національної безпеки України. Наразі це одне з головних завдань виробників хліба та хлібобулочних виробів, підприємств роздрібної торгівлі, науково–технічних експертів та держави в цілому [7, 8].

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 [9].

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» [10], ДСТУ 7517:2014 «Хліб з борошна. Загальні технічні умови» [11], Державних санітарних норм і правил (ДСанПіН) «Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів і продовольчої сировини» [12], та інші методичні та нормативні документи.

Проблема підвищення якості хлібобулочних виробів вивчалася багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими. Іоргачова К. Г. та Лебеденко Т. Є. [13] досліджували можливості технологічного вдосконалення хлібобулочних виробів оздоровчого призначення з використанням рослинних добавок. Дослідження Ярошевич Т. С. та Ярошевич О. М. [14] відображають сучасні тенденції формування якості хлібобулочних виробів. Праці Брулевича В. В. [15] присвячені безпечності харчових продуктів, зокрема безпечності хлібобулочних виробів та їх відповідності чинному законодавству, а напрацювання Іваніщевої О. і Пахомської О. [16] заслуговують уваги з оглядом сучасних тенденцій формування якості хлібобулочних виробів.

Колектив авторів [17] пропонують методику приготування хліба з додаванням рисового борошна або лущиння, яку використовували для оцінки якості. Дослідники також провели органолептичну оцінку хліба за допомогою панелі сенсорів, які оцінювали смак, аромат, текстуру та зовнішній вигляд хліба.

Додавання рисового борошна чи лушпиння до хліба позитивно впливає на його якість. Зокрема, такий хліб має кращий смак, аромат, текстуру та фізико-хімічні параметри порівняно з контрольною групою хліба без такого додавання.

Існують дослідження щодо використання нутової закваски для поліпшення якості хліба. Вчені [18] розглядають різні підходи до виробу 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.

Часткова заміна пшеничного борошна соєвим і глютенівим порошком може впливати на смакові характеристики хліба – заміна може збільшити солодкість, зменшити гіркоту. Використання соєвого і глютенівого порошку як альтернативи пшеничному борошну покращує текстуру, колір і запах виробів [19].

В Україні та світі існує проблема йодної недостатності різного ступеня. Одним із способів вирішення цієї проблеми є йодування хлібобулочних виробів. Найбільш позитивний вплив на мікрофлору, формостійкість, об'ємний вихід та деформаційні показники м'якушки хлібобулочних виробів має Йодказеїн. Але вирішальне значення мають попередня якість виробу і кількість внесеного йоду для збагачення хліба [20].

Серед наявних виробників хліба на ринку є проблема незбалансованого хімічного складу. Вирішити проблему може включення до рецептури дикорослих харчових рослин, таких як: грицики, деревій, кропиву та материнку. Запропоновані хлібні вироби мають високу харчова та біологічна цінність. Вчені звертають увагу на тому, що при подальших дослідженнях При збагаченні хліба травами важливо підбирати такі пропорції, що не матимуть суттєвого впливу на споживчі властивості виробів [21].

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 [22].

1.3 Продукти харчування під час непереносимості глютену

1.3.1 Проблеми целиакії. За визначенням експертів ВООЗ, целиакія – це аутоімунне захворювання, яке розвивається у генетично схильних осіб у результаті прямого впливу глютену (білки пшениці, жита і злакових), що призводить до пошкодження слизової оболонки тонкого кишечника (Т-клітинно-опосередкована ентеропатія) [23]. Целиакія вражає 1 з 133 людей в Європі, країнах Південної та Північної Америки, Африки та Азії. Епідеміологічні ж дослідження показують, що в найближчому майбутньому целиакія розвинеться у 1 з 100 людей [24]. Слід зазначити, що кількість людей, які дотримуються безглютенової дієти, значно перевищує кількість людей з целиакією. Точна поширеність чутливості до глютену наразі невідома. Зростаюча «вестернізація» харчування призвела до збільшення поширеності целиакії та глютеночутливих захворювань у країнах, що розвиваються [25].

За даними української асоціації целиакії, в Україні налічується близько 2 000 хворих на целиакію, і ця кількість зростає з кожним роком [26].

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 та дефіциту життєвоважливих поживних речовин, таких як залізо та кальцій [23, 26].

Існують імунологічна і токсична теорії щодо етіології. Ця теорія підтверджується поступовим загоєнням слизової оболонки кишечника на безглютеновій дієті [27].

Клінічні прояви целиакії різноманітні, починаючи від класичного синдрому з діареєю, втратою ваги і недоїданням до вибіркового порушення всмоктування мікроелементів (заліза, вітаміну B₁₂ і кальцію). Некласичні прояви целиакії включають синдром подразненого кишечника, підвищення показників печінкових

хвороб, мозочкову атаксію та периферичну нейропатію [28]. Одним із найнебезпечних ускладнень целиакії є розвиток злоякісних лімфопроліферативних уражень тонкого кишечника [29].

Діагноз целиакії зазвичай базується на зборі лабораторних даних, серологічних тестах, оцінці біопсії тонкої кишки та реакції на безглютенову дієту [30]. В даний час для лікування целиакії призначається довічна безглютенова дієта (ДБД) [31], що призводить до полегшення симптомів і поступової нормалізації гістопатології. Легке запалення слизової оболонки тонкої кишки зберігається протягом усього життя у багатьох пацієнтів з целиакією, але повне загоєння слизової оболонки кишечника відбувається рідко [32].

Типова целиакія 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 целиакію підвищує ризик розвитку пухлин шлунково–кишкового тракту, цукрового діабету, цирозу печінки тощо.

Існує й інше пояснення зростання захворюваності на целиакію. 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» [26–28].

Згідно з Codex Alimentarius, продукти, які вважаються «без глютену», містять рівень клейковини, який не перевищує 20 ppm (мг/кг) [33].

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 [34].

1.3.2 Безглютенові хлібобулочні вироби. Хліб був і залишається головною стравою людей по всьому світу. Хлібобулочні вироби є частиною щоденного харчування не тільки в країнах з розвинутою 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 [35]. 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 імпортової продукції. Наразі в Україні виробляється дуже мало безглютенових хлібобулочних виробів.

Запропоновано рецептурну суміш безглютенового хліба із додаванням рисового та кукурудзяного борошна [36]; також запропоновано використовувати крохмаль кукурудзяний та крохмаль картопляний з додаванням різних видів борошна, що не містить глютену: кукурудзяного, гречаного, нутового, квасолевого, пшоняного, як стабілізатор використовується псиліум [37]. Як стверджують автори, їхня рецептура дозволяє отримати хліб поліпшеної якості, поживності та з органолептичними показниками що задовольняють споживачів безглютенового хлібу [36, 37].

Рецептура безглютенового хліба з додаванням борошна з рису, тефу та картоплі дозволяє отримати хліб з підвищеними лікувальними та органолептичними властивостями [38].

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. Вчені [39] наголошують на необхідності подальших досліджень і розвитку нових технологій для вирішення цих проблем враховуючи майбутні перспективи розвитку цієї галузі.

Перспективними є розробки інноваційних технологій безглютенових хлібобулочних виробів на основі борошняної суміші з використанням колагеновмісних білків та ферменту трансглютамінази як структуроутворювача [40].

Вчені Іспанії та Аргентини [41, 42] продемонстрували обґрунтованість розробки безглютенових продуктів, особливо з використанням природного процесу ферментації.

У Туреччині [43] вивчали вплив тіста природно ферментованих рисових дріжджів на реологічні властивості тісті та технологічний процес випікання безглютенового хліба з рисового борошна.

Порівняння технологічних властивостей безглютенового хліба, виготовленого з помелу сорго за різних умов виявили, що умови помелу мають великий вплив на текстуру, розширення тіста і в'язкість такого хліба [44].

Крім того, стаття досліджує біодоступність поліфенолів і мінералів у безглютеновому хлібі з сорго. Автори виконали дослідження, щоб визначити рівень поліфенолів і мінералів, які можуть бути засвоєні під час перетравлення хліба. Вони виявили, що умови помелу також впливають на біодоступність цих поживних речовин.

Розроблений патент [45] способу виробництва хліба безглютенового з додаванням борошна сорго вирішує проблему стабільної якості хліба та збалансованості амінокислотного та жирно–кислотного складу. Також борошно сорго збагатить хліб вітамінами, харчовими волокнами та покращує його органолептичні якості.

Печиво з цільнозернового рису для покращення харчової цінності збагачують нутрицевтиками та альтернативними підсолоджувачами, такими як стевія, що є природною солодкою речовиною без калорій для заміни традиційного цукру [46].

Автори [47] провели дослідження безглютенового печива, зокрема текстуру, смак і запах, в якому споживачам було представлено безглютенове печиво, виготовлене з альтернативного борошна з Індонезії, і вони оцінили його сенсорні властивості. Результати показали, що печиво мало приємний смак і текстуру, а також хороший запах.

Стаття також наголошує на перевагах використання альтернативного борошна для виробництва безглютенових хлібобулочних виробів. Автори вказують на те, що таке борошно може бути більш доступним і дешевим, а також має певні переваги, такі як високий вміст білка і багатий вміст мінералів.

Стаття [48] розглядає техніко-функціональні властивості безглютенового печива залежно від типу борошна нуту, а саме сирого, попередньо звареного та пророщеного. Автори провели дослідження, в якому порівнювали текстурні властивості, вміст білка та інших поживних речовин у печиві з різними видами борошна нуту. Вони виявили, що борошно з пророщеного нуту має кращі техніко-функціональні властивості та вищий вміст білка порівняно з борошном з сирого та попередньо звареного нуту.

Крім того, стаття досліджує властивості засвоюваності безглютенового печива *in vitro*. Автори використали штучну систему травлення, щоб визначити рівень засвоєння біологічно активних речовин, таких як антиоксиданти та фітати з печива. Вони виявили, що борошно пророщеного нуту має вищий рівень засвоєння цих речовин порівняно з іншими видами борошна нуту.

Стаття [49] розглядає процес сухого фракціонування, який використовується для отримання безглютенового борошна з кіноа та сорго. Автори пояснюють, що під час фракціонування відбувається розділення борошна на фракції з різною розмірністю частинок, що дозволяє отримати борошно з більш однорідним складом.

Описані процес випічки хліба на заквасці без глютену з використанням отриманого безглютенового борошна. Автори наголошують на важливості

використання закваски, яка допомагає поліпшити текстуру і смак хліба. Вони також зазначають, що випічка на заквасці може покращити поживну цінність хліба, забезпечуючи більшу доступність поживних речовин.

1.3.3 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 [71]. 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 лущиння насіння подорожника який вирощується в Індії. Його використовують як дієтичну добавку. Він може бути у формі лущиння, гранул, капсул або порошку.

Псиліум може поглинати воду і перетворюватися на густий, в'язкий гуд, який не перетравлюється в тонкому кишечнику. Його стійкість до травлення дозволяє йому контролювати рівень холестерину, тригліцеридів і цукру в крові. Він також може бути корисним для контролю ваги, полегшення діареї та запору [50].

Усі види клітковини можуть бути корисними для серця. Американська кардіологічна асоціація (АНА) стверджує, що харчові волокна можуть знизити артеріальний тиск, ризик серцево-судинних захворювань, інсульту, діабету 2 типу та ожиріння [51]. Включення псиліуму у раціон харчування також допоможе покращити показники здоров'я серця [52].

Більшість людей добре переносять псиліум. Але він може уповільняти засвоєння ліків, тому в такій ситуації потрібно бути обережним із його вживанням [50].

Вченими Mayara Belorio, Manuel Gómez [53] 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.

Також проводились дослідження на здатність порошку лушпиння подорожника покращувати якість і термін зберігання безглютенового хліба [54]. Вчені виготовили декілька варіантів хліба з різним відсотком додавання псиліума і порівнювали їх з контрольним зразком без нього. Під час зберігання зразків спостерігалось зміцнення м'якушки контрольного зразка. Додавання псиліуму знизило показники твердості м'якушки на 65–75 % порівняно з показниками контрольного зразка протягом 72 годин зберігання. Також показники смаку, аромату та текстури майже не втратили свої початкові характеристики. Можна зробити висновок, що 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 [71].

1.4 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 кофейнова 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 [55, 56].

Кіноа має дуже стародавнє походження, її вирощували в Південній Америці близько 7–8 тисяч років тому. Інки вважали кіноа святим продуктом, і називали її «золотим зерном», «матір'ю всіх зерен» та «королевою зерен». Кіноа була важливим джерелом харчування для інків і вважалася релігійним об'єктом. Її вживали під час релігійних обрядів та в якості жертвоприношення богам [57].

Кіноа стала дуже популярним продуктом в усьому світі. Багато людей 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 країни 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 [58–60].

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 [61].

Проведено багато досліджень і розроблено сучасні технології хлібобулочних виробів з використанням різних видів інгредієнтів. Проте аналіз літературних джерел свідчить, що існують перспективи розробки хлібобулочних виробів з використанням борошна з кіноа та псиліума для створення поживних, безглютенових харчових продуктів.

Питання споживчої цінності хлібобулочних виробів завжди було актуальним і розглядалося у багатьох наукових дослідженнях [62]. Сучасна хлібопекарська

промисловість розвивається в багатьох напрямках, одним з них є виробництво безглютенового хліба.

Виготовлення безглютенового та безлактозного хліба на дріжджах дає м'який і пишний виріб із горіховим смаком та приємним ароматом [63].

Існує проблема невеликого об'єму та нерівномірної текстури безглютенового хліба. Додавання білого борошна з кіноа для заміни від 40 % рисового і кукурудзяного борошна дозволяє збільшення об'єму, рівномірності м'якушки та покращення якісні та сенсорних характеристик хліба [64].

Автори [65] стверджують що компоненти андських злаків, такі як ліпіди і крохмалі, допомагають покращити властивості хліба без глютену, забезпечуючи отримання м'якої м'якушки і хліба прийнятної об'єму. Розроблений хліб без глютену містить борошно з андських злаків і міг би допомогти поліпшити харчування людей, що страждають на целіакію або алергію на глютен.

Крім борошна кіноа в хліб можуть додавати висівки з відповідної культури [66]. Були оцінені п'ять різних фракцій висівок з кіноа і дві концентрації борошна з цільного зерна і проведено порівняння 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 покращує засвоюваність хліба та зовнішній вигляд без шкоди для смаку.

При оцінці безглютенового хліба з кіноа, рисового та вівсяного борошна частіше за все оцінюється його харчова 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 [67].

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. Кекси, мафіни, м'які вафлі та бісквіти наразі дуже популярні серед молоді в Україні [68].

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. Додавання саме такої кількості в більшість безглютенових виробів допоможе збагатити дану продукцію для людей які страждають на целиацію або на алергію на глютен [69].

