

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ 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)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МАГІСТРА

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ З
ВИКОРИСТАННЯМ ЗЕРЕН КІНОА

Виконав (ла) – студент (ка) II курсу, групи 22 м-тз
освітньої програми Технології зерна та зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»
Гандзій Олег Вікторович

Науковий керівник – канд. с.-г. наук, доцент
Герасимчук Олена Петрівна

УМАНЬ – 2023

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3	
ВСТУП	4	
РОЗДІЛ 1	ТЕХНОЛОГІЙ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	
	З ВИКОРИСТАННЯМ БІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН (огляд літератури)	6
	1.1. Новітні технології в галузі виробництва хлібобулочних виробів	6
	1.2. Формування антиоксидантних властивостей хлібобулочних виробів та методи їх оцінки	10
РОЗДІЛ 2	УМОВИ, СХЕМА, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	18
	2.1. Умови проведення дослідження	18
	2.2. Схема проведення дослідження	18
	2.3. Об'єкти дослідження	18
	2.3. Методика проведення дослідження	20
РОЗДІЛ 3	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	21
	3.1 Вплив борошна кіноа на хлібопекарські властивості пшеничного борошна	21
	3.2 Вплив борошна кіноа на якості хлібобулочних виробів	29
	3.3 Вплив способів приготування тіста на якість хлібобулочних виробів із пшеничного борошна з додаванням борошна кіноа	34
	3.4 Технологічне вирішення хлібобулочних виробів з борошном кіноа	36
РОЗДІЛ 4	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	37
РОЗДІЛ 5	ОХОРОНА ПРАЦІ	42
РОЗДІЛ 6	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	44
ВИСНОВКИ		46
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		47
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		48
ДОДАТКИ		54

ANNOTATION

By implementing the Strategy for increasing the quality of grub products in Ukraine until 2030, it is possible to save and increase the health of the population, including due to the prevention of illness, the increase in health valuable and unbalanced food. In connection with this, one of the main tasks of the grub industry is the development of the production of products enriched with essential components that will ensure the population's needs for a healthy food supply.

A special place in the assortment of bakery germs is occupied by dietary germs, the healing or preventive effect of which is ensured by the combination of the necessary additional components in the recipe, or coated they are to blame or replace the unworthy ones. The addition of ingredients in the recipe of bakery products, which allows for the re-treatment of power, allows you to effectively solve the problem of preventing various illnesses associated with a deficiency of essential organisms. grub speeches.

Improvement of traditional and development of innovative technologies of bakery beans, which will ensure the greatest savings of the government authorities that go to the warehouse of recipe components, is an urgent problem, which is dictated by the high benefits of science about health. The greatest problem can be achieved by using natural ingredients such as macro-, micronutrients and antioxidants.

Technological solutions have been developed from high-quality bean quinoa in the form of an organic recipe component for bakery production.

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Метою реалізації Стратегії підвищення якості харчової продукції в Україні до 2030 року, є збереження та зміцнення здоров'я населення, у тому числі за рахунок профілактики захворювань, зумовлених неповноцінним та незбалансованим харчуванням. У зв'язку з цим одним із основних завдань харчової промисловості є розвиток виробництва продуктів, збагачених незамінними компонентами, що забезпечують потреби населення у здоровому харчуванні.

Особливе місце в асортименті хлібобулочних виробів займають дієтичні вироби, лікувальний або профілактичний ефект від вживання яких забезпечується використанням у рецептурі необхідних додаткових компонентів, або обґрунтованим винятком або заміною небажаних. Використання в рецептурі хлібобулочних виробів інгредієнтів, що надають перелічені властивості, дозволяє ефективно вирішити проблему профілактики різних захворювань, пов'язаних із дефіцитом необхідних організму харчових речовин.

Удосконалення традиційних та розробка інноваційних технологій хлібобулочних виробів, що забезпечують найбільше збереження корисних властивостей, що входять до складу рецептурних компонентів, є актуальною проблемою, що продиктована високими вимогами науки про здорове харчування. Вирішення цієї проблеми може бути досягнуто за рахунок використання природної сировини як джерела макро-, мікронутрієнтів та антиоксидантів.

Мета дослідження – розроблення технології хлібобулочних виробів на основі спрямованої корекції їх хімічного складу за рахунок використання борошна кіноа як джерела харчових та біологічних речовин, у тому числі з антиоксидантними властивостями та способів підготовки додаткової сировини до виробництва, що забезпечують збереження зазначених властивостей у виробах з високими споживчими показниками якості.

Для досягнення мети було поставлено такі основні завдання:

- дати характеристику хімічного складу борошна кіноа як сировини для хлібопекарського виробництва;

– визначити вплив борошна кіноа як джерела харчових та біологічно активних речовин при використанні її в хлібопекарському виробництві на властивості напівфабрикатів у взаємозв'язку з технологією та показниками якості готових виробів;

– розробити технологічні рішення при застосуванні насіння кіноа як рецептурного інгредієнта для хлібобулочних виробів.

Наукова новизна роботи полягає у розробленні технології хлібобулочних виробів збагачених харчовими біологічно активними речовинами з використанням борошна кіноа.

Практична цінність роботи. Розроблено технологічні рішення з використання борошна кіноа в якості органічного рецептурного компонента для хлібобулочного виробництва.

Апробація результатів дослідження. Матеріали кваліфікаційної роботи були представлені і обговорені на засіданнях студентського наукового гуртка кафедри харчових технологій та оприлюднені у збірнику студентських наукових праць Уманського НУС (Умань, 2023) [53].

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота викладена на 59 сторінках комп'ютерного тексту; включає вступ, шість розділів, висновки, рекомендації виробництву, додатки. У роботі наведено шість таблиць, 13 рисунків. Список використаних джерел складається з 54 найменування.

РОЗДІЛ 1
ТЕХНОЛОГІЙ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ
З ВИКОРИСТАННЯМ БІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН
(огляд літератури)

1.1 Новітні технології в галузі виробництва хлібобулочних виробів

Промислове виробництво хлібобулочних виробів, що забезпечують стабільну якість та безпеку готової продукції, ґрунтується на реалізації комплексу заходів, що включають:

Вибір технологічної схеми виробництва, обумовленої способом тістоприготування, кліматичних умов підприємства-виробника, смакових переваг населення та інших факторів;

– застосування сучасних методів техно-хімічного контролю якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції;

– управління технологічними параметрами процесу виробництва залежно від обладнання, що застосовується, показників якості сировини;

– обов'язковий контроль показників безпеки – вміст токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів, радіонуклідів у межах допустимих рівнів, встановлених технічними регламентами.

Розробка гнучких технологій приготування тіста ґрунтується на вивченні існуючих критеріїв оцінки процесу його приготування, що забезпечують найкращу якість хліба, та визначенні ролі харчових добавок різного принципу дії в оптимізації процесу бродіння напівфабрикатів [6].

Роль харчування у забезпеченні здорової життєдіяльності населення України має значення. Підтримка працездатності організму в кризових умовах визначається регулярним надходженням певного рівня різних поживних речовин. Цим зумовлена зростання популярності хлібобулочних виробів для здорового харчування [22].