Додавання борошна з кіноа до рецептури виготовлення печива дозволяє покращити реологічні властивості тіста, тобто збільшити його еластичність та зменшити розтяжність. Це дозволяє зберегти форму тіста та підвищити якість готового хрусткого печива. Крім того, додавання борошна з кіноа підвищує вміст стійкого крохмалю в печиві, що дозволяє підвищити його поживну цінність та зберегти свіжість тіста та хрусткість печива протягом тривалого часу [70].

Отже, 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.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Умови проведення дослідження

Зерно кіноа (*Chenopodium quinoa*) інтродуковане на базі Національного ботанічного саду ім. Гришка НАН України, а зерно кукурудзи та гречки з гібридних сортів, вирощені в Південному Лісостепі України.

Дослідження проведено в 2022–2023 рр. на базі кафедри харчових технологій Уманського НУС.

З логічною послідовністю і точністю, згідно методик, що описані в стандартах, виконувалися аналізи зерна, борошна та досліді пробної випічки хліба та її аналіз.

2.2 Об'єкт дослідження

В ході досліджень була використана наступна сировина, яка відповідає діючий нормативній документації:

Зерно кіноа білої – однорічна рослина родини лободових, відноситься до псевдозернових культур. Кіноа росте до 3-х метрів у висоту, стійка до суворих кліматичних умов. Листя великі, трилопатеві. Насіння кіноа досить дрібне (близько 0,3 см), але дуже врожайне: з 200 г посіяного насіння можна зібрати від 600 кг до 1 т зерна.

Зерно гречки (ДСТУ 4524:2006) *сорт Дікуль* – середньостиглий сорт, має підвищену стійкість до вистигання, стійкий до осипання, посухи. Висота 70- 125 см, дрібнолистий, форма листа трикутно–серцеподібна. Характеризується підвищеним виходом крупи і великим ядром.

Також були використані наступні інгредієнти:

Борошно кіноа	ТУ У 46.22.009-94
Борошно гречки	ДСТУ 7702:2015
Борошно кукурудзи	ГОСТ 1417-69
Псиліум	

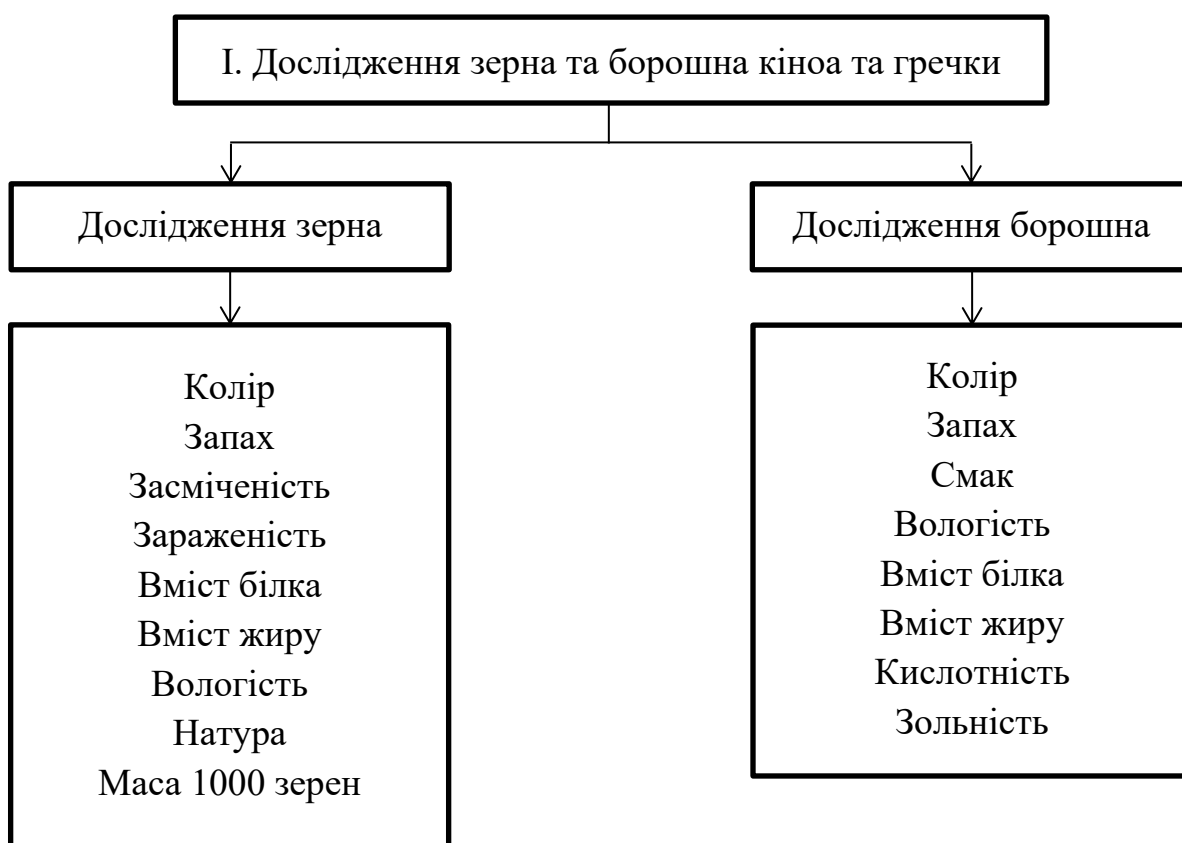
Крохмаль кукурудзяний	ДСТУ 3976-2000
Крохмаль картопляний	ДСТУ 4286:2004
Дріжджі хлібопекарські сухі	ГОСТ 28483-90
Ксантанова камедь	ГОСТ 33333-2015
Олія соняшникова	ДСТУ 4492:2017
Сіль кухонна	ДСТУ 3583-2015
Цукор-пісок	ДСТУ 4623:2006
Вода питна	ДСТУ 7525:2014

Для приготування дослідних зразків безглютенового хліба використовували ваги електронні, тістоміс, кухонний посуд, столові прибори, розтійну шафу, духову шафу.

Сировина та матеріали, які використовували під час дослідження, за показниками якості та безпечності відповідають вимогам нормативної документації.

2.3 Схема дослідження

Все дослідження умовно розділене на 3 етапи. Перший – аналіз зерна та борошна кіноа та гречки; другий – виготовлення пробної випічки; третій – аналіз пробної випічки хліба. Схема дослідження представлена на рис. 2.1.



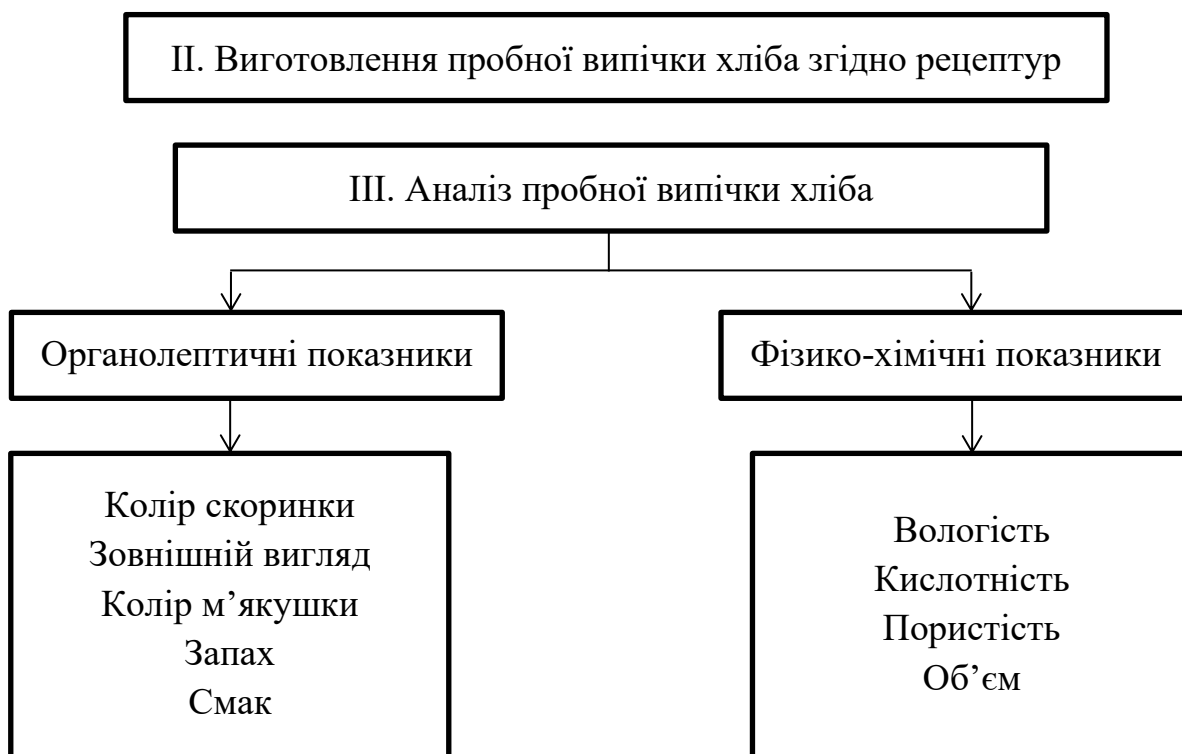


Рис. 2.1 Схема проведення досліджень

2.4 Методика проведення дослідження

Вивчення проводили згідно програми досліджень:

I. Аналіз показників якості зерна проводили згідно методик, описаних в відповідних стандартах:

- Відбір проб – ДСТУ ISO 13690:2003;
- Колір та запах – ГОСТ 10967-2019;
- Засміченість – ГОСТ 30483-97;
- Зараженість – ДСТУ ISO 6639-1:2007; ДСТУ ISO 6639-2:2007; ДСТУ ISO 6639-3:2007; ДСТУ ISO 6639-4:2007;
- Вміст білка – ДСТУ 4117:2007;
- Вміст жиру – ДСТУ ISO 7302:2003;
- Вологість – ДСТУ 4117:2007; ГОСТ 13586.5-93; ГОСТ 29143-91; ГОСТ 13586.5-93;

- Натура – ДСТУ ГОСТ 10840:2019;
- Маса 1000 зерен – ДСТУ ISO 520:2015.

II. На цьому етапі було розроблено експериментальні зразки хліба з різним співвідношенням борошна кіноа, гречки та кукурудзяного борошна (розроблено один контрольний (100% борошна кіноа) і шість експериментальних зразки для кожного борошна).

Лабораторна випічка хліба здійснювалась за ГОСТ 27669-88. Аналіз показників якості борошна проводили згідно методик, описаних в відповідних стандартах:

- Органолептичні показники (колір, запах, смак) ДСТУ 46.004-99;
- Вологість – ДСТУ 4117:2007; ГОСТ 9404;
- Вміст білка – ДСТУ 4117:2007;
- Вміст жиру – ДСТУ ISO 7302:2003;
- Кислотність – ГОСТ 5670-96;
- Зольність – ДСТУ ГОСТ 27494:2019.

III. Досліджували загалом 28 зразків безглютенового хліба. Аналіз показників якості хліба проводили згідно методик, описаних в відповідних стандартах:

- Органолептичні показники (колір скоринки, зовнішній вигляд, колір м'якушки, запах, смак): ДСТУ 9188:2022.
- Фізико-хімічні:
- Вологість – ГОСТ 21094-75;
- Кислотність м'якушки – ГОСТ 5670-51;
- Пористість – ГОСТ 5669-51;
- Об'єм – ГОСТ 5669.

РОЗДІЛ 3

ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНА КІНОА В ХЛІБОПЕЧЕННІ

(результати дослідження)

Вивчаючи можливість використання зерна кіноа в хлібопеченні, потрібно зрозуміти, які компоненти рецептури і в якому дозуванні здатні поліпшити харчову цінність готових виробів.

3.1 Обґрунтування, розроблення рецептурного складу та технологічних параметрів виробництва хліба безглютенового

3.1.1 Обґрунтування вибору сировини. При поєднанні в одній технології різних видів безглютенової сировини утворюються складні системи, властивості яких на пряму залежать від технологічних властивостей сировини. Зважаючи на це, була необхідність у визначенні складу та технологічних властивостей сировини, які застосовували для виробництва безглютенової продукції.

В табл. 3.1 наведено агротехнічна характеристика та значення показників якості хімічного складу зерна лободи кіноа.

Таблиця 3.1

Характеристика зерна лободи кіноа (*Chenopodium quinoa*)

Зразок	Маса 1000 зерен, г	Середня урожайність, ц/га	Вміст клітковини, %	Вміст жиру, %	Вміст білка, %	Період від сходів до дозрівання, дів
2022 р.	1,85	5,2	11	6,13	15,6	111
2023 р.	1,89	5,7	14	6,07	16,2	106
Середнє	1,87	5,4	13	6,10	15,9	108
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,09</i>	<i>0,20</i>	<i>0,70</i>	<i>0,31</i>	<i>0,80</i>	<i>5,40</i>

В результаті досліджень зерна кіноа визначено, що маса 1000 зерен за роки вивчення, в середньому, становила 1,87 г за урожайності понад 5 ц/га. Аналізуючи хімічний склад зерна визначено вміст білка понад 15 %, жиру – більше 6 %, а клітковини визначено, в середньому, 13 %.

У табл. 3.2 наведено результати вивчення показників якості борошна з зерна кіноа.

Таблиця 3.2

Характеристика борошна з зерна кіноа

Показник	Значення показника для борошна з зерна кіноа	
	цільнозернового	першого сорту
Масова частка вологи, %	10,5	10,2
Масова частка білку, %	15,1	13,8
Масова частка жиру, %	6,0	2,2
Кислотність, град.	4,4	4,1
Масова частка золи, %	2,1	1,7

У результаті дослідження встановлено, що за лабораторним помелом отримали борошно кіноа цільнозернове та першого сорту зі значеннями зольності відповідно 2,1 і 1,7 %. У якості головної характеристики складу борошна кіноа є вміст білка. У цільнозерновому борошні його масова частка складала 15,1 %, тоді як у борошні першого сорту – на 9 % менше. Борошно кіноа характеризується високими значеннями кислотності, з середнім значенням – 4,2 град.

Задля полегшення формування виробів на безглютеновій сировині для випікання хліба ми використовували борошно кіноа першого сорту. Також в рецептурних сумішах використовували борошно кукурудзяне та гречане. При чому останнє було двох видів: з крупи гречаної зеленої та підданої ГТО (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Характеристика борошна безглютенової сировини

Показник	Гречка		Кукурудза
	зелена	піддана ГТО	
Масова частка вологи, %	11,5	11,7	12,8
Масова частка білку, %	13,6	10,6	8,3
Масова частка жиру, %	1,2	2,3	1,2
Кислотність, град.	4,1	4,3	5,4
Масова частка золи, %	1,20	1,25	0,75

У видах борошна, що вивчали міститься різна кількість золи, вологи та різниться за кислотністю. Таким чином, досліджувані види безглютенової сировини будуть мати різні технологічні властивості та по-різному впливатимуть на показники якості тіста і хліба.

Оскільки безглютенова сировини, на відміну від борошна пшеничного, не містять у складі білків клейковини, в тісто додавали структуроутворювачі (різноманітні гідроколоїди): ксантанову камедь, крохмаль, псиліум. Ці речовини значно підвищують в'язкість і газотримуюча здатність безглютенового тіста. У рецептур безглютенових виробів може бути використана одна або декілька речовин у різних співвідношеннях, що в результаті по-різному впливають на якість готової безглютенової продукції.

Оскільки в даний час не зафіксовано ризиків виникнення алергічних реакцій від вживання ксантанової камеді в складі харчових продуктів, то і для відпрацювання рецептури безглютенового хліба з борошна кіноа було вирішено використовувати саме її. Рекомендованим раціональним дозуванням ксантанової камеді до рецептури хліба є 0,2–0,6 % [71], ми використовували її у кількості 0,5 %.

Для поліпшення якості хліба нами було запропоновано використання порошку лушпиння псиліуму, як рецептурну добавку, що надає тісту в'язкості і відіграє роль «клейковини» у безглютеновій борошняній сировині, оскільки псиліум є натуральним препаратом, що складається з 71 % клітковини [37]. Для прийняття рецептурного дозування було проведено експеримент (рис. 3.1).

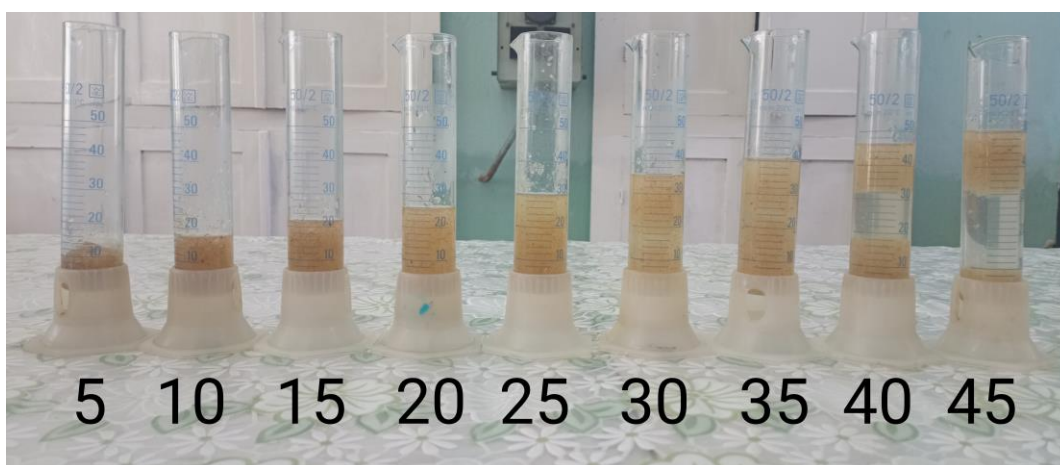


Рис. 3.1 Фото розчинення 1 г порошку псиліуму у воді, мл

Вивчали можливість поглинання одним грамом порошку псиліуму води у кількості від 5 до 45 мл. Як видно з рис. 3.1 максимальна кількість води, яку може зв'язати у густий студень та утримати у стабільному стані 1 г порошку – 35 мл. За більшого розчинення порошку спостерігали розшарування суспензії.

Враховуючи рецептурну кількість води питної під час замішування тіста, вологість рецептурних борошняних компонентів та результати експерименту (рис. 3.1), порошок псиліуму вносили у сухому вигляді у концентрації 0,75 %, 1 та 1,25 % до маси борошняної сировини (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Рецептура приготування тіста з борошна з зерна кіноа (*Chenopodium quinoa*)

Сировина	Витрати сировини, г, за варіантами						
	1 (контроль)	2	3	4	5	6	7
Борошно з зерна кіноа I сорту	100,0	99,25	99,0	98,75	50,0	50,0	33,3
Псиліум	-	0,75	1,0	1,25			
Крохмаль картопляний	-				-	50,0	33,3
Крохмаль кукурудзяний	-				50,0	-	33,3
Сіль кухонна	1,50						
Цукор пісок	1,25						
Дріжджі хлібопекарські сухі	0,625						
Ксантанова камедь	0,50						
Олія	1,35						
Вода	за розрахунком						

Пухирці газу «гідрофобні», а тісто в свою чергу дуже «гідрофільне», це призводить до доцільності застосування в якості рецептурних компонентів поверхневоактивних речовин. Тобто, сіль кухонна впливала на газоутримувальну здатність безглютенового тіста. Вона уповільнює поглинання води у безглютеновому тісті та набрякання білків борошна, зменшує розтяжність тіста та значно покращує газоутримання, крихкуватість та властивості нарізання хліба. Сіль кухонну до рецептури вносили у кількості 1,5 % від всієї маси борошна для значного поліпшення смаку та здатності тіста до оброблення.

Очевидно, що на якість виробів впливає склад білоквмісної, крохмалевмісної

Таблиця 3.7

Рецептура приготування тіста з борошна кукурудзяного та з зерна кіноа

Сировина	Витрати сировини, г, за варіантами						
	1 (контроль)	2	3	4	5	6	7
Борошно з зерна <i>кіноа</i> I сорту	100,0	-		50,0	50,0	-	33,3
Борошно кукурудзяне	-	100,0		50,0	-	50,0	33,3
<i>Крохмаль кукурудзяний</i>	-	-	100,0		50,0	50,0	33,3
Сіль кухонна	1,50						
Цукор пісок	1,25						
Дріжджі хлібопекарські сухі	0,625						
Ксантанова камедь	0,50						
<i>Олія</i>	1,35						
Вода	за розрахунком						

3.1.2 Оптимізація технологічних процесів отримання інноваційної продукції – безглютенового хліба. Відповідно до принципу кібернетичного моделювання, щоб процес міг правильно функціонувати, він повинен мати хоча б один вихід і один вхід. Перетворення вхідного параметра у вихідний записують:

$$Y = N(X)$$

де T – оператор трансформації, що представляє собою закон переходу X в Y .

Таблиця 3.8

Вхідні та вихідні параметри процесу замішування тіста

№ н/п	Параметр	Вид дії (код)	Верхнє значення параметру	Нижнє значення параметру
1	Вологість борошна	X1	15 %	10 %
2	Температура борошна	X2	22 °C	14 °C
3	Температура рідкої фази	X3	45 °C	25 °C
4	Температура замісу	U1	32 °C	28 °C
5	Час замісу	U2	20 хв.	2 хв.
6	Продуктивність тістомісильної машини	V	висока	низька
7	Пористість виробу	Y1	68 %	43 %
8	Вологість виробу	Y2	50 %	45 %
9	Кислотність виробу	Y3	3,0 град.	1,6 град.

Входів у системі може бути безліч, тому абсолютно всі вирахувати дуже важко. Також не можна знехтувати деякими входами, які безпосередньо на пряму впливають на систему.

1. Технологія приготування безглютенового хліба: підготовка сировини (просіювання борошна), заміс тіста, поділ тіста на шматки, формування напівфабрикатів, випікання, охолодження, зберігання готових виробів.
2. Виробничий процес: заміс тіста.

Таким чином, на підставі даних таблиці система представлена у вигляді параметричної моделі процесу замісу тіста (рис.3.2):

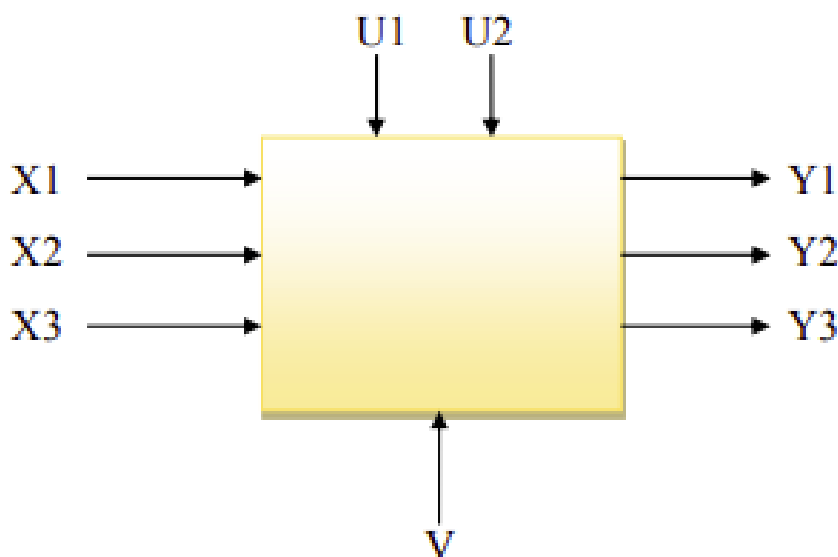


Рис.3.2 Параметрична схема технологічної системи виробництва безглютенового хліба

За даними параметричної моделі встановлено, що X фактори ми можемо контролювати для подальших вдалих дослідів. А V фактори (так звані неконтролюємі) неможливо повністю контролювати. Наприклад ми не знаємо як цей фактор буде впливати на нашу систему. Оскільки неможливо вплинути на навколишнє середовище цілком, а це мікродомішки, сонячне проміння та вібрації. Кожен цей фактор певним чином впливає на систему, проте дуже слабо та в експерименті їхній вплив сприяє появі випадкових помилок у дослідженнях.

3.2 Фізико-хімічне оцінювання хліба безглютенового

Аналізували вплив борошняної безглютенової сировини на формування фізико-хімічних властивостей хліба. Результати представлені в табл. 3.9–3.12.

Оцінивши пористість та об'єм виробів, очевидним є позитивний вплив розпушувачів на покращення даних характеристик хліба. Так, зі збільшенням рецептурної кількості порошку псиліуму, пористість зростала на 4–8 %. Подібно, у зразках хліба: сумішей борошна кіноа з крохмалем кукурудзяним (табл. 3.9, зразок 5), а також, борошна кіноа з крохмалем картопляним (табл. 3.9, зразок 6) спостерігали підвищення пористості у порівнянні з контрольним зразком на 6 і 8 % відповідно. Найкращим був варіант 7 (табл. 3.9) суміші борошна кіноа і крохмалю кукурудзяного і картопляного у рівних пропорціях (33:33:33), де пористість сягала 68 %, що відповідає нормам пористості для хліба пшеничного, виготовленого з сортового борошна (60–75 %).

Таблиця 3.9

Фізико-хімічні показники якості хліба з борошна з зерна кіноа

Хліб (табл. 3.4)	Товщина скоринки, мм	Вологість, %	Кислотність м'якушки, град.	Пористість, %	Питомий об'єм, см ³ /100 г
1 (контроль)	1,6	45,0	2,6	53	238
2	1,6	45,2	2,6	55	238
3	1,6	45,1	2,6	57	240
4	1,6	45,2	2,6	57	240
5	1,7	48,0	1,8	56	238
6	1,7	48,5	1,8	57	240
7	1,8	48,2	1,6	68	247
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,08</i>	<i>2,33</i>	<i>0,11</i>	<i>2,88</i>	<i>11,95</i>

Очевидним є доцільність використання структуроутворювачів у рецептурі безглютенового хліба. Не зважаючи на максимальний результат фізичних параметрів хліба за варіантом суміші борошна кіноа з обома крохмалю – зразок 7 (33:33:33) не може розглядатися як цілком оздоровчий продукт харчування.

Порівнюючи вплив крохмалю картопляного і крохмалю кукурудзяного на формування хліба, дещо вищі фізичні показники встановлено за картопляним. Проте, враховуючи нерівномірність пористості та виявленні пустоти у зразку 6 табл. 3.9, для подальшого вивчення було обрано крохмаль кукурудзяний.

Борошно кіноа може бути основною сировиною для виробництва хліба, оскільки контроль мав кращі характеристики у порівнянні з зразками хліба на основі гречки зеленої (табл. 3.10, зразок 2¹), кукурудзяного борошна (табл. 3.12, зразок 2³) та з борошна ГТО гречки (табл. 3.11, зразок 2²). Останній зразок мав найменшу пористість – лише 35 %.

Таблиця 3.10

**Фізико-хімічні показники якості хліба з борошна гречаного №1
та з зерна кіноа**

Хліб <i>(табл. 3.5)</i>	Товщина скоринки, мм	Вологість, %	Кислотність м'якушки, град.	Пористість, %	Питомий об'єм, см³/100 г
1 (контроль)	1,6	45,0	2,6	53	238
2 ¹	1,5	46,1	2,6	52	238
3 ¹	1,3	48,2	1,0	65	246
4 ¹	1,5	46,5	2,6	53	238
5	1,5	48,0	1,8	56	240
6 ¹	1,4	47,3	1,8	46	222
7 ¹	1,5	45,6	2,0	61	244
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,07</i>	<i>2,33</i>	<i>0,10</i>	<i>2,76</i>	<i>11,90</i>

За результатами дослідження бачимо, що значно кращі фізико-хімічні показники має безглютеновий хліб із використанням борошна кіноа (контроль), дещо поступається виріб виготовлені з використанням гречаного борошна з зеленої гречки (зразок 2¹) та кукурудзяного борошна (зразок 2³). Зразок з борошна гречаного ГТО гречки (зразок 2²) мав не лише найнижчу пористість, а й найвищу вологість. Отже самостійне використання певного одного виду безглютенового борошна (особливо гречаного з ГТО греки) призводить до утворення нехарактерних та не зовсім хороших фізико-хімічних показників безглютенових хлібців. Поєднання з крохмалем кукурудзяним у пропорції 50:50 досліджуваних видів борошна гречки і

кукурудзи (зразки 6¹, 6², 6³) мали дещо гірші результати ніж таке поєднання борошна кіноа (зразок 5). Тому було вирішено у певному співвідношенні використовувати борошняні суміші з даних видів борошна.