Лікувальний та профілактичний ефект від вживання дієтичних хлібобулочних виробів забезпечується або введенням у рецептуру необхідних додаткових

компонентів, або виключенням небажаних, а також зміною технології їх приготування. Введення в рецептуру хлібобулочних виробів інгредієнтів, що надають лікувальні та профілактичні властивості, дозволяє ефективно вирішити проблему профілактики та лікування різних захворювань, пов'язаних із дефіцитом тих чи інших речовин. Відповідно до державних стандартів, вироби хлібобулочні дієтичні поділяються на сім груп залежно від призначення:

- безсольові хлібобулочні вироби для хворих на гіпертонію, серцево-судинні захворювання, захворювання нирок;

- хлібобулочні вироби зі зниженою кислотністю для осіб, які страждають на захворювання шлунково-кишкового тракту;

- хлібобулочні вироби зі зниженим вмістом вуглеводів виробляються для хворих на цукровий діабет, які отримали опікову травму, при ожирінні, гострому ревматизмі;

- хлібобулочні вироби зі зниженим вмістом білка для хворих на ниркову недостатність та інші захворювання, пов'язані з порушеннями білкового обміну;

- хлібобулочні вироби з підвищеним вмістом харчових волокон – при атоніях кишечника;

- хлібобулочні вироби з додаванням лецитину або вівсяного борошна рекомендуються для хворих на атеросклероз, ожиріння, захворювання травного тракту і нервової системи;

- хлібобулочні вироби з підвищеним вмістом йоду необхідні для хворих на щитовидну залозу і проживають в районах з йодною недостатністю.

Різноманітний асортимент дієтичних хлібобулочних виробів випускається за технічними умовами.

Сучасним напрямком розвитку асортименту хлібобулочних виробів є розробка функціональних та спеціалізованих хлібобулочних виробів з використанням різних видів сировини як функціональний інгредієнт. Функціональні інгредієнти можуть бути однокомпонентні та багатокомпонентні. До багатокомпонентних відносяться, як правило, природні біологічно активні добавки рослинного походження [4, 17]. В даний час позиціонуються такі основні види функціональних інгредієнтів: харчові волокна – розчинні та нерозчинні; вітаміни – Р-каротин, В₂, В₆, РР, В₁₂, фолієва

кислота; мінеральні речовини (зокрема кальцій, залізо, йод та інших.); поліненасичені жири (рослинні олії, риба'чий жир, омега-3 жирні кислоти); антиоксиданти – аскорбінова кислота, а-токоферол; пребіотики – фруктоолігосахариди, інулін, лактоза, молочна кислота та ін.; пробіотики, що включають біфідобактерії, лактобактерії, дріжджі та навіть вищі гриби.

Удосконалення структури асортименту виробів для здорового харчування можливе на основі використання додаткових рецептурних компонентів – альтернативних джерел біологічно активних речовин, джерел вітамінів, макро- та мікроелементів. Значні перспективи у цьому напрямі пов'язані із застосуванням морських водоростей, а також сухих порошків прісноводних мікроводоростей. Ефективним шляхом підвищення харчової цінності дієтичних виробів може бути використання для збагачення плодів, ягід і продуктів їх переробки. Особливий інтерес представляє екстракт зеленого чаю. Застосування їх дозволить як підвищити харчову цінність продуктів, інтенсифікувати технологічні процеси виробництва, а й істотно розширити сировинну базу для хлібопекарської промисловості [14, 18, 22, 24, 31].

Постійне надходження в організм людини з рослинною їжею, флавоноїдів надають значний вплив на всі відділи травного тракту, що посилюється у поєднанні з пектинами. Конденсовані катехіни мають в'язучу дію на слизові оболонки різних відділів травного тракту, сприяють загоєнню ран.

Флавоноїди надають значний вплив на серцево-судинну систему та склад крові. При підвищеному навантаженні на серцево-судинну систему (стрес, фізична робота) флавоноїди збільшують її стійкість, посилюють кровообіг, забезпечуючи тим самим серцевий м'яз киснем [1, 3, 21].

Важливо також відзначити антиоксидантну дію фенольних сполук. Антиоксидантна активність фенольних сполук пояснюється двома їх особливостями. По-перше, вони пов'язують іони важких металів (утворюючи із нею стійкі комплекси), які є каталізаторами окислювальних процесів. По-друге, фенольні сполуки взаємодіють з високоактивними радикалами,

Розробка хлібобулочних виробів скоригованого хімічного складу є сьогодні одним із напрямків інноваційного розвитку харчових технологій, які нерозривно

пов'язані з пошуком нових добавок, здатних збагачувати продукти есенціальними нутрієнтами та мінорними речовинами різної хімічної природи.

Розширення асортименту хлібобулочних виробів профілактичного призначення можливе за рахунок додаткового введення в рецептури продуктів переробки нетрадиційної рослинної сировини, що дозволить не тільки створити вироби нового покоління, спрямовані на збереження та покращення здоров'я населення, регулювати фізико-хімічні та структурно-механічні властивості напівфабрикатів, але й у продовольчий обіг додаткові сировинні ресурси.

Традиційний процес виробництва хліба можна умовно розділити кілька етапів, які характеризуються певними особливостями [6, 19].

Перший етап – заміс тіста – нетривалий етап, що значною мірою зумовлює процеси дозрівання тіста та якість хліба. На цьому етапі протікають переважно колоїдні процеси, гідратація клейковинних білків, перехід у розчин альбумінів, глобулінів та розчинних вуглеводів. Шляхом адгезії набряклих білків формується безперервна структура тіста, утворюється білковий каркас, що включає нерозчинні компоненти борошна. З внесенням води в тісто починаються гідролітичні та окислювальні процеси під впливом ферментних систем сировини [6, 20].

Поряд із фізико-хімічними та колоїдними процесами при замісі тіста одночасно відбуваються біохімічні процеси, що викликаються дією ферментів борошна та дріжджів (процеси протеолізу, амілолізу, ферментативне розщеплення пентозанів, дія амілазного комплексу дріжджів).

Мікробіологічні процеси, пов'язані з життєдіяльністю дріжджів та кислотоутворюючих бактерій борошна, у процесі замісу тіста ще не встигають досягти інтенсивності, при якій вони могли б відігравати практично відчутну роль.

Другий етап – бродіння тіста, що займає близько 90 % усієї тривалості процесу приготування хліба за традиційною технологією. Протягом цього етапу, який може складатися з однієї, двох та більшої кількості фаз, у хлібопекарських напівфабрикатах протікає цілий ряд біохімічних та мікробіологічних процесів, інтенсивність та спрямованість яких залежить від вихідних властивостей сировини, наявності певної мікрофлори, параметрів навколишнього середовища та інших факторів. Основні

процеси, що протікають при бродінні тіста, пов'язані з життєдіяльністю бродильних організмів – дріжджових грибів та молочнокислих бактерій. Склад мікроорганізмів визначає параметри процесу дозрівання напівфабрикатів хлібопекарського виробництва та зумовлює органолептичні та фізико-хімічні показники якості готових виробів.

Третій етап – випічка хліба, що завершує весь цикл що відбуваються при замісі та бродінні змін властивостей тіста. Денатурація білкових речовин під дією високої температури пічної камери закріплює пористу структуру тіста, що вибродив, а часткова клейстеризація крохмалю призводить до формування пружного м'якуша хліба. У перший період випікання поряд із колоїдними процесами в тістовій заготівлі інтенсивно протікають процеси ферментативного гідролізу вуглеводів, а також життєдіяльності бродильної мікрофлори. Прогрів тестової заготівлі, що випікається, призводить до припинення життєдіяльності бродильної мікрофлори та утворення м'якішу хлібобулочного виробу [6, 8, 25].

Основою сучасного хлібопекарського виробництва є біотехнологія, що базується на досягненнях мікробіології, біохімії, хімічної технології, молекулярної біології, генної інженерії та генетики.

Найважливішою особливістю біотехнологічних процесів є те, що реакції утворення чи руйнування здійснюються за допомогою живих мікроорганізмів, які споживають із довкілля речовини, ростуть, розмножуються, виділяють продукти метаболізму. В основі біотехнології хлібопекарського виробництва лежать реакції обміну речовин, що відбуваються при життєдіяльності дріжджових клітин, молочнокислих бактерій та інших мікроорганізмів в анаеробних умовах.

1.2 Формування антиоксидантних властивостей хлібобулочних виробів та методи їх оцінки

Одним із складових здорового способу життя, який набуває все більшої популярності в сучасному світі, є здорове харчування. Доказово встановлено, що крім есенціальних харчових речовин макронутрієнтів (білків, жирів і вуглеводів) та

мікронутрієнів – вітамінів і мінералів, організму людини для активної життєдіяльності необхідно отримувати харчові волокна, а також міnorні компоненти та біологічно активні речовини їжі – вітамінноподібні сполуки, ін., ізофлавонони, ізофлавоноглікозиди, рослинні стерини та інші. З розвитком науки розширюються знання про різноманітність речовин, необхідні людині. Всі ці речовини в тій чи іншій кількості містяться у природній сировині.

Відкриття радикалів тісно пов'язане з вивченням антиоксидантів – речовин різної хімічної природи, що уповільнюють або запобігають вільнорадикальним процесам окислення, що відбуваються як в організмі людини, так і в харчових продуктах [12, 10, 118]. Дослідження різних антиоксидантів і навіть самих радикалів активно продовжуються. Вважається, що помірне споживання антиоксидантів призводить до профілактики деяких небезпечних хвороб та уповільнення передчасного старіння, що є особливо актуальним у зв'язку з наявністю певних факторів, що негативно впливають на здоров'я людини, у тому числі екологічній обстановці в урбаністичних центрах.

Для того щоб у людини була щоденна можливість заповнити необхідну кількість антиоксидантів в організмі найбільш швидко та якісно, дослідники роблять спроби створення рецептур та технологій нових дієтичних профілактичних харчових продуктів. У світовій практиці технології хлібопекарської промисловості активно досліджують антиоксидантні властивості сортів хлібобулочних виробів, що вже виробляються, і створюють нові з ще більш високою антиоксидантною ємністю [26, 31, 32, 37, 38]. В Україні подібні дослідження набирають обертів, будучи інноваційним напрямом технології харчових продуктів [15, 17, 18, 25, 29, 34, 37, 39, 41].

Для створення хлібобулочних виробів, що мають високу антиоксидантну ємність, насамперед необхідно розуміти механізми дії антиоксидантів. Антиоксиданти – це хімічні сполуки натурального походження або отримані синтетично, які запобігають або помітно уповільнюють реакції окислення в клітинах живих організмів та в середовищах, що містять деякі органічні сполуки (до них

належать: жири, вітаміни та різні полімери) [35]. Антиоксидантна ємність (АОЄ) – це здатність антиоксиданту блокувати («гасити») певний тип або групу радикалів [43].

Окислення в клітинах живих організмів, технологічній сировині, а також у готовій продукції викликається активними формами деяких елементів (кисню, азоту, хлору) та речовин (ліпідів та ін.): радикалами та деякими так званими реактивними молекулами. Реактивні молекули – це молекулярні сполуки, що виникають у результаті хімічних перетворень біорадикалів чи ході природних ферментативних перетворень у біологічних системах. Під терміном "радикал" розуміють атом або молекулу, що має один або кілька неспарених електронів на зовнішній оболонці [12, 19, 25, 28].

Реакції окислення в клітинах живих організмів та в середовищах, що містять деякі органічні сполуки, часто відбуваються за ланцюговим механізмом. Це означає, що активні радикали, що з'являються, які прагнуть відновитися, починають окислювати інші речовини і таким чином в середовищі з'являються нові (вторинні) радикали, потім все повторюється знову і так далі. Ланцюгові реакції можуть бути розгалуженого та нерозгалуженого типів. У цьому слід зазначити, що з ланцюгових розгалужених реакцій окислення характерно збільшення швидкості під час перетворення, тобто явище автокаталізу. Явище автокаталізу спостерігається у процесі перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) [19]. Автокаталіз тут відбувається рахунок проміжних продуктів реакції – гідроперекисей. Тому автокаталіз у цьому випадку можна загальмувати, зруйнувавши каталізатор – гідроперекису без їхнього розпаду на радикали або з утворенням стабільних радикалів.

Оксидативний стрес клітин організму часто є супутником людини, яка живе у великих містах. На виникнення цього відхилення впливають такі чинники [16, 28]: погана екологічна обстановка; неякісне та неповноцінне харчування, викликане, у тому числі, забрудненою та неякісною їжею; стреси, що виникають у людей; деякі ліки та лікувальні процедури; шкідливі звички, у тому числі куріння та алкоголізм; УФ-опромінення та радіація; відсутність профілактики небезпечних захворювань та передчасного старіння.

Поява багатьох смертельних патологій чи ускладнень, які істотно погіршують якість життя, нині вчені пов'язують з окислювальним стресом [39, 46]: ускладнення після мозкового інсульту [13]; розсіяний склероз [23]; ішемічна хвороба серця; цукровий діабет [44]; атеросклероз; інфаркт міокарда; тяжкі запальні захворювання; хвороба Альцгеймера; ускладнення під час серцево-судинних захворювань [33]; захворювання нирок та печінки; ракова пухлина [41]. Оксидативний стрес організму часто пов'язують із передчасним старінням [12] та ін.

На даний час механізми виникнення патологій та перебіг багатьох захворювань ще вивчаються, проводяться дослідження, що дозволяють визначити зв'язок між хворобами та оксидативним стресом.

Отже, організму необхідна система, підтримує вміст антиоксидантів і радикалів необхідному йому рівні, тобто. що створює баланс окислювачів та антиоксидантів. Для боротьби з оксидативним стресом природа створила антиоксидантний захист організму. Щоб не допустити такого перебігу обставин, у живих організмах природою передбачено антиоксидантний захист (АОЗ). Антиоксидантний захист здійснюється за рахунок антиоксидантних ферментів, вітамінів та деяких інших речовин [2, 19, 25, 36, 47].