Таблиця 3.11

**Фізико-хімічні показники якості хліба з борошна гречаного №2
та з зерна кіноа**

Хліб (табл. 3.6)	Товщина скоринки, мм	Вологість, %	Кислотність м'якушки, град.	Пористість, %	Питомий об'єм, см³/100 г
1 (контроль)	1,6	45,0	2,6	53	238
2 ²	1,8	50,0	2,7	35	209
3 ¹	1,3	48,9	1,0	65	246
4 ²	1,8	47,0	2,6	50	230
5	1,5	48,0	1,8	56	240
6 ²	1,8	50,0	1,8	43	218
7 ²	1,7	49,1	2,0	54	238
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,08</i>	<i>2,41</i>	<i>0,10</i>	<i>2,54</i>	<i>11,56</i>

Таблиця 3.12

**Фізико-хімічні показники якості хліба з борошна кукурудзяного
та з зерна кіноа**

Хліб (табл. 3.7)	Товщина скоринки, мм	Вологість, %	Кислотність м'якушки, град.	Пористість, %	Питомий об'єм, см³/100 г
1 (контроль)	1,6	45,0	2,6	53	238
2 ³	1,7	48,0	3,0	48	222
3 ¹	1,3	48,2	1,0	65	246
4 ³	1,4	47,1	2,8	54	238
5	1,5	48,0	1,8	56	240
6 ³	1,7	48,1	2,0	60	244
7 ³	1,6	47,0	2,2	59	242
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,08</i>	<i>2,37</i>	<i>0,11</i>	<i>2,82</i>	<i>11,93</i>

Поєднання борошна з кукурудзи та гречки у сумішах (50:50) з борошном кіноа (зразки 4¹, 4² і 4³ табл. 3.10–3.12), а також додаючи ще й 1/3 частину крохмалю

кукурудзяного (зразки 7¹, 7² і 7³ табл. 3.10–3.12), мали стабільно високі фізико-хімічні характеристики хліба.

Підвищення кислотності в досліджуваних зразках на 4–15 % у порівнянні з контрольним зразком і більш інтенсивне кислотонакопичення в дослідах обумовлене вмістом органічних кислот в даній сировині і може бути пов'язане з інтенсифікацією молочнокислого бродіння, тобто бути свідченням створення більш сприятливих умов для молочнокислих бактерій.

3.3 Органолептичне оцінювання хліба безглютенового

3.3.1 Розроблення способу органолептичного оцінювання якості хліба безглютенового. Відомо декілька способів органолептичного оцінювання хліба з борошна пшеничного, житнього чи їхньої суміші [72–75].

Для визначення органолептичних показників хлібних виробів частіше застосовують 5-ти балову шкалу оцінювання, з урахуванням коефіцієнта вагомості, розроблені відповідно вимогам ДСТУ 7517:2014 «Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови» та ДСТУ 4583:2006 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови».

Проте описані методи розроблено для оцінювання якості хліба з борошна зерна, що містить клейковину.

Асортимент хлібобулочних виробів постійно оновлюється. Загальні методики [72–75] не дають можливості об'єктивно визначити показники якості хліба безглютенового, тому що колір скоринки, зовнішній вигляд (форма, поверхня), стан і колір м'якушки і глянець хліба з борошна, що не містить клейковину будуть відповідати найнижчому балу шкал. Також за визначення стану поверхні скоринки не завжди зрозуміло, тріщини короткі, невеликі чи крупні, аналогічні недоліки стосуються визначення характеристик смаку і запаху.

Тому нами розроблено методику органолептичного оцінювання якості хліба безглютенового для об'єктивного визначення властивостей хліба з борошна безглютенових культур.

Приміщення, де проводять органолептичні випробування, повинно бути достатньо просторим, мати постійну температуру (18–20 °C) і відносну вологість повітря (70–75 %). У приміщення не повинен проникати сторонній звук. Лабораторія для проведення випробувань повинна бути розташована в північній частині будівлі; вікна відносно до поверхні підлоги повинні складати близько 35 %, стіни – білого, кремового або світло-сірого кольору. На робочих місцях – освітленість не менше 500 Лк розсіяним денним світлом або світлом люмінесцентних ламп, які відповідають вимогам нормативної документації. Бажано мати додаткове приміщення для підготовки зразків для аналізу.

Розроблена методика оцінювання якості хліба безглютенового передбачає шкалу оцінки (табл. 3.13), що містить наступні показники: зовнішній вигляд (форма, поверхня, колір скоринки); стан м'якушки (консистенція, структура, колір); смак; запах. Найвища оцінка за показник – 5 балів, найменша – 1 бал. Розроблено також коефіцієнти вагомості: 0,4 відведено смаковим показникам, 0,3 – стан м'якушки, 0,2 – зовнішній вигляд і 0,1 – запах.

Таблиця 3.13

Шкала органолептичного оцінювання якості хліба безглютенового (за лабораторної випічки)

Якісна ознака	Коефіцієнт вагомості	Бали	Характеристика якості хліба
Зовнішній вигляд (форма, поверхня, колір скоринки)	0,2	5	Форма правильна, відповідна даній формі виробу (або формі, в якій випікався хліб), без бокових впливів. Поверхня гладка, без забруднення, без великих тріщин і дефектів, глянцева. Колір рівномірний, що відповідає хлібу з даного виду сировини, без підгорілості.
		4	Форма правильна з трохи опуклою поверхнею. Поверхня достатньо гладенька, одиничні дрібні пухирі, ледь помітні дрібні тріщини та надриви. Незначна шерохуватість бічних сторін. Колір досить рівномірний.
		3	Форма правильна з трохи сплющеною поверхнею. Поверхня горбувата, шорстка, верхня і бічні кірки з блиском, не підгорілі; явні (не великі) тріщини та надриви. Колір поверхні досить рівномірний.

		2	Форма неправильна зі сплющеною поверхнею, плеската, має явні пухирі, горби, зморщена. Невеликі тріщини довжиною до 1/3 поверхні сторони виробу. Колір поверхні нерівномірний.
		1	Поверхня рвана, увігнута, пухирчаста. Наскрізні великі пори, тріщини довжиною більше 1/3 поверхні сторони виробу. Колір поверхні нерівномірний, підгорілий, не властивий хлібу з даного виду сировини.
Стан м'якушки (консистенція, структура, колір)	0,3	5	Консистенція м'яка, ніжна, еластична, швидко відновлює форму. М'якушка пропечена з рівномірною пористістю, не липка і не волога, без «гарту» (безпористу щільної смужки м'якушки уздовж нижньої кірки, що виникає при випічці хліба в недостатньо прогрітій печі) і «непромісів» (грудочок борошна або шматочків старого хліба в товщі м'якушки). Дозволені великі пори, пустоти, ущільненість. Колір рівномірний, властивий.
		4	Досить м'яка, досить еластична, злегка волога на дотик, досить пориста, погано приймає первісну форму після натискання.
		3	Задовільно м'яка (злегка щільна), помірно еластична, при розжовуванні трохи груба, сухувата чи ледь волога, дещо комкується.
		2	Помітно ущільнена, мало еластична м'якушка; при розжовуванні груба, суха чи волога, кришиться або помітно комкується.
		1	Сильно заминається, волога та дотик, нееластична, ломка, при розжовуванні сильно комкується, груба; наявний «гарт» чи «непроміс».
Запах	0,1	5	Аромат властивий даній сировині з добре вибродженого тіста, сильно виражений, властивий даному виду виробів (сировині).
		4	Приємний, менш виражений, властивий хлібу з даного виду борошна.
		3	Властивий хлібу, слабо виражений, дріжджовий, тістовий.
		2	Невиражений, сторонній, кислий, спиртовий
		1	Запах невибродженого тіста, сильно кислий, пліснявий, затхлий, сторонній, неприємний, різкий.
Смак	0,4	5	Властивий даному виду виробів (сировині),

			приємний, без стороннього присмаку; виражений; без хрускоту на зубах; добре розжовується.
		4	Менш виражений, властивий для даного виду виробів (сировини), специфічний, при розжовуванні викликає достатньо приємне відчуття, злегка сухувата на смак, добре розжовується.
		3	Слабо виражений, властивий, без специфічного смаку, пріснуватий, сухуватий.
		2	Пріснуватий, кислий, тістовий, ледь гірчить, не виражений; не відповідає даному виду виробів (сировині).
		1	Прісний, дріжджовий, сильно кислий, пересолений, гіркий, не властивий даному виду виробів (сировині), сторонній, неприємний; відчутний хруст на зубах; погано розжовується.

У результаті множення оцінки на відповідний коефіцієнт вагомості та суми добутків отримують загальний бал. За кількістю балів продукт оцінюють: «відмінно (або 5)» – не менше 4,6 балів; «добре (або 4)» – від 4 до 4,5 балів; «задовільно (або 3)» – від 3 до 3,9 балів; «незадовільно (або 0)» – 2,9 і менше балів.

В основу методу оцінювання поставлено задачу вдосконалити лабораторне оцінювання хліба безглютенового для визначення хлібопекарських властивостей композиційної суміші. Даний метод органолептичної оцінки якості є швидким та доступним, його легко використовувати для широкого асортименту хліба безглютенового різних рецептур.

Запропонована методика не перечить відомій 5-ти бальній шкалі оцінювання хліба, що дає можливість порівнювати отримані результати з хлібом інших зернових колосових культур. Розроблена градація забезпечує об'єктивніше визначення властивостей хліба із борошна безглютенових культур.

Таким чином, використання запропонованої органолептичної оцінки хліба безглютенового забезпечить об'єктивніше визначення властивостей хліба з борошна безглютенових культур.

3.3.2 Органолептична оцінка якості хліба безглютенового. З усіх відчуттів, які сприймаються нашими органами чуття за органолептичного оцінювання харчових продуктів найскладнішим є сприйняття за допомогою нюху запаху (аромату) продукту. Органолептичні властивості хліба зокрема його смак і запах (аромат), сучасна фізіологія розглядає як істотний елемент харчової повноцінності продуктів харчування, що впливає на їх засвоюваність.

Результати оцінювання органолептичних властивостей хліба (за 5-ти бальною шкалою) наведені в табл. 3.14–3.17: в сукупності найкращими органолептичними характеристиками були зразки 7 (борошно кіноа, кукурудзяне/гречане борошно і крохмаль у рівних частках), хоча пористість і питомий об'єм не завжди мали максимальні значення (табл. 3.11, 3.12).



Рис. 3.3 Фото хліба з борошна з зерна *кіноа*

Зразки 5 та 7 (рис. 3.3) мали негладку скоринку, а зразки 6 та 7 підриви. Можливою причиною даного недоліку може бути особливості впливу використаного виду крохмалю та надмірна або недостатня кількість води.

Таблиця 3.14

Органолептичні показники якості хліба з борошна з зерна *кіноа*

Показник		Контроль (кіноа 100 %)	Кіноа, псилюм 0,75%	Кіноа, псилюм 1%	Кіноа, псилюм 1,25%	Кіноа 50%, крохмаль кукурудзяний 50%	Кіноа 50 %, крохмаль картопляний 50 %	Кіноа 33,3 %, крохмаль кукурудзяний 33,3 %, крохмаль картопляний 33,3 %
Зовнішній вигляд	форма, поверхня,	типова для хліба форма, гладка скоринка, з маленькими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, з маленькими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, з маленькими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, з маленькими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, негладка скоринка, з невеликими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, з невеликими тріщинами, з підривами	типова для хліба форма, злегка шорстка, з невеликими тріщинами, з великими підривами
	колір скоринки	світло- коричнева	світло- коричнева	коричнева	коричнева	світло коричнева	темно-жовта	жовта
Стан м'якушки	консистен- ція, структура	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	пропечена, без грудочок і ознак закала, наявні пустоти , не липка	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка
	колір	світло сіра	сіра	сіра	сіра	темно жовта	темно жовта	жовта
Запах		хлібний	хлібний	хлібний	хлібний	хлібний	хлібний	хлібний
Смак		властивий, з горіховим присмаком	властивий, з горіховим присмаком	властивий, з горіховим присмаком	властивий, з горіховим присмаком, ледь гірчить	властивий даній культури	властивий даній культури	властивий, приємний
Органолептична оцінка, бали		4,4	4,5	4,7	4,0	4,7	4,0	4,9

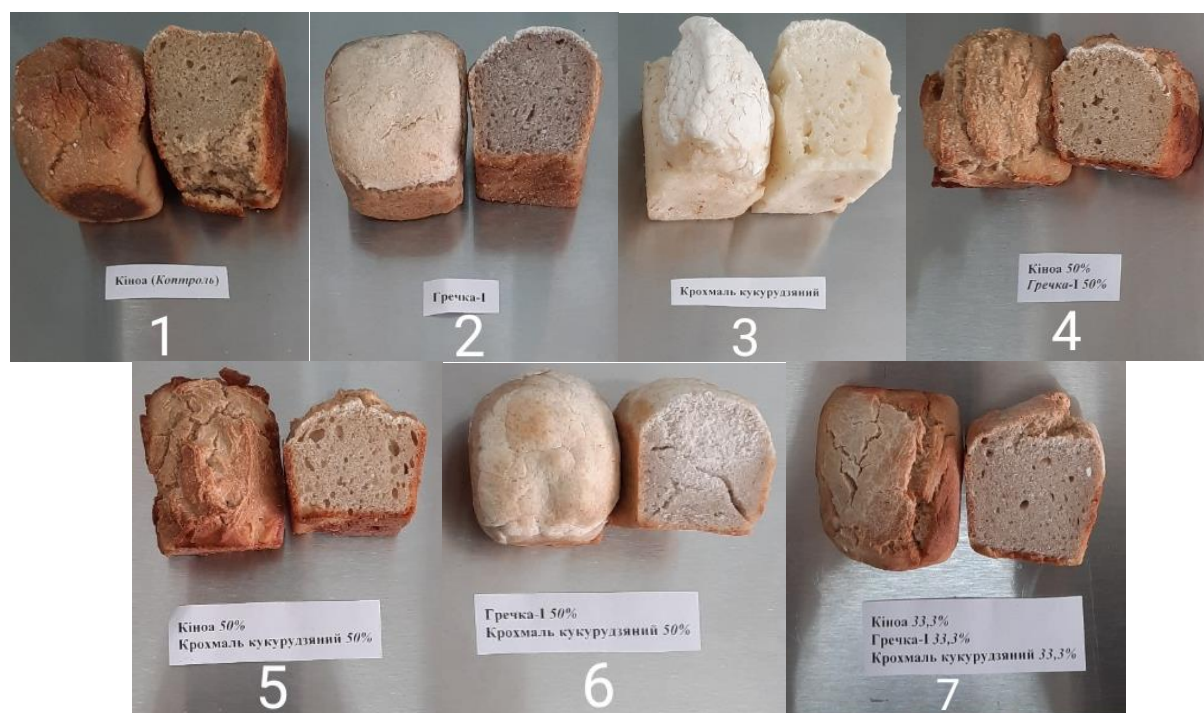


Рис. 3.4 Фото хліба з борошна гречаного №1 (зелене зерно) і з зерна кіноа

Зразок 6 (100 % картопляного крохмалю) за зовнішнім виглядом нагадував «губку» з великими пустотами.

У зразках з кіноа вирізнялися підвищеною в'язкістю тіста та щільною м'якушкою. Контрольний зразок мав білий оранжево-коричневий колір скоринки, на поверхні були наявні поодинокі тріщини, м'якушка пропечена, крихка. Смак і запах властивий даному виробу, з легким горіховим смаком.

Проте у контрольному зразку та у хлібі з 100 % борошна гречки зеленої і 100% кукурудзяного борошна спостерігали деяку крихкість і незв'язаність виробу, стовщення кірки як небажані процеси пов'язані з швидкою гідратацією та занадто низьким поглинанням води. У зразках клейстеризація крохмалю є одним з визначальних показників у формуванні якості хлібців. У зразку №3 (крохмаль кукурудзяний 100 %) – м'якушка суха, тверда та крихка. Зразок №6 мав борошнисту м'якушку та сліди непромісу. Це може бути наслідком недостатньої кількості води та малої тривалості замісу.

Таблиця 3.15

Органолептичні показники якості хліба з борошна гречаного №1 (гречка зелена) і з зерна кіноа

Показник		Контроль (кіноа 100 %)	Гречка І	Крохмаль кукурудзяний	Кіноа 50%, Гречка І 50%	Кіноа 50%, крохмаль кукурудзяний 50%	Гречка І 50% крохмаль кукурудзяний 50%	Кіноа 33,3%, гречка І 33,3%, крохмаль кукурудзяний 33,3%
Зовнішній вигляд	форма, поверхня	типова для хліба форма, гладка скоринка, з маленькими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, з невеликими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, без тріщин, з великими підривами	типова для хліба форма, гладка скоринка, з великими тріщинами , без підривів	типова для хліба форма, негладка скоринка, з невеликими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, без тріщин, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, з невеликими тріщинами, з підривами
	колір скоринки	світло- коричнева	блідо жовта	біла	світло коричнева	світло коричнева	блідо жовта	світло коричнева
Стан м'якушки	консистен- ція, структура	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка, ущільнена	пропечена, без, пустот і ознак закала, не липка, крихка, швидко твердіє	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	борошниста , без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка
	колір	світло сіра	сіра	біла	темно жовта	темно жовта	сіра, зі слідами непромісу	сіра
Запах		хлібний, пряний	гречаний	молочний	молочний	хлібний	хлібний	хлібний
Смак		властивий, з горіховим присмаком	гречаний	молочний смак	молочний смак	властивий даній культурі	властивий даній культурі	властивий даній культурі
Органолептична оцінка, бали		4,4	4,3	3,8	4,5	4,7	3,9	4,3



Рис. 3.5 Фото хліба з борошна гречаного №2 (зерно піддане ГТО) і з зерна *кіноа*

Слід зазначити, що у зразку 2³ (рис. 3.5) з 100 % гречаного борошна з ГТО-гречки та б² – з суміші такого борошна з кукурудзяним крохмалем, м'якушка хліба була клейкою, непропеченою. Причина може бути вирішена додаванням іншого борошна та збільшення кількості структуроутворювачів.

Зразок з 100 % кукурудзяного крохмалю вирізнявся великим об'ємом, проте поверхня виробу була з підривами та не рівномірною і найголовніше уже через 6 годин набував твердості черствіючи.

Проте в зразку №6 (50% борошно гречки ГТО, 50% крохмаль кукурудзяний) поверхня виробу гладка, на відміну від зразка 3 з 100% кукурудзяного крохмалю, у якого поверхня виробу з підривами та не рівномірною.

Таблиця 3.16

Органолептичні показники якості хліба з борошна гречаного №2 (зерно піддане ГТО) і з зерна кіноа

Показник		Контроль (кіноа 100 %)	Гречка II	Крохмаль кукурудзяний	Кіноа 50%, Гречка II 50%	Кіноа 50%, крохмаль кукурудзяний 50%	Гречка II 50% крохмаль кукурудзяний 50%	Кіноа 33,3%, гречка II 33,3%, крохмаль кукурудзяний 33,3%
Зовнішній вигляд	форма, поверхня	типова для хліба форма, гладка скоринка, з маленькими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, з маленькими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, без тріщин, з великими підривами	типова для хліба форма, гладка скоринка, з малими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, негладка скоринка, з маленькими тріщинам, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, з маленькими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, з маленькими тріщинами, з підривами
	колір скоринки	світло- коричнева	коричнева	біла	темно коричнева	світло коричнева	блідо жовта	темно коричнева
Стан м'якушки	консистен- ція, структура	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	не пропечена, липка	пропечена, без, пустот і ознак закала, не липка, крихка, швидко твердіє	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	не пропечена, липка	скоріше пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка
	колір	світло сіра	коричнева, щільна, сира	біла	світло коричнева	темно жовта	коричнева, щільна, сира	сіра, сира
Запах		хлібний, пряний	гречаний	молочний	молочний	хлібний	гречаний	ледь гречаний
Смак		властивий, з горіховим присмаком	властивий даній культури	молочний смак	молочний смак	властивий даній культури	гречаний	гречаний, приємний
Органолептична оцінка, бали		4,4	2,6	3,8	4,6	4,9	2,9	3,6



Рис. 3.6 Фото хліба з борошна кукурудзяного і з зерна *кіноа*

Додавання борошна кукурудзяного дозволяє збільшити питомий об'єм виробу, спостерігали покращення скоринки. Зразки мали жовтий колір скоринки, поверхня гладка, без тріщин і дефектів, м'якушка пропечена, еластична, не крихка, не достатньо розпушена. Смак і запах властиві виробу, з легким присмаком та ароматом сировини з горіховим присмаком.

Найкращі органолептичні показники відповідають хлібобулочним виробам приготовлених із борошняних сумішей (зразки №5 та №7).

Крихкість у зразках №2 і №3 може бути причиною недостатньої кількості структуроутворювачів та олії, що забезпечили б кращу в'язкість м'якушки. Показник швидкого твердіння м'якушки вказує на погану здатність водоутримуючої здатності.

Таблиця 3.17

Органолептичні показники якості хліба з борошна кукурудзяного та з зерна кіноа

Показник		Контроль (кіноа 100 %)	Кукурудза	Крохмаль кукурудзяний	Кіноа 50%, кукурудза 50%	Кіноа 50%, крохмаль кукурудзяний 50%	Кукурудза 50% крохмаль кукурудзяний 50%	Кіноа 33,3%, кукурудза 33,3% крохмаль кукурудзяний 33,3%
Зовнішній вигляд	форма, поверхня	типова для хліба форма, гладка скоринка, з маленькими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, з маленькими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, без тріщин, з великими підривами	типова для хліба форма, негладка скоринка, з маленькими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, негладка скоринка, з маленькими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, з маленькими тріщинами, без підривів	типова для хліба форма, гладка скоринка, з невеликими тріщинами, без підривів
	колір скоринки	світло- коричнева	жовта	біла	коричнева світло-жовта	світло коричнева кремово-жовта	блідо жовта	світло коричнева
Стан м'якушки	консистен- ція, структура	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка, ламка і крихка	пропечена, без, пустот і ознак закала, не липка, крихка, швидко твердіє	пропечена, консистенція ущільнена, дрібна пористість, без «закалу»	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка	пропечена, еластична, рівномірна пористість, без «закалу»	пропечена, без грудочок, пустот і ознак закала, не липка, щільна
	колір	світло сіра	жовта	біла	жовта	темно жовта	жовта	сіра
Запах		хлібний, пряний	хлібний	молочний	хлібний	хлібний	хлібний, приємний	хлібний
Смак		властивий, з горіховим присмаком	властивий даній культурі	молочний смак	властивий даній культурі	властивий даній культурі	властивий даній культурі	властивий даній культурі
Органолептична оцінка, бали		4,4	4,0	3,8	4,5	4,9	4,7	4,9

Якісні показники готових виробів у присутності псиліуму визначали за органолептичними, фізико-хімічними, кулінарними показниками. Отримані дані вказують на те, що при додаванні будь-якої концентрації псиліуму призводить до покращення фізико-хімічних показників (показника коефіцієнту збільшення маси готових виробів). Кращі органолептичні та фізико-хімічні показники мав зразок з додаванням 1 % псиліуму (колір жовто-коричневий, поверхня гладка). Однак, додавання псиліуму більше 1 % до маси борошна приводить до погіршення фізичних властивостей тіста – воно набуває гумової структури, а для органолептичних показників – колір темніє, що не є позитивним з точки зору споживача.

Формули:

1. Хліб безглютеновий, що містить крохмаль кукурудзяний, крохмаль картопляний, камеді ксантану, дріжджі хлібопекарські пресовані, цукор-пісок, олію соняшникову рафіновану, сіль кухонну, стабілізатор псиліум, борошно кукурудзяне, гречане, який відрізняється тим, що додатково містить борошно кіноа, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

2. борошно кіноа – 0–33,3–50,0–100

борошно кукурудзяне – 0–33,3–50,0

борошно гречане №1(ядриця зелена) – 0–33,3–50,0

борошно гречане №2 (ядриця піддана ГТО) – 0–33,3–50,0

крохмаль кукурудзяний – 0–33,3–50,0

крохмаль картопляний – 0–33,3–50,0

псиліум – 0,75–1,25

камедь ксантану – 0,5

дріжджі хлібопекарські сухі – 0,625

цукор-пісок –1,25

олія соняшникова рафінована – 1,35

сіль кухонна – 1,5.

3. Спосіб оцінювання якості хліба безглютенового, який включає визначення органолептичних показників хліба, який відрізняється тим, що

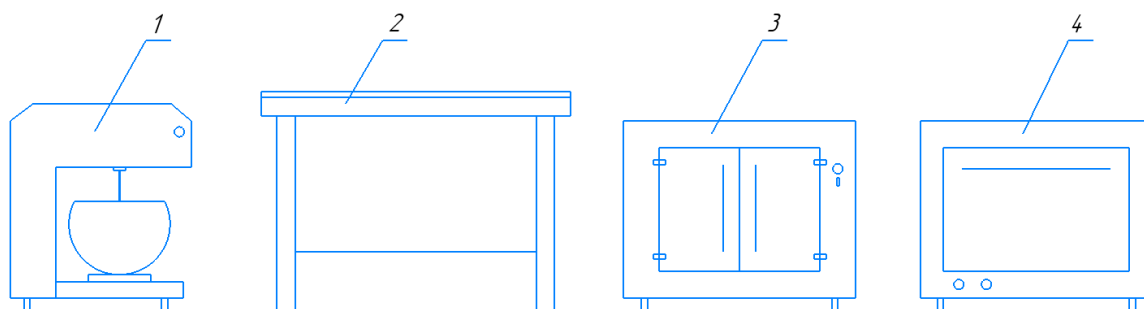
проводять аналіз за зовнішнім виглядом (форма, поверхня, колір скоринки), станом м'якушки (консистенція, структура, колір), запахом, смаком за шкалою від 1 до 5 балів; множення оцінки на відповідний коефіцієнт вагомості: 0,4 за смак, 0,3 – стан м'якушки, 0,2 – зовнішній вигляд і 0,1 – запах і за сумою добутків отримують загальний бал: «відмінно (або 5)» – не менше 4,6 балів; «добре (або 4)» – від 4 до 4,5 балів; «задовільно (або 3)» – від 3 до 3,9 балів; «незадовільно (або 0)» – 2,9 і менше балів.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Технологічна схема

Технологічна схема дослідження представлена на рис. 4.1.



*Технологічна схема лабораторної випічки хліба з борошном з зерна кіноа:
1– тістоміс, 2– стіл обробний, 3– розстійна шафа, 4– конвекційна піч*

Рис. 4.1 – Технологічна схема дослідження

Технологічний процес лабораторної випічки хліба за борошном кіноа:

- приготування необхідної кількості інгредієнтів тіста (борошно з зерна кіноа I сорту, псиліум, борошно гречане, борошно кукурудзяне, крохмаль картопляний, крохмаль кукурудзяний, сіль, цукор, дріжджі, ксантанова камедь, олія, вода);
- завантажування інгредієнтів в тістоміс (1) інерційний Bosfor UHM-10M;
- замішування тіста в тістомісі 7 хв;
- відлежування тіста 20...30 хв у діжі тістоміса або на обробному столі;
- обробка тіста вручну по формах на столі (2);
- вистоювання тістових заготовок в формах у шафі розстійній (3) Orest HOB-5. Температура для вистоювання 32...35 °С, відносній вологості повітря 70...85%, тривалість вистоювання 75 хв;
- випікання виробів в конвекційній печі (4) Unox XF 023 Anna. Температура випікання 220– 230 °С з обов'язковим зволоженням пекарної камери, тривалість– 30– 35 хв.

4.2 Характеристика технологічної лінії

Обладнання для практичної роботи в пекарні відділку: тістомісилка, шафа розстійна, стіл для формування виробів, конвекційна піч, ваги технічні, форми для випічки, посуд з нержавіючої сталі.

Тістоміс інерційний Bosfor UHM-10M з інерційно-обертовою діжею UHM-10M турецької фірми Bosfor. Діжа виготовлена з харчової нержавіючої сталі AISI 304 (Cr-Ni) 18/10. Тістомісильні машини з інерційно-обертовою діжею призначені для замісу різних видів тіста за винятком рідкого (млинцеве) і «крутого» тіста з вологістю менше 40 %. Всі органи, дотичні до продукту, виготовлені з харчової нержавіючої сталі.

Дана модель має зносостійкі внутрішні компоненти та досить міцну конструкцію, що забезпечує тривалий термін бездоганної роботи. Така машина оптимальна для різних підприємств громадського харчування, так її використання дозволяє зменшити трудові та тимчасові витрати на замішування тесту, забезпечуючи при цьому відмінний результат.

Стіл з нержавіючої сталі (нержавійки) є невід'ємним елементом професійної кухні любого громадського закладу харчування. Столи обробні повністю виготовляються з харчової нержавіючої сталі. Крім професійної обробки стіл виробничий може служити, як місцем розташування різного інвентарю та настільного обладнання. Професійні столи з нержавійки можуть додаткового виготовлятися з нижньою полицею для більш компактного розміщення різних продуктів харчування, каструль, та інших кухонних пристроїв. А також дані столи можуть мати по периметру бортик для запобігання розтікання вологи.

Шафа розстійна OREST PT-HOB-5 – вид теплового обладнання основне призначення якого підготовка дріжджового і листкового тіста, як свіжозформованого так і замороженого, перед випічкою хлібобулочних і кондитерських виробів для пекарень, кондитерських цехів, ресторанів та їдальнь.

Дана модель відрізняється якісною збіркою і простим, зрозумілим управлінням. Шафа розстійна OREST PT-HOB-5 має дуже простий принцип роботи– обігрів

камери відбувається за рахунок ТЕНа, встановленого в нижній частині. Над ТЕНОм розташовується ємність з водою. Нагріваючись, вода утворює пар, який зволожує повітря в розстійній камері.