Можна виділити такі вітаміни, що мають антиокислювальну дію: аскорбінова кислота (вітамін С), вітамін А, вітамін Е і вітамін Р (біофлавоноїди). Також до цього списку можна віднести ще одну групу сполук – провітаміни групи А – каротини, що виробляються рослинами, а тваринами переробляються (особливо Р-каротин) на вітамін А.

Біофлавоноїди – це численна група поліфенольних сполук, об'єднаних за принципом подібності хімічної будови, в основі структури яких лежить вуглецевий дифенілпропановий «скелет» флавонола. До біофлавоноїдів відносять різні сполуки: катехіни, флавонони, ізофлавонони, флавоноли, флавіни, халкони та ін, всі ці сполуки мають подібну біологічну активність. Біофлавоноїди беруть участь в окислювально-відновних процесах організму.

Неспеціалізовані антиоксиданти – це група речовин, що виявляють антиоксидантні властивості, антиоксидантна функція для яких не є основною. До

таких речовин належать деякі амінокислоти, цукру, поліаміни та ін. Антиоксидантні властивості мають різні амінокислоти: пролін, лізин, аргінін, гістидин, цистеїн, триптофан, треонін, метіонін. Найвища антиоксидантна активність при цьому спостерігається у лізіну, що усуває супероксидний аніон-радикал. Деякими дослідниками показано роль проліну при окислювальному стресі в деяких сортів озимої пшениці в умовах посухи [26]. Вивчено здатність проліну утворювати стійкий радикал, інактивувати активний гідроксильний радикал та синглетний кисень, а також обривати реакції із супероксидним аніон-радикалом [1, 6, 10].

Антиоксидантні властивості мають деякі розчинні вуглеводи: маніт, глюкоза, сахароза. Їхня антиоксидантна дія може бути як прямою: перехоплення гідроксильного радикалу манітом, так і непрямим: вплив глюкози та сахарози на індукування антиоксидантних ферментів [9].

У багатьох харчових продуктах містяться різні речовини, що виявляють антиокислювальні властивості – антиоксиданти, і хліб тому не виняток. Антиоксиданти потрапляють у хліб, звичайно ж, завдяки сировині, з якої він виготовляється. Одним із джерел антиоксидантів у хлібові може бути борошно – основний рецептурний компонент. Крім того, джерелом антиоксидантів можуть бути напівфабрикати, на основі яких готують хліб – закваски. Прикладом може бути вітамінна пшенична закваска, при виготовленні якої використовується спеціальний штам дріжджів *Bullera armeniosa*, які здатні синтезувати каротин у борошняному середовищі [7, 13]. В якості потужних джерел антиоксидантів у хлібові можуть виступати різні види нетрадиційної сировини: овочеві пюре, злакові зародки та продукти їх переробки, гречана мука, екстракт зеленого чаю, порошки різних рослин та ін. організму людини речовинами, у тому числі антиоксидантами, а також розробка нових технологій харчових продуктів на основі цієї сировини.

На основі даних літератури можна говорити про вміст у хлібові різних антиоксидантів [26]: фенольних сполук (флавоноїдів та ін), токоферолів і токотрієнолів (вітаміну E), фітинової кислоти (інозитол гексафосфату), відновленого глутатіону, ферменту супероксиддисмутази та ін.

Польськими дослідниками визначалася загальна антиоксидантна ємність деяких видів хліба. Дослідження показали, що вихід борошна безпосередньо впливає з його антиоксидантні властивості, зокрема показники антиоксидантної ємності [46]. Чим більший вихід борошна, тобто чим більша частка периферійних частин входить до складу борошна, тим вища антиоксидантна ємність хліба, виготовленого з цього борошна. Наприклад, давно доведено, що вміст токоферолів і токотрієнолів залежить від процесу помелу і очищення, в якому зовнішній шар зерна видаляється. Залежно від сорту пшеничне борошно містить від 2,2 (борошно вищого ґатунку) до 12,12 (обдирне борошно) мг% вітаміну Е. Житнє борошно містить від 2,2 (сіяне борошно) до 10,2 (оббивне борошно) мг% вітаміну Е. Зміст амінокислот-антиоксидантів у борошні також залежить від її ступеня очищення. Пшеничне борошно містить від 250 (борошно вищого ґатунку) до 390 (обдирне борошно) мг% лізину і від 153 до 180 мг% у тих же сортах відповідно. Вміст цих амінокислот в житньому борошні також підвищується зі зниженням сорту і в цілому приблизно в 6 разів вище, ніж у пшеничному борошні: від 660 в сіяному борошні до 690 мг% в обдирному борошні лізину, а метіоніну – від 230 до 360 мг%. Виявлено, що таких антиоксидантів як вітамін С та вітамін А в борошні не міститься. Вітамін С синтезується в зерні лише за його проростання (наприклад, на четвертий день проростання в зерні вже міститься 166 мкг/г аскорбінової кислоти). Вітамін А, як і в інших рослинах, у пшениці та житі не утворюється, зате у зернових синтезуються каротиноїди. Але розподіл їх, зокрема Р-каротину, у зернівці нерівномірний: основна частина зосереджена в зародку та алеїроновому шарі (0,6 та 0,116 мг% відповідно). А вже після помелу, у пшеничному борошні залишаються лише сліди Р-каротину [30].

В даний час швидкими темпами йдуть дослідження в різних країнах щодо визначення антиоксидантів у харчових продуктах. І все ж таки показники антиоксидантної ємності деяких продуктів вивчені ще не повністю. Для адекватного уявлення про деякі закономірності та виявлення поки що, можливо, не виявлених антиоксидантів у борошні, хлібові та хлібобулочних виробках все ще потрібне масштабне проведення дослідів та накопичення статистичного матеріалу.

З аналізу даних літератури, можна дійти невтішного висновку у тому, що немає єдиної і досить повної класифікації методів визначення антиоксидантної ємності. Розрізняють три типи методів визначення АОЄ, заснованих на таких вимірах [28]: споживання кисню; утворення продуктів окиснення; зв'язування вільних радикалів.

Для оцінки антиоксидантної ємності використовуються 6 способів: визначення концентрації окремого антиокислювального компонента (наприклад, вітаміну Е) або визначення загальної (інтегральної) антиокислювальної активності.

Практично у всіх цих методах застосовується модельна реакція окислення будь-якої сполуки. АОЄ окремої сполуки або суміші оцінюється за впливом антиоксиданту на протікання модельної реакції. Моніторинг кінетики реакції здійснюється на основі даних з поглинання кисню, отриманих способом вимірювання різних характеристик досліджуваного об'єкта – зміни поглинання електромагнітного випромінювання (електрохімічні методи) [10, 11, 22], люмінесценції [29], флуоресценції [27]) [23, 32, 37, 44, 48] та ін.