Конвекційна піч XF 023 Anna від італійського виробника UNOX призначена для випікання різних хлібобулочних виробів, піци, бутербродів, виробів із замороженого або листового тіста, а також дрібних виробів.

Рівномірне розподілення гарячого повітря від ТЕНів забезпечується циркулярним вентилятором, який розташовується всередині робочої камери.

Завдяки своїм якостям, конвекційна піч UNOX XF 023 Anna має чудові експлуатаційні якості, практичність і функціональність. Ця піч знайшла широке застосування не тільки на харчових заводах, хлібопекарнях, а й у кафе та ресторанах, навіть у їдальнях завдяки своїм невеликим габаритним розмірам, а також відносно невеликій вазі.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Розробка плану підприємства вимагає врахування вимог до охорони праці працівників. Вплив небезпечних факторів може завдавати шкоди здоров'ю різного ступеня пекарів у хлібопекарні. Дотримання інструкцій з охорони праці допоможе ефективно та безпечно виконувати робочі обов'язки, завчасно виявити небезпечні фактори та оперативно їх усунути.

Аналіз умов праці на робочому місці

До роботи в пекарні допускаються особи, які: досягли повноліття; мають відповідну кваліфікацію та пройшли навчання щодо роботи з обладнанням; пройшли медичний огляд і придатні за станом здоров'я до роботи в пекарні; пройшли первинний та вторинний інструктажі з охорони праці та інструктажі з пожежної безпеки; мають II кваліфікаційну групу допуску з електробезпеки; ознайомлені з прийомами надання першої медичної допомоги [76].

Обов'язки персоналу на робочому місці: куруватися інструкціями з охорони праці, пожежної безпеки та електробезпеки; застосовувати навички та знання, які необхідні для безпечної роботи з обладнанням та інструментами; використовувати спецодяг, засоби індивідуального захисту, ховати волосся під шапочку, знімати всі прикраси; виконувати вимоги робочої інструкції підприємства; утримувати робоче місце в порядку і чистоті; працювати тільки на справному обладнанні; дотримуватись гігієнічних норм та санітарних правил; негайно сповіщати керівництво про будь-які нещасні випадки, аварії чи небезпечні ситуації на робочому місці.

Виробниче приміщення: 1. Стеля білого кольору, або наближеного до нього світлого, щоб відбивати світло. Гладкої текстури, без тріщин або відбілюючої фарби/штукатурки. Натяжна, що приховує системи вентиляції. 2. Підлога міцна, не слизька і зроблена з непроникних матеріалів. Матеріали підлог забезпечують зручність вологого прибирання і дезінфекції. 3. Стіни з керамічної плитки в тих робочих місцях, де рідини могли б виливатися при готуванні, для уникнення

проблем гігієни і вологості на кухні. 4. Робочі поверхні стійкі до експлуатації матеріали, що запобігає накопиченню бруду, зростання цвілі і утворенню конденсату, що їх полегшує прибиранню. 5. Вікна, освітлювальні засоби і т. д. захищені від розбивання.

Умови праці. При розробленні робочих приміщень враховані такі чинники впливу на працівників, як: температура, вологість, освітленість, шум та вібрації [77].

Головні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які діють на пекаря: протяги; забрудненість робочого місця, слизька підлога; відсутність спеціальних пристосувань, інструменту чи обладнання; підвищена температура поверхні обладнання; підвищена температура, вологість, рухливість повітря робочої зони; високий рівень шуму та вібрації; недостатня освітленість робочої зони; незахищені струмоведучі частини електрообладнання; незахищені рухомі і обертові частини устаткування.

Розроблення заходів з охорони праці

Працівники повинні бути ознайомлені на неухильно виконувати вимоги безпеки перед початком роботи, під час роботи та після закінчення роботи. Також працівники проходять первинний та вторинний інструктажі з охорони праці. Також проводяться заходи на обізнаність персоналу правил пожежної та електробезпеки. Кожен працівник має знати та вміти виконувати порядок дій при необхідності надати першу медичну допомогу.

Також періодично проводяться технічне обслуговування та ремонт обладнання, інструментів та систем електрозабезпечення.

Пожежна безпека

Конструкцією цехового виробничого обладнання передбачено встановлення сигналізації як наслідок порушення нормального режиму роботи виробничого процесу. Для попередження про виникнення небезпеки у якості елементів сигналу використано світлові, звукові, кольорові сигналізатори відповідно до ДСТУ ISO 6309-2007.

Моделювання небезпечних ситуацій

Виконання службових обов'язків передбачає постійне переміщення по робочому приміщенні. Під час роботи можливе проливання на підлогу якої-небудь рідини, наприклад олії (НУ). За неналежним ставленням до правил порядку на робочому місці можливо послизнутися (НД₁), вдаритись об обладнання (НД₂) та отримати перелом кінцівки або струс мозку (НС). Наслідки цього призведуть до травми (Т) та тимчасової втрати працездатності (ВП).

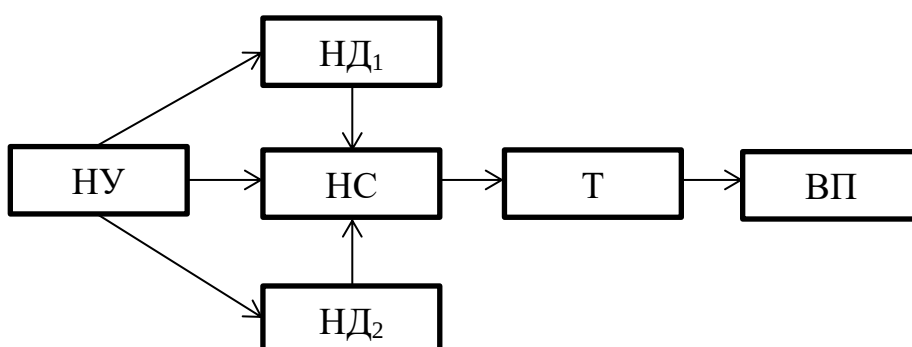


Рис. 5.1 Моделювання небезпечної ситуації:

НУ – небезпечна умова; НД_{1,2} – небезпечні дії; НС – небезпечна ситуація; Т – травма працівника; ВП – втрата працездатності

Отже, виконання заходів з охорони праці це необхідний етап роботи підприємства для організації безпечних умов праці та збереження доброго стану здоров'я. За недотримання даних інструкцій винні особи несуть за собою дисциплінарну, матеріальну, адміністративну та кримінальну відповідальність [78].

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Для оцінення конкурентоспроможності нових безглютенового хліба необхідно визначити приблизну ціну їхньої реалізації. Для цього ми розраховували собівартість та його ціну реалізації. Даний розрахунок собівартості здійснювався за нижче наведеною номенклатурою статей витрат (табл. 6.1), які погоджуються з п. 138.8 ст 138. Податкового кодексу України щодо собівартості виготовлених і реалізованих товарів.

Таблиця 6.1

Розрахунок відпускної ціни нових видів заправок за статтями витрат

Стаття витрат	Безглютеновий хліб:	
	Кіноа 33,3 %, гречка І 33,3 %, крохмаль кукурудзяний 33,3 %	Кіноа 99 %, псиліум 1 %
Стаття 1. Витрати на закупівлю сировини	35,77	48,87
Стаття 2. Зворотні відходи	0,36	0,50
Стаття 3. Паливо та енергія на технологічні цілі	0,43	0,60
Стаття 4. Витрати на оплату праці	5200	500
Стаття 5. Відрахування на соціальне страхування	185	185
Стаття 6. Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва	0,090	0,12
Орієнтована вартість машин та устаткування	50000	50000
Стаття 7. Відшкодування зношування спеціальних інструментів і пристосувань цільового призначення та інші спеціальні витрати	250	250
Стаття 8. Витрати на експлуатацію та утримання устаткування	40	40
Стаття 9. Загальновиробничі витрати	750	750
Стаття 10. Загальногосподарські витрати	900	900
Стаття 11. Витрати внаслідок технічного неминучого браку	0,071	0,1
Стаття 12. Супутня продукція	0,00	0,00
Стаття 13. Інші виробничі витрати	0,53	0,73
Стаття 14. Виробнича собівартість	2662,25	2670,92
Стаття 15. Позавиробничі (комерційні) витрати	133,1	133,54
Повна собівартість продукції	2795,35	2804,46
Прибуток	419,30	420,67
Оптова ціна	3214,65	3225,13
Ціна реалізації	38,57	39,00

Приріст обсягу реалізації (обсяг товарообороту) розраховували за формулою:\

$$\Delta P = (P \cdot T_p) / 100$$

де ΔP – приріст обсягу реалізації, грн.; T_p – темп приросту обсягу реалізації, %;

P – фактичний обсяг реалізації даного виробу за певний період (рік), грн.

Фактичний обсяг реалізації соусу складає тис. грн. Темп приросту обсягу реалізації визначали за формулою: $T_p = T_c \cdot K_{\epsilon c}$

де T_c – темп зміни ціни, %; $K_{\epsilon c}$ – коефіцієнт еластичності попиту по ціні

Коефіцієнт прямої еластичності попиту по ціні показує, на скільки відсотків змінюється попит споживачів при зміні ціни виробу на один відсоток. Даний коефіцієнт приймали в розмірі 4,5.

Темп зміни ціни визначали за формулою: $T_c = (B_{\text{Цан}} / B_{\text{Цнов}}) \cdot 100\%$

де $B_{\text{Цан}}$ – ціна за 1 кг продукту-аналога, грн.; $B_{\text{Цнов}}$ – ціна за 1 кг нових виробів, грн.

Розраховуємо темп зміни (всі ціни взято за 100 г продукції). За аналог візьмемо хліб з суміші різного борошна.

Приріст маси прибутку складатиме: Безглютеновий хліб лише з кіноа:

$$\Delta \Pi = (0,6 \cdot 15) / 100 = 0,09 \text{ тис. грн}$$

Більш дешевші види безглютенового хліба принесуть підприємству додатковий прибуток. Зростання прибутку призведе до підвищення ефективності діяльності підприємства взагалі і використання основних і оборотних коштів підприємства зокрема.

Ціна за 100 г безглютенового хліба з кіноа складатиме 39,00 грн. Прогнозний приріст обсягу реалізації за рахунок зниження ціни підприємства-виробника складатиме 9,0 тис. грн.

ВИСНОВКИ

Аналіз безглютенової продукції на ринку показав необхідність збагачення безглютенових продуктів масового споживання. Аналіз огляду літератури показав перспективи використання функціональних інгредієнтів, таких як кіноа та псиліум в рецептурах безглютенових хлібних виробів.

Встановлено позитивний вплив борошна кіноа на показники якості безглютенового хліба. Додавання кіноа в хліб підвищує вміст поживних речовин, особливо білка, та надає хлібу приємного горіхового присмаку.

Встановлено позитивний вплив розпушувачів – кукурудзяного та картопляного крохмалів, псиліума та стабілізатора процесу бродіння ксантанової камеді на органолептичні та фізико-хімічні показники безглютенового хліба.

Доведено, що найкращими органолептичними характеристиками володіють зразки з борошном кіноа, кукурудзяне (гречане) борошно і кукурудзяний крохмаль у рівних частках, хоча максимальні значення пористості і питомого об'єму визначено у зразках з найбільшим вмістом крохмалю.

РЕКОМЕНДАЦІХ ВИРОБНИЦТВУ

В результаті проведеної випічки, оцінки фізико-хімічних показників та органолептичної оцінки, зроблено рекомендації:

- рекомендовано додавання 1 % псиліума в якості структурного компонента хліба з кіноа;
- основою рецептури тіста для безглютенового хліба рекомендуємо борошно кіноа та у меншому співвідношенні гречане борошно з гречки непропареної та борошно кукурудзяне.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мелега К. П. Сучасні моделі здорового харчування як основа здоров'язбереження та профілактики хронічних захворювань / К. П. Мелега // Сучасні здоров'язбережувальні технології: колективна монографія / за заг. ред. проф. Ю. Д. Бойчука. – Харків: Оригінал, 2018. – С. 227–236.
2. Гамада В. Р., Хропот О. С., Кривавич А. С., Конечна Р. Т., Новіков В. П. Аспекти біотехнології у розробці нових функціональних харчових продуктів. *Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези доповідей V Міжнародної науково-технічної конференції*. 10–11 жовтня 2019 р., м. Тернопіль, 2019. С. 125–127.
3. Castro–Quezada I., Román–Viñas B., Serra–Marjem L. The mediterranean diet and nutritional adequacy: a review. *Nutrients*. 2014. V. 6, Is. 1. P. 231–248. DOI: 10.3390/nu6010231.
4. Ярошенко Н. Ю. Стан та перспективи розвитку концепції здорового харчування на Україні. *Інноваційні технології у виробництві та підготовці фахівців технологічної, професійної освіти та сфери обслуговування*. 2015. С. 216–219.
5. Plasek B., Lakner Z., Kasza G., Temesi Á. Consumer evaluation of the role of functional food products in disease prevention and the characteristics of target groups. *Nutrients*. 2020. 12(1):69. P. 69–71. DOI: 10.3390/nu12010069.
6. Корецький В. Л., Орлова Н. М. До проблеми безпеки харчування та моніторингу якості життя населення України. *Проблеми харчування*. 2006. №1. С. 42–44.
7. Горба О. О. Природно–ресурсний та енергетичний потенціали: напрями збереження, відновлення та раціонального використання: монографія. Полтава: Астроя, 2019. 279 с.
8. Сімахіна Г. О. Інновації у харчових технологіях. *Товари і ринки*. 2015. №1. С. 189–201.
9. Технологія продуктів харчування функціонального призначення: монографія. А. А. Мазаракі, М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, П. О. Карпенко, С. М. Пересічна

/ за ред. М. І. Пересічного. 2-ге вид., переробл. та допов. Київ: Київ. нац. торг.-екон. університет, 2012. 1116 с.

10. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 23.12.1997 р. №771/97-ВР: станом на 31.03.2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-вр#Text> (дата звернення: 05.09.2023).

11. ДСТУ 7517:2014. Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови. [Чинний від 23–10–2014]. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015 р. (Інформація та документація).

12. Державні санітарні норми та правила (ДСНП) Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0088-13> (дата звернення: 09.09.2023).

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

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

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

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

17. Elkatry HO, El-Beltagi HS, Ahmed AR, Mohamed HI, Al-Otaibi HH, Ramadan KMA and Mahmoud MAA. 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. DOI: 10.3389/fnut.2023.1240527.

18. Nouska C, Hatzikamari M, Matsakidou A, Biliaderis CG, 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. DOI: 10.3390/foods12163112.

19. Jie Z, Ling L, Jianhua Z, Shirong D, Gefei L, Yin W, Zedong X, Hongbin L, Jing L, Ping L, Min X. Partial substitution of wheat flour with soybean and gluten powder:

impact on flavor characteristics of Pixian Douban-Meju and its quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2023. IF 4.1. DOI: 10.1002/jsfa.12919.

20. Байда Н. Технологія збагачення хліба і хлібобулочних виробів йодом. *Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання: матеріали міжнар. студ. наук.–техн. конф., м. Тернопіль, 12 грудня 2021 р. Тернопіль, 2021. С. 57–58.*

21. Махинько В. М., Даньшина Л. О., Махинько Л. В., Бабич О. В. Використання дикорослих харчових трав у хлібопеченні. *Хранение и переработка зерна*. 2011. №1. С. 55–57.

22. 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. DOI: 10.3390/app13158664.

23. Husby S, Koletzko S, Korponay-Szabo I, Kurppa K, Mearin M. L, RibesKoninckx 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. DOI: 10.1097/MPG.0000000000002497.

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

25. 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. DOI: 10.1053/j.gastro.2007.05.028.

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

27. 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. DOI: 10.1002/1521-4141(200105)31:5<1317::AID-IMMU1317>3.0.CO;2-I.

28. Rubio-Tapia A, Murray J. A. Celiac disease. *Current Opinion in Gastroenterology*. 2010. 26(2). P. 116–122. DOI: 10.1097/MOG.0b013e32830edc1e.

29. 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. DOI: 10.1097/00004836-200405000-00008.

30. Angela Ruiz-Carnicer, Garzón-Benavides M., Fombuena B., Segura V., García-Fernández F., Sobrino-Rodríguez S. ... Pizarro N. Negative predictive value of the repeated absence of gluten immunogenic peptides in the urine of treated celiac patients in predicting mucosal healing: new proposals for follow-up in celiac disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2020. 112(5). P. 1240–1251. DOI: 10.1093/ajcn/nqaa188.

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

32. 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 diet. *Alimentary pharmacology & therapeutics*. 2009. 29(12). P. 1299–1308. DOI: 10.1111/j.1365-2036.2009.03992.x.

33. 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. DOI: 10.1017/S1368980016002433.

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

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

36. Хліб «Безглютеновий смачний»: пат. 120726 Україна: МПК А12D, 13/066, №а201706035; заявл. 16.06.2017; опубл. 10.11.2017, Бюл. №21. 7 с.

37. Хліб безглютеновий: пат. 114989 Україна: А21D13/066А21D13/047, №а201606264; заявл. 09.06.2016; опубл. 28.08.2017, Бюл. №16. 9 с.

38. Хліб дієтичний безглютеновий: пат. 84120 Україна: А21D 2/00, №201304666; заявл. 15.04.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. №19. 4с.

39. Vanessa Dias Capriles, Etienne Valéria de Aguiar, Fernanda Garcia dos Santos, Marión Elizabeth Aguilar Fernández, Bruna Guedes de Melo, Bruna Lago Tagliapietra, Michele Scarton, Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici, Ana Carolina Conti. Current status and future prospects of sensory and consumer research approaches to gluten-free bakery and pasta products. *Food Research International*. 2023. Vol. 173, Part 2. DOI: 10.1016/j.foodres.2023.113389.

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

41. 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. DOI: 10.1016/j.fm.2013.06.018.

42. 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. DOI: 10.1016/j.fm.2010.06.005.

43. 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. URL: <https://www.semanticsholar.org/paper/Gluten-free-sourdough-bread-prepared-with-chesnut-Mert-Campanella/db92945c7027f6b6422178a80fde18f800188904>. (дата звернення 11.09.2023).

44. 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. DOI: 10.3390/foods12163030.

45. 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.

46. Hameeda Banu Itagi, Kristel June D. Sartagoda, Nitesh Gupta, Vipin Pratap, Priyabrata Roy, Rhowell N. Tiozon Jr., Ahmed Regina, Nese Sreenivasulu. Enriched nutraceutical in gluten-free whole grain rice cookies with alternative sweeteners. *LWT*. 2023. Vol. 186. DOI: 10.1016/j.lwt.2023.115245.

47. Ervina Ervina. The sensory profiles and preferences of gluten-free cookies made from alternative flours sourced from Indonesia. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2023. Vol. 33. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2023. 100796.

48. Dogruer I, Coban B, Baser F, Gulec S, Ozen B. Techno-functional and in vitro digestibility properties of gluten-free cookies made from raw, pre-cooked, and germinated chickpea flours. *Foods*. 2023. 12(15):2829. DOI: 10.3390/foods12152829.

49. 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. DOI: 10.3390/foods12163125.

50. Gibb Roger D., PhD, Sloan Kyle J., PharmD, McRorie Johnson W., Jr. PhD, FACG, AGAF, FACN. 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 Practitioners*. 2023. 35(8). P. 468–476. DOI: 10.1097/JXX.0000000000000882.

51. Whole grains, refined grains, and dietary fiber. URL: <https://www.heart.org/en/healthy-living/healthy-eating/eat-smart/nutritionbasics/whole-grains-refined-grains-and-dietary-fiber> (дата звернення: 23.09.2023).

52. 7 benefits of psyllium husk. URL: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/318708#benefits> (дата звернення 23.09.2023).

53. 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. DOI: 10.1080/10408398.2020.1822276.

54. Fratelli C, Santos FG, Muniz DG, Hadu S, Brada ARC, Capriles VD. Psyllium improves the quality and shelf life of gluten-free bread. *Foods*. 2021. 10(5):954. DOI: 10.3390/foods10050954.

55. Троценко В. І., Мельник А. В., Троценко Н. В. Дослідження базових характеристик насіння кіноа. *Вісник Сумського Національного Аграрного Університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2020. №1 (39). С. 71–77.
56. Semra Navruz-Varli, Nevin Sanlier. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Journal of Cereal Science*. 2016. Vol. 69. P. 371–376.
57. Кіноа. URL: <https://food.vesti.ua/uk/kak-varit-kinoa/> (дата звернення: 22.09.2023).
58. Троценко В. І., Коваленко І. М., Ільченко В. О. Стан та перспективи культури кіноа в північно–східному лісостепу України. *Вісник Сумського Національного Аграрного Університету. Серія «Агроном і біологія»*. 2017. №9 (34). С. 77–81.
59. Koziol M. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Journal of Food Composition and Analysis*. 1992. №5. P. 35–68. DOI: 10.1016/0889-1575(92)90006-6.
60. D. Bazile, D. Bertero and C. Nieto Rome. State of the art report on quinoa around the world in 2013. *FAO*. 2014. P. 589. URL: https://agritrop.cirad.fr/575489/1/document_575489.pdf (дата звернення 20.09.2023).
61. 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.
62. Савчук Н. Т., Подпрятков Г. І., Скалецька Л. Ф., Нинько П. І., Гунько С. М., Войцехівський В. І. Технохімічний контроль продукції рослинництва: навчальний посібник. Київ: Арістей, 2005. 256 с.
63. Soft, fluffu yeast quinoa bread (gluten-free, dairy-free). URL: <https://www.dishbydish.net/soft-fluffy-yeast-quinoa-bread/> (дата звернення: 23.09.2023).
64. 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. DOI: 10.1016/j.jcs.2013.10.010.

65. 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. DOI: 10.3390/proceedings2020053015.
66. Föste M., Nordlohne S. D., Elgeti D. et al. Impact of quinoa bran on gluten-free dough and bread characteristics. *Eur Food Res Technol*. 2014. 239. P. 767–775. DOI: 10.1007/s00217-014-2269-x.
67. Azizi S, Azizi MH, Moogouei R, Rajaei P. The effect of quinoa flour and enzymes on the quality of gluten-free bread. *Food Sci Nutr*. 2020. №8. P. 2373–2382. DOI: 10.1002/fsn3.1527.
68. Шелудько В. М. Нові види борошняних кондитерських виробів в Україні. *Хранение и переработка зерна*. 2011. №6. С. 30–32.
69. Sukhmandeep Kaur, Navjot Kaur and Kiran Grover. Development and nutritional evaluation of gluten free bakery products using pseudocereal quinoa (*Chenopodium quinoa*). *International Journal of Pure & Applied Bioscience*. 2018. №6(2). P. 810–820. DOI: 10.18782/2320-7051.2831.
70. Ma Y, et. al. Effects of quinoa flour on wheat dough quality, baking quality, and in vitro starch digestibility of the crispy biscuits. *Front*. 2022. Nutr. 9:846808. DOI: 10.3389/fnut.2022.846808.
71. Грищенко А. Дослідження якості та черствіння безглютенового хліба з гречаним і кукурудзяним борошном. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2017. 17(2). DOI: 10.15673/gpmf.v17i2.524.
72. Дробот В. І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва. Технологія хлібопекарського виробництва. Київ: Центр навч. л-ри, 2006. 341 с.
73. Києнко З.Б., Присяжнюк Л.М., Шовгун О.О. та ін. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Вид. 4. Вінниця: ТОВ "Нілан-ЛТД", 2015. 160 с.
74. Леонов О. Ю. та ін. Методичні рекомендації з оцінки якості зерна селекційного матеріалу. Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2011. 70 с.

75. Спосіб оцінки якості хліба зі спельти: пат. 110269 Україна: A21D 13/00. № u 2015 12030; заявл. 04.12.2015; опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19. 3 с.
76. Примірня інструкція з охорони праці для пекаря <https://services.uteka.ua/ua/publication/zrazky-34-trudovi-vidnosyny-ta-oplata-pratsi-138-primernaya-instrukciya-po-oxrane-truda-dlya-pekarya>
77. НПАОП 15.8-1.27-02 Правила безпеки для виробництва хліба, хлібобулочних та макаронних виробів. Наказ Міністерства праці України від 28.02.2002 №125.
78. Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану: Закон України від 01.07.2022 №2352-IX-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2136-20#Text>.

ДОДАТКИ

Додаток А

Технологічна інструкція

ЗАТВЕРДЖЕНО

Ректор Уманського НУС

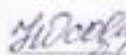
Олена НЕПОЧАТЕНКО

« 22 » 11 2023

РЕКОМЕНДАЦІЇ

до органолептичного оцінювання якості хліба безглютенового

Розробники:

 Ніна ОСОКІНА

 Катерина КОСТЕЦЬКА

 Андрій КИСІЛЬ

 Тетяна СЕРГІЄНКО

Розглянуто і схвалено на засіданні Вченої ради
інженерно-технологічного факультету
(протокол № 2 від «13» жовтня 2023 р.)

Додаток Б

Наукові публікації

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції

МОЛОДІЖНА НАУКА ЗАРАДИ МИРУ ТА РОЗВИТКУ

присвячена Всесвітньому дню науки (9-11 листопада 2022 року)



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



БОРОШНО З ЗЕРНА КІНОА У ХЛІБОПЕЧЕННІ

Тетяна Сергієнко¹ та Андрій Кисіль²

^{1,2} Кафедра харчових технологій, Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

E-mail: sergienkotana22@gmail.com

АНОТАЦІЯ. Висвітлено проблеми здорового харчування населення України, можливості покращення хлібобулочних виробів шляхом додавання до рецептури хлібобулочних виробів альтернативні види борошна. Обґрунтовано доцільність введення харчових добавок, що містять волокна, в тому числі шляхом аналізу результатів наукових досліджень, які описані в науково-технічній літературі. Розглянуто склад та властивості зерна кіноа, а також використання борошна з нього в хлібопеченні. Зазначено результати дослідження випікання хліба пшеничного з використанням борошна з зерна кіноа. Проведений аналіз відкритої інформації показав, що в культурі українців хлібобулочні вироби використовуються у значній кількості, що, в свою чергу, в значній мірі збільшує калорійність їжі. Розробка ж рецептур нових борошняних виробів, що володіють високою харчовою і біологічною цінністю, зниженою калорійністю, і відповідають сформованим смаковим уподобанням вітчизняного споживача, є актуальною.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: харчування, кіноа, борошно, технологія, хліб, хлібобулочні вироби, якість.

I. Вступ

Харчування – один із найважливіших чинників, що визначає стан здоров'я населення. Правильне харчування забезпечує нормальний ріст і розвиток дітей, сприяє профілактиці захворювань людей, визначає їхнє активне довголіття. Саме тому, споживання органічних продуктів на сьогодні є дуже важливим та актуальним. Органічні продукти – відповідають високим стандартам якості й не містять шкідливих речовин, що є дуже важливо для дітей і людей із проблемами зі здоров'ям.

Для розв'язання проблем щодо поліпшення здоров'я населення України важливу роль можуть відігравати функціональні хлібобулочні вироби, оскільки саме хліб є одним із самих масових продуктів харчування.

Перспективною сировиною для хлібопечення є борошно з насіння кіноа. Кіноа – вид лободи, що походить з Андів та вирощується як зернова культура. В даний час кіноа вже не є екзотичним продуктом, його можна знайти на полицях всіх великих супермаркетів, а також спробувати в провідних ресторанах. Уже з 2019 року ведеться робота що о посівів кіноа в Україні [1].

II. Аналіз досліджень

Сучасний ринок хліба характеризується великою кількістю його видів з високими смаковими властивостями за рахунок використання різноманітної сировини, технології виготовлення тощо. Найбільшою популярністю користується хліб, виготовлений із борошна пшеничного [2].

Основними складовими класичної рецептури хліба є борошно пшеничне вищого сорту, дріжджі або закваска, вода та сіль. Основний компонент рецептури хліба пшеничного – борошно вищого сорту, що на думку дієтологів спричиняє захворювання шлунково-кишкового тракту, розвиток діабету та ожиріння, що пояснюється бідним хімічним складом, незбалансованістю основних поживних речовин: підвищеним вмістом вуглеводів, неповноцінністю амінокислотного складу білків. Все це робить його недостатньо конкурентоспроможним на ринку продуктів для здорового харчування [3].

В останні роки спостерігається потреба зниження рівня споживання борошна пшеничного та підвищення біологічної цінності хлібобулочних та борошняних виробів для покращення здоров'я людини із використанням альтернативних видів борошна: житнього, гречаного, рисового, мигдального тощо [4].

На сьогоднішній день, одним із найпопулярніших замінників борошна пшеничного є борошно з зерна кіноа (лат. *Chenopodium quinoa*), що є найкориснішим зі злаків, хоча з ботанічної точки зору, плоди кіноа – це фрукти. Вчені відносять кіноа до псевдо зернових культур сімейства амарантових, що широко використовується в кулінарії у вигляді крупи, або борошна, або олії, або ж пророщених паростків.