Методи визначення АОЄ також поділяють на прямі та непрямі методи. Прямі методи ґрунтуються на «гашенні» вільних радикалів, що генеруються в середовищі. До прямих методів відносять [28]: спектрофотометрію, флуориметрію, полярографію, хемілюмінесценцію, газохроматографію, ЕПР-спектроскопію.

До непрямих методів відносять вимірювання різних фізико-хімічних параметрів об'єкта дослідження [23]: визначення загального змісту фенольних сполук, флавоноїдів та ін; аналіз спектрів поглинання; визначення концентрації розчиненого кисню; визначення рН; вимірювання окисно-відновного потенціалу.

У світовій практиці використовуються такі методи визначення антиоксидантів та АОЄ у хлібобулочних виробках [26, 36, 44]:

- спектрофотометричні,
- високоефективна рідинна хроматографія,
- циклічна вольтамперометрія.

Список використовуваних методів визначення АОЄ хлібобулочних виробів постійно поповнюється, що з не лише появою принципово нових методів визначення АОЄ, а й апробацією вже наявних методів на хлібобулочних виробках.

Аналіз опублікованих у літературі даних дозволив дати характеристику існуючих технологій хлібобулочних виробів. Розглянуто нетрадиційні інгредієнти як джерела харчових речовин у рецептурах хлібобулочних виробів, їх роль у забезпеченні життєдіяльності, збереженні та зміцненні здоров'я та зниженні ризику розвитку захворювань. На підставі результатів досліджень українських та зарубіжних авторів дано науково-практичне обґрунтування застосування рослинних джерел харчових та біологічно-активних речовин (у т.ч. борошна кіноа) для коригування харчової цінності хлібобулочних виробів здорового харчування, отриманих з використанням раціонально підібраних технологій.

Огляд літературних джерел дозволив обґрунтувати метод визначення антиоксидантних властивостей хлібобулочних виробів, який було покладено в основу визначення, складання ранжованих значень показників АТЄ хлібобулочних виробів з різними рецептурними компонентами.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, СХЕМА, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Умови проведення дослідження

Дослідження по розробленню технології хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності з використанням борошна кіноа проводились в умовах науково-дослідної лабораторії кафедри харчових технологій Уманського НУС.

2.2 Схема проведення дослідження

Розроблена схема проведення дослідження представлена на рис. 2.1.

2.3 Об'єкти дослідження

В якості об'єктів дослідження відповідно до поставлених завдань нами були використані наступні компоненти: борошно пшеничне (ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне), хлібопекарські дріжджі (ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови), харчова сіль (ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови), питна вода відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10; сонішникова олія рафінована (ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова рафінована виморожен). Цукор (ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови), борошно кіноа (ТУ 10.61.22-044-05604978-2017).

Усі проби рецептурних інгредієнтів надходили з характеристикою, даною фірмою-виробником за показниками кольору, смаку та вологості, що не містили добавок та сторонніх домішок, відповідали вимогам технічної документації.

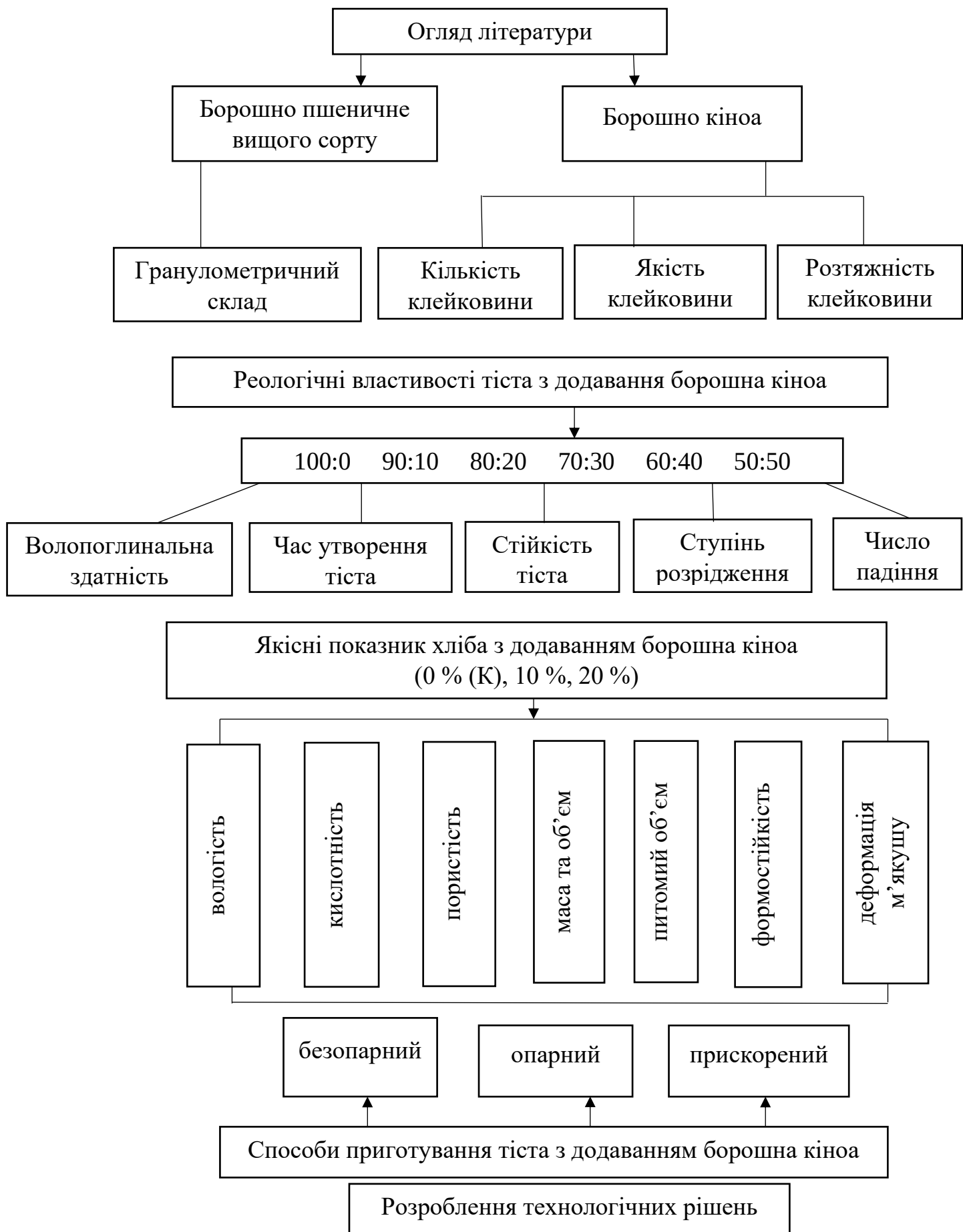


Рис. 2.1 – Схема проведення дослідження

2.4 Методика проведення дослідження

Для проведення дослідження в роботі користувались загальноприйнятими та спеціальними методами аналізу сировини, напівфабрикатів, а також готової продукції, у тому числі хімічні, фізико-хімічні, фізичні та органолептичні методи.

Проводили порівняльну оцінку борошна пшеничного вищого сорту та борошна кіноа. Визначали гранулометричний склад обох видів борошна. також визначали кількість та якість клейковини згідно ДСТУ ISO 21415-2:2009 Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 2. Визначання сирої клейковини механічним способом (ISO 21415-2:2006, IDT).

Тісто з використанням борошна для визначення його реологічних властивостей готували опарним, безопарним та прискореним способом. Співвідношення борошна пшеничного вищого сорту до борошна кіноа було у співвідношеннях– 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50. У пробах тіста визначали водопоглинальну здатність, час утворення тіста, стійкість тіста, ступінь розрідження тіста та число падіння проб борошняних сумішей.

Пробні випічки хліба та визначення якісних показників готових виробів визначали з борошняних сумішей без додавання борошна кіноа (контроль), з додаванням 10 та 20 % борошна кіноа. У готових виробах визначали вологість, кислотність, пористість, масу та об'єм проб, питомий об'єм хліба, формостійкість, деформацію м'якушу.

При проведенні досліджень експерименти проводили у трьох повторностях. Математичну обробку експериментальних даних проводили з використанням програми Matstat. Графічні інтерпретації залежностей, знайдених для обробки експериментальних даних, отримували з допомогою програм Excel, Statistica.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Одним із шляхів удосконалення технології хлібобулочних виробів для здорового харчування є застосування псевдозернової культури кіноа, вибір якої зумовлений її хімічним складом та високою харчовою цінністю.

Зерна кіноа багаті білком (16 %), представленим в основному альбумінами та глобулінами, які характеризуються збалансованим амінокислотним складом. У борошні кіноа порівняно з пшеничним борошном вищого сорту більший вміст лізину (4,8 г/100г білка), метіоніну (2,1 г/100г білка) клітковини, золи, деяких мінеральних речовин, амінокислот та вітамінів, що є передумовою підвищення біологічної цінності хлібобулочних виробів.

Псевдозернова культура кіноа має у складі макро- та мікроелементи. Вміст деяких з них калію (563 мг/100 г), магнію (197 мг/100 г), фосфору (457 мг/100 г), марганцю (2 мг/100г), міді (590 мг/100г) та цинку (3,1 мг/100 г) більше, ніж у борошні пшеничному вищого сорту. Крім того, до складу цієї культури входять такі вітаміни, як тіамін (0,36 мг/100 г), рибофлавін (0,318 мг/100 г) та вітамін В₉ (184 мкг/100 г), які також перевищують вміст у кіноа порівняно з пшеничним борошном.

Сучасні технології помелу пшениці на борошно вищого сорту та виробництво виробів супроводжується значними втратами вітамінів та мікроелементів, тому хлібобулочні вироби з неї потребують збагачення. Цим спричинено необхідність збагачення хімічного складу хлібобулочних виробів. Одним із ефективних шляхів підвищення харчової цінності виробів може бути застосування псевдозернової культури кіноа. Вибір культури кіноа обумовлений її унікальним хімічним складом та високою харчовою цінністю.

3.1 Вплив борошна кіноа на хлібопекарські властивості пшеничного борошна

Для визначення впливу кіноа на хлібопекарські властивості борошна пшеничного вищого сорту використовували борошно пшеничне хлібопекарське вищого сорту за ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне та борошно кіноа, отримане в лабораторних умовах кафедри харчових технологій Уманського НУС.

Дисперсність та гранулометричний склад борошна є важливими показниками якості. Розмір частинок борошна впливає на її хлібопекарські властивості, на фізико-хімічні та органолептичні показники якості та вихід готових хлібобулочних виробів. Проводили визначення гранулометричного складу борошна кіноа.

Кіноа до і після розмелу представлено на рис. 3.1.



Рис. 3.1 – Псевдозернова культура кіноа до та після розмелу.

Визначення гранулометричного складу пшеничного борошна та борошна кіноа проводили з використанням розсівів. Борошно кіноа було отримано в лабораторних умовах шляхом подрібнення псевдозернової культури кіноа. Підрахунок кількості частинок та визначення їх розміру проводили за допомогою програми Flour 32. Для оцінки дисперсності проб пшеничного борошна та борошна кіноа використовували статистичні характеристики частинок, представлені в табл. 3.1 та на рис. 3.2.

Аналіз графічної залежності гранулометричного складу борошна кіноа показав, що найбільший відсотковий вміст загальної кількості частинок було представлено частками розміру від 250 до 310 мкм.

Дисперсність досліджених проб борошна кіноа

Показники	Значення показників	
	борошно кіноа	борошно пшеничне вищого сорту
Середнє значення розміру частинок, мм	0,2350	0,1691
Середньоквадратичне відхилення, мм	0,1291	0,0706
Медіана розподілу, мм	0,2450	0,1625
Коефіцієнт варіації	0,5491	0,4178
Коефіцієнт асиметрії	- 0,1354	0,5434

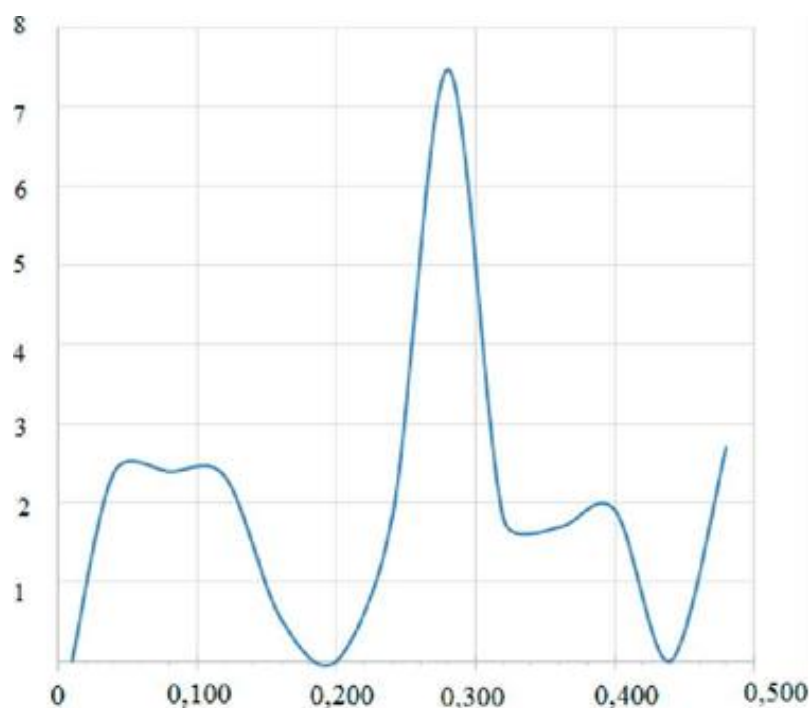


Рис. 3.2 – Гранулометричний склад борошна кіноа

Порівняльна оцінка гранулометричного складу борошна пшеничного хлібопекарського вищого сорту і борошна кіноа показала, що середнє значення розміру частинок лабораторної проби борошна кіноа було значно вищим, ніж у борошна пшеничного.

Для визначення впливу борошна кіноа на властивості клейковини пшеничного борошна на вміст клейковини готували борошняну суміш. Борошно кіноа вносили у

кількості від 5 до 45 % від маси суміші. Результати проведених досліджень представлені на рис. 3.3.



Рис. 3.3 – Вплив борошна кіноа на вміст клейковини в борошняних сумішах

Встановлено, що зі збільшенням вмісту борошна кіноа в суміші кількість клейковини в ній зменшується з 33,4 % (в контрольному зразку) до 19,62 %, тобто на 13,8 %. Мінімальне зниження кількості сирої клейковини спостерігалось у суміші з 5 % борошна кіноа, максимальне зниження спостерігалось у суміші з 45 % борошна кіноа.

Зниження кількості сирої клейковини відбувалося прямо пропорційно збільшенню кількості борошна кіноа в сумішах з пшеничним борошном вищого сорту, що можна пояснити повною відсутністю в кіноа гліадинової та глютенінової фракцій, що утворюють клейковину і призводять до зниження частки клейковини, утвореної білками пшеничного борошна.

Показник якості клейковини визначали на ІДК-1М. Борошно кіноа вносили у кількості від 10 до 45 % від маси суміші. Результати визначення представлені у таблиці 3.2.

Встановлено, що зі збільшенням кількості кіноа у наважці показник ІДК знижується з 82,5 од. пр. (контроль) до 76,5 од. пр., тобто 7,3 %. Ці результати свідчать про незначне зміцнення клейковини.

Зниження показника якості клейковини відбувалося у всіх борошняних сумішах. Ступінь зниження залежала від кількості борошна кіноа в суміші. Ослаблення клейковини у сумішах з пшеничним борошном вищого сорту є результатом зниження

кількості клейковинних білків пшеничного борошна за рахунок заміни білковими речовинами борошна кіноа, не здатними утворювати зв'язаної структури.

Таблиця 3.2

Вплив борошна кіноа на значення показника якості клейковини

Вміст борошна кіноа в суміші, %	Показник якості клейковини, од. пр.
0	83
10	82
20	78
30	79
45	77

Для визначення розтяжності сирої клейковини борошно кіноа додавали в кількості від 5 до 45 % від маси суміші. Результати представлені рис. 3.4.



Рис. 3.4 – Вплив борошна кіноа на розтяжність сирої клейковини

Встановлено, що наявність борошна кіноа в суміші з борошном пшеничним вищого сорту незначно підвищує розтяжність клейковини борошна, середньостатистичні значення розтяжності склали різницю близько 2 см в порівнянні з контролем.

Для дослідження впливу борошна кіноа на реологічні властивості тіста з борошна пшеничного вищого сорту замішували проби тіста зі співвідношенням борошна пшеничного і борошна кіноа в кількості від 100:0 до 50:50. Контролем

служила проба зі 100 % борошна пшеничного вищого сорту. Результати проведених експериментів наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Вплив борошна кіноа на реологічні властивості тіста із суміші з борошном пшеничним хлібопекарським вищого сорту

Показник	Значення показників сумішей за варіантами (співвідношення пшеничного борошна та борошна кіноа)					
	100:0	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50
Водопоглинання (ВПЗ), %	60,3	60,8	61	62,5	63,3	63,5
ВПЗ, % (скоригована на 15,0%)	57,8	58,3	58,5	60	60,8	60,9
Час утворення тіста, хв.	6,9	5,2	4,2	4,0	4,4	4,2
Стійкість, хв.	11,3	5,6	4,0	2,4	1,9	1,8
Ступінь розрідження тіста (через 10 хв. після початку), од.пр.	25	74	119	145	176	180
Ступінь розрідження тіста (через 12 хв. після початку), од. пр.	139	154	178	204	236	240
Показник якості, мм	91	71	57	50	49	47

Водопоглинальна здатність борошняних двокомпонентних сумішей з пшеничного борошна та борошна кіноа представлена на рис. 3.5.

Проведені дослідження показали, що внесення в тісто борошна кіноа впливало на його реологічні властивості.

Збільшення кількості борошна кіноа в борошняній суміші сприяло зниженню показника стабільності тіста на 66,1 %. При цьому часу на його утворення потрібно менше на 15,4 % порівняно з контрольним зразком, консистенція покращилася на 18,4 %.



Рис. 3.5 – Вплив борошна кіноа на водопоглинальну здатність борошняних двокомпонентних сумішей

Водопоглинальна здатність борошняних сумішей незначно збільшилася порівняно з контрольним зразком, що є сприятливим фактором для одержання тіста наперед наміченої консистенції або рідкого тіста, також дана характеристика дозволяє отримувати кращий вихід готової хлібобулочної продукції на підприємстві. Борошно кіноа неоднозначно впливає на реологічні властивості борошняних сумішей. При збільшенні показника розрідження та водопоглинальної здатності спостерігалось зниження показника індексу якості.

Таким чином, борошно кіноа, володіючи високою водопоглинальною здатністю, впливає на збільшення водопоглинальної здібностей сумішей з пшеничного борошна та борошна кіноа, що свідчить про необхідність збільшувати вологість тіста при виробництві хлібобулочних пшеничних виробів з кіноа.

Визначення автолітичної активності (числа падіння) проводили на приладі ПЧП-3. Результати впливу борошна кіноа на проказник автолітичної активності борошняних сумішей за показником ЧП представлені на рис. 3.6.

Встановлено, що автолітична активність борошна пшеничного хлібопекарського вищого сорту зі збільшенням кількості борошна кіноа, що вноситься, зменшується. Так, показник ЧП зростає на 25,5 % при внесенні борошна кіноа в кількості 45 % до маси борошняної суміші.



Рис. 3.6 – Вплив борошна кіноа на показники автолітичної активності борошняних двокомпонентних сумішей

Математична обробка результатів проведених досліджень встановила залежність такого виду:

$$Y_{\text{чп}} = 327,5 + 0,017x + 0,03x^2, \text{ де} \quad (1)$$

$Y_{\text{чп}}$ – показник числа падіння, с

x – вміст борошна кіноа у суміші з пшеничним борошном вищого сорту, %

Внесення борошна кіноа у кількості до 45 % у суміш з пшеничним борошном сприяло підвищенню показника числа падіння, що може бути обумовлено станом вуглеводно-амілазного комплексу борошняної суміші, зокрема, зниженою активністю амілолітичних ферментів та ступенем зруйнованості крохмальних зерен.

Здатність борошна кіноа знижувати автолітичну активність борошняних сумішей з пшеничним борошном може впливати на зміну властивостей тіста і якості хлібобулочних виробів із застосуванням борошна досліджуваної псевдозернової культури, що зумовило проведення подальших досліджень щодо впливу борошна кіноа на властивості тіста і якість хлібобулочних виробів з пшеничного борошна.

Таким чином, встановлено вплив борошна кіноа на хлібопекарські властивості борошняних сумішей з борошном пшеничним хлібопекарським вищого сорту, який полягає в наступному:

– кількість клейковини, що відмивається, зменшується з 33,4 % (у контрольному зразку) до 19,6 %, тобто на 13,8 %, що пов'язано зі зменшенням гліадин-глютенінової фракції білкових речовин борошняної суміші;

- водопоглинальна здатність борошняних сумішей збільшилася на 151 %, порівняно з контрольним зразком, що свідчить про необхідність збільшувати вологість тіста під час виробництва пшеничних хлібобулочних виробів з кіноа;
- показник ІДК клейковини знижується на 6 од. приладу, що призводить до незначного зміцнення каркасу клейковини;
- підвищується показник числа падіння на 85 с, що є наслідком зниження автолітичної активності борошняних сумішей;
- розтяжність клейковини, що відмивається, незначно збільшується, і становить різницю порядку 2 см в порівнянні з контрольним зразком.

3.2 Вплив борошна кіноа на якості хлібобулочних виробів

В роботі досліджували вплив різних дозувань борошна кіноа на властивості хлібобулочних виробів із пшеничного борошна вищого сорту при безопарному способі тістоприготування. Для визначення впливу борошна кіноа на фізико-хімічні показники якості хлібобулочних виробів готували проби хлібобулочних виробів із внесення борошна кіноа у кількості до 20 % маси борошна. Показники якості виготовлених хлібобулочних виробів визначали за методиками, наведеними в розділі 2.

Результати проведених досліджень представлені в табл. 3.4 та на рис. 3.7.

Встановлено, що внесення борошна кіноа у кількості до 20 % до рецептури хлібобулочних виробів із пшеничного борошна вищого сорту впливає на фізико-хімічні показники якості готових виробів. Збільшення дозування борошна кіноа до 20 % до маси борошна в рецептурі підвищує показник питомого об'єму на 0,6 г/см³ і пористості на 5 %. Спостерігається підвищення показника кислотності готових виробів у середньому 0,7 град. Реологічні властивості пшеничних хлібобулочних виробів з додаванням кіноа знижувалися. Так показник загальної деформації м'якушу знизився на 49,5 %, показники пружної та пластичної деформації знизилися на 34,6 % та 55,9 % відповідно. Формостійкість виробів при цьому збільшилася на 26,9 %.

Фізико-хімічні показники якості хлібобулочних виробів з борошном кіноа

Показник якості	Значення показників якості хлібобулочних виробів при внесенні борошна кіноа у кількості (% до маси борошна)		
	0 (к)	10	20
Вологість, %	39,2	40,4	41,4
Кислотність, град	1,2	1,4	1,9
Пористість, %	82	82	77
Маса, г	350	345	355
Об'єм, см ³	1350	1320	1145
Питомий об'єм, г/см ³	3,85	3,83	3,22
Формостійкість, Н/Д	0,26	0,3	0,33
Деформація м'якушу, од. пр.: загальна	93	55	47
пружна	26	19	17
пластична	68	36	30

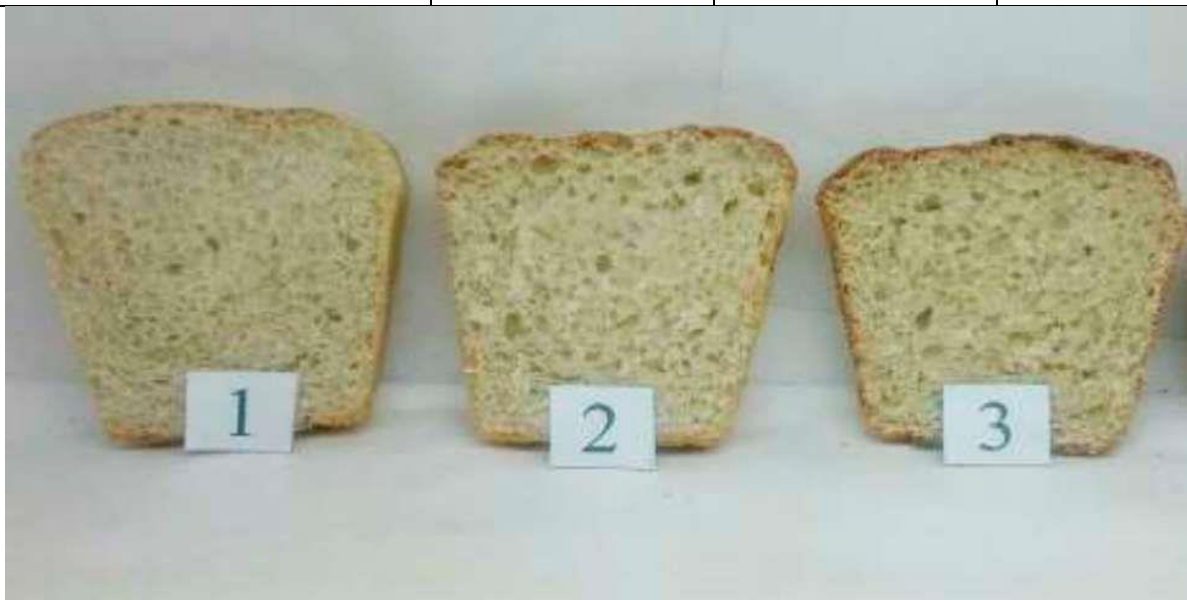


Рис. 3.7 – Проби хлібобулочних виробів із пшеничного борошна вищого сорту в розрізі: 1 – контроль без борошна кіноа, 2 – з внесенням 10 % борошна кіноа, 3 – з внесенням 20 % борошна кіноа

Таким чином, застосування борошна кіноа в суміші з пшеничним борошном вищого сорту призводить до зниження органолептичних та фізико-хімічних показників якості готових виробів, що зумовило проведення подальших досліджень щодо вивчення впливу технологічних факторів на показники якості хлібобулочних виробів з метою їх підвищення.

Форма хлібобулочних виробів відрізняється несуттєво, проби виробів, приготовлених із внесенням кіноа, мали нерівну поверхню кірки. Колір кірки виробів зі збільшенням вмісту в них кіноа змінювався від світло-коричневого до темно-коричневого, забарвлення рівне.

У приготовлених проб спостерігалася середня пористість з великими включеннями, причому більший розмір пор мали проби хлібобулочних виробів з додаванням 20 % борошна кіноа до маси борошняної суміші.

М'якуш усіх досліджуваних проб хлібобулочних виробів був м'який і пружний. Всі проби мали приємний солодкуватий аромат.

Смак зразків хлібобулочних виробів з використанням у рецептурі виробу борошна кіноа відрізнявся приємною кислинкою та солонуватим післясмаком.

Для визначення впливу цукру та олії соняшникової у різних дозуваннях на органолептичні властивості хлібобулочних виробів із пшеничного борошна вищого сорту та борошна кіноа у лабораторії кафедри проводили випічки з внесенням у рецептуру сировини у кількості 3 та 6 % відповідно. Результати досліджень представлені на рисунках 3.8 та 3.9.

Форма всіх проб хлібобулочних виробів характеризувалася як правильна. Пористість досліджуваних проб хлібобулочних виробів відповідала характеристиці – середня, досить рівномірна