Кіноа отримала визнання завдяки своїм смаковим і поживним якостям. Перш за все, користь борошна з зерна кіноа для здоров'я людини обумовлена багатим хімічним складом: великим вмістом білків, харчових волокон, вітамінів групи А, а також В, Е, С та мінеральних речовин. Плоди кіноа є джерелом рослинного білка, необхідного, в першу чергу, дітям, спортсменам, вагітним і вегетаріанцям. У середньому в сирих плодах кіноа 16,2% білка, а в деяких сортах більше 20% (для порівняння: в зерні пшениці – 11-14%, кукурудзи – 3,5%, рису – 7,5%, проса – 9,9%). Борошно з зерна кіноа багате на лізин – амінокислоту, яка допомагає засвоювати кальцій і сприяє швидкому загоєнню тканин. Борошно з кіноа немає рівних серед борошна з інших злаків за кількістю мінеральних речовин (в мг/100 г): калію (172 мг), магнію (64 мг), заліза (1,49 мг – вдвічі перевершує пшеницю), кальцію (17 мг), цинку (1,09 мг). Кіноа, крім того, багата на фосфор (152 мг) – в три рази більше, ніж у рисі найвищої якості і не поступається багатьом видам риби [4, 5].

У борошні з зерна кіноа більше альфа-токоферолу, клітковини, рибофлавіну, фолієвої кислоти і комплексних вуглеводів, ніж у зерні пшениці, рису та ячменя. Крім цього, цей продукт багатий на фітинову кислоту, яка зменшує рівень холестерину і запобігає розвитку онкологічних захворювань. Важливо відзначити, що борошно з зерна кіноа не містить глютен – тому його можна вживати людям, що страждають на целиацію [3].

Вченими [2-4] були проведені технологічні дослідження впливу борошна з зерна кіноа на вихід і якість хліба пшеничного. Дослідження впливу борошна з зерна кіноа на процеси бродіння тіста показали, що спиртове бродіння в тісті з його доданням дещо інтенсифікується. Очевидно, що покращенням живильного середовища для дріжджів відбувалося за рахунок внесення із борошном кіноа світлого, вітамінів, білкових і мінеральних речовин.

Заміна частини борошна пшеничного вищого сорту у кількості 10% на борошно з кіноа забезпечує оптимальні показники якості хлібобулочних виробів. Встановлено [2], що саме таке дозування не призводить до погіршення органолептичних показників якості хліба. За подальшого збільшення дозування борошна кіноа спостерігається погіршення як органолептичних так і фізичних показників якості хліба.

Внесенні борошна з зерна кіноа світлого сприяло скороченню тривалості вистоювання тістових заготовок, що корелює і з інтенсифікацією процесу бродіння.

Аналіз готових виробів показував, що використання борошна з зерна кіноа позитивно впливало на органолептичні показники хліба, а саме на еластичність м'якушки, смак і запах, колір скоринки набув приємного злегка коричневого забарвлення. Із внесенням борошна з зерна кіноа колір м'якушки набуває світло-жовтого з сіруватим відтінком при високому дозуванні.

Визначення гідрофільних властивостей м'якушки хліба показували, що при внесенні 10 та 15% борошна з зерна кіноа світлого, через 48 годин зберігання, поглинають більше води, по відношенню до контрольного зразка. Отже, було визначено зменшення черствіння хліба з додаванням борошна з зерна кіноа та можливість подовження терміну його зберігання.

III. Висновки

Отже, використання борошна з зерна кіноа в технології хлібобулочних виробів дозволяє збагатити готові вироби білками, поліненасиченими жирними кислотами (ПНЖК), харчовими волокнами, мінеральними речовинами та вітамінами. Отримані результати досліджень [1-4]

свідчать про інтенсифікацію процесу бродіння тіста та скорочення технологічного процесу, при внесенні борошна з зерна кіноа світлого до рецептури хліба пшеничного.

Забезпечення населення високоякісними та безпечними харчовими продуктами є однією з найважливіших складових національної безпеки України. Наразі це є одним з головних завдань виробників хліба та хлібобулочних виробів, підприємств торговельної мережі, спеціалістів в галузі науки і техніки й держави в цілому. Незважаючи на значні напрацювання з даної теми, окремі її аспекти потребують подальшого вивчення та обумовлюють доцільність проведення наукових пошуків з питань якості та асортименту хлібобулочних виробів.

IV. Список використаних джерел

- [1] Валевська, Л.О., Соколовська, А.О. & Шуляньська, О.Г. (2020). Біологічна цінність зернових суперфудів. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки, 31 (70(1(2))), 116–120.
- [2] Іванішцева, О., & Пахомська, О. (2021). Тенденції формування якості хлібобулочних виробів функціонального призначення. Молодий вчений, 5 (93), 159–163. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-5-93-30>
- [3] Priscila Farage, Yanna Karla de Medeiros Nóbrega, Pratesi Riccardo [et al.]. (2017). Gluten contamination in gluten-free bakery products: a risk for coeliac disease patients. Public Health Nutrition, 20 (3). 413–416.
- [4] Технологія продуктів харчування функціонального призначення: монографія. А. А. Мазаракі та ін. (2012); за ред. М. І. Пересічного. 2-ге вид., переробл. та допов. Київ, 1116 с.
- [5] Koziol, M. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Journal of Food Composition and Analysis, 5, 35–68.

GRAIN QUINOA FLOUR IN BAKERY

Tetiana Serhiienko and Andrii Kysil

ABSTRACT. The problems of healthy nutrition of the population of Ukraine, the possibility of improving bakery products by adding alternative types of flour to the recipe of bakery products are reflected. The expediency of introducing food supplements containing fibers is substantiated, including by analyzing the results of scientific studies described in the scientific and technical literature. The composition and properties of quinoa grain, as well as the use of quinoa flour in baking, are considered. The results of a study of baking wheat bread using quinoa grain flour are indicated. The analysis of open information showed that in the culture of Ukrainians bakery products are used in a significant amount, which in turn significantly increases the calorie content of food. The development of recipes for new flour products with high nutritional and biological value, low calorie content, and corresponding to the prevailing taste tastes of the domestic consumer, is relevant.

KEYWORDS: nutrition, quinoa, flour, technology, bread, baked goods, quality.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

**ЗБІРНИК СТУДЕНТСЬКИХ
НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

*Всеукраїнської студентської наукової онлайн-конференції приуроченої
100-річчю від дня народження українського вченого у галузі агрономії,
професора Івана Маркіяновича Карасюка*

ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

20 квітня 2023 року

м. Умань – 2023

Секція ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЦІННІСТЬ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛІБА**Сергієнко Т. А., 11 м-тз група, інженерно-технологічний факультет****Науковий керівник – к. с.-г. н., доцент Костецька К. В.**

Хліб та зерно борошняні продукти – одні з основних продуктів харчування населення України. Їхня перевага – це помірні ціни, що пов'язане з наявністю власної сировини в достатній кількості. Однак, все частіше зустрічається інформація про захворювання, що виникають у результаті споживання таких популярних продуктів.

Целіакія – це аутоімунне вроджене спадкове захворювання людей, що виникає внаслідок постійної непереносимості глютену (клейковини). Глютен – це білковий комплекс, який міститься, у першу чергу, в зерні пшениці, ячменю та жита. Це захворювання може призводити до погіршення всмоктування харчових речовин, а також дефіциту життєвоважливих поживних речовин, таких як кальцій та залізо.

На нашій планеті на целіакію хворіє більше 1 % населення, при чому, це лише ті люди, яким було професійно встановлено такий діагноз. Тому ще стільки ж або навіть і більше людей не підозрюють про повну непереносимість ними глютену. Це можна пояснити тим, що симптоми целіакії схожі з симптомами інших поширених захворювань.

Що ж відбувається? Їх організм сприймає клейковину як небезпеку та починає боротися з нею, виробляє при цьому антитіла.

Чому ж проблеми ціліакії загострюються? За останні 100 років селекціонерами було виведено сорти пшениць з високим вмістом клейковини. Як результат – виникнення целіакії у людей зросло на 400 %.

Як лікувати дане захворювання? Лікується целіакія лише через дотримання позиттєвої безглютенової дієти. Людям з цим захворюванням потрібно уникати будь-яких харчових продуктів, що містять глютен.

У яких продуктах міститься глютен? Основні джерела глютену – це деякі злакові культури. Крім цього, глютен можуть містити і такі продукти:

Хлібопекарські вироби	Ковбасні вироби	Деякі крупи
Шоколад, глазур	Квас, пиво	Макаронні вироби
Напівфабрикати	Соуси	Консервовані продукти
Морозиво, йогурти	Чай, кава	Сир, сухе молоко

Як гарантувати, що глютен не потрапить до організму хворої людини з продуктами харчування? Людям з підтвердженим діагнозом целіакії рекомендується уважно читати етикетки на продуктах, шукати знак «без глютену» та уникати продуктів, що містять підозрілі інгредієнти. На сьогоднішній день в Україні всі оператори ринку зобов'язані дотримуватися вимог ISO 22000 (НАССР), що гарантує вказувати наявні алергени в продуктах. Також варто звертати увагу на таку помітку як «в продукті наявні сліди глютену». Це означає що можливе перехресне забруднення продукту глютенном через контакт із поверхнею та обладнанням.

Секція ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Хліб без глютену випікається з таких видів борошна: кукурудзяного, рисового, гречаного, кокосового, з соняшника, проса, сої, кіноа, сорго, амаранту, кунжуту, льону, а також горіхів.

Для розв'язання проблем щодо поліпшення здоров'я населення України важливу роль можуть відігравати, в тому числі, і функціональні хлібобулочні борошняні вироби, оскільки саме хліб є традиційно одним із найбільш популярних продуктів харчування у нашій країні.

У наших дослідженнях ми пропонуємо використовувати альтернативні види борошна: з зерна кіноа, амаранту, пропареної та непропареної крупи гречаної тощо. Основними складовими класичної рецептури хліба є борошно пшеничне вищого сорту, дріжджі або закваска, вода, сіль, інше (цукор, олія).

Саме борошно вищого сорту, яке є переважаючим у рецептурному складі і спричиняє розвиток діабету та ожиріння, захворювання шлунково-кишкового тракту, що можна пояснити бідним хімічним складом, незбалансованістю основних поживних речовин, таких як: підвищений вміст вуглеводів і неповноцінністю амінокислотного складу білків. Таким чином, таке борошно є недостатньо конкурентоспроможним на ринку харчових продуктів для здорового харчування.

Сутність функціональних хлібобулочних виробів полягає в тому, що частина пшеничного борошна замінюється борошном із більш багатим хімічним складом, або ж повністю замінюється на нього.

Виробництво хлібобулочних виробів із альтернативних видів борошна (зазвичай безглютенового) залишається одним із гарантованих способів забезпечення здоровим, повноцінним життям досить вагомої групи людей, що залишається на одинці з генетичною проблемою порушення харчування через непереносимості глютену.

Список використаних джерел

1. Imane EL H. et. al. The inhibitory effects of lactic acid bacteria isolated from sourdough on the mycotoxigenic fungi growth and mycotoxins from wheat bread. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. Доступно online з 13.04.2023 <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102702>
2. Fernández-Canto M. N., et al. Element content in different wheat flours and bread varieties. *Foods* 2022, 11, 3176. <https://doi.org/10.3390/foods11203176>
3. Khang et. el. The evaluation of freezing temperatures and ripeness levels on the quality characteristics of frozen pineapple fruits. *JMicrobiol Biotech Food Sci (JMBFS)*. 2022/23. December–January. Vol. 12. No. 3. 5439 <https://doi.org/10.55251/jmbfs.5439>
4. Луньова О. С., Кучерук З. І. Наукове обґрунтування технології хлібобулочних виробів. *Харчова наука і технологія*. 2011. №1 (14). С. 25–30.
5. Сергієнко Т. А., Кисіль А. А. Борошно з зерна кіноа у хлібопеченні: матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Міжнародна наука заради миту та розвитку", присвяченої всесвітньому дню науки, 9–11 листопада 2022 р. Чернівці: Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, 2022. С. 626–629.

Секція ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

2. Colombo, M.L., K. Marangon, and C. Bugatti, CoulArray electrochemical evaluation of tocopherol and tocotrienol isomers in barley, oat and spelt grains. *Nat Prod Commun*, 2009. 4(2): p. 251-4.
3. Muller, T., et al., Unlocking the diversity of genebanks: whole-genome marker analysis of Swiss bread wheat and spelt. *TAG Theoretical and applied genetics Theoretische und angewandte Genetik*, 2018. 131(2): p. 407-416.
4. Budashkina, E.B., M.K. Korobeinikova, and V.V. Khvostova, Cytogenetic study of the interspecific wheat hybrid *Triticum aestivum* x *Triticum dicoccum*. I. Characteristics of the original form and F1 hybrids. *Sov Genet*, 1974. 7(9): p. 1105-11.
5. Dedkova, O.S., et al., [Analysis of intraspecific diversity of cultivated emmer *Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl using C-banding technique]. *Genetika*, 2007. 43(11): p. 1517-33.
6. Dedlova, O.S., et al., [Diversity and the origin of the European population of *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl. as revealed by chromosome analysis]. *Genetika*, 2009. 45(9): p. 1234-43.
7. Sun, M., et al., Molecular cloning and comparative analysis of a y-type inactive HMW glutenin subunit gene from cultivated emmer wheat (*Triticum dicoccum* L.). *Hereditas*, 2004. 141(1): p. 46-54.
8. Piarulli, L., et al., Molecular identification of a new powdery mildew resistance gene on chromosome 2BS from *Triticum turgidum* ssp. *dicoccum*. *Plant Sci*, 2012. 196: p. 101-6.
9. Kroshko, H., V. Levchenko, and L. Nikitchuk, *Pravyla orhanizatsiyi i vedennia tekhnolohichnoho protsesu na boroshnomelnykh zavodakh*. 1998, Kyiv.
10. Fastenmeier, K. and G. Lohr, [Cutting and coagulating with high frequency currents: electrophysical effects of application of HF-surgery in dentistry]. *ZWR*, 1991. 100(4): p. 211-8.

РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ Й ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПЕЧИВА З БОРОШНОМ ГРЕЧАНИМ

**Соловей В. О., 11 м-тз група, інженерно-технологічний факультет
Науковий керівник – к. с.-г. н., доцент Костецька К. В.**

Використання гречки останнім часом набуває великої популярності. Із зерна цієї культури одержують ядрицю, проділ, борошно для дієтичного харчування, а також – для дитячого харчування. Борошно має світло-бежевий, кремовий, бежевий із сіруватим відтінком колір, вирізняється ледь гіркуватим (горіховим) смаком. У даний час на ринку поряд із ядрицею і проділом пропонують споживачам і борошно гречане з непропареної та з пропареної круп.

Борошном гречаним замінюють від 10 до 20 % борошна у складі рецептур бісквітів, печива, хлібобулочних виробів, а також кулінарної продукції. Однак технологічні переваги та харчова цінність різних видів борошна гречаного, як сировини для хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів, вивчені недостатньо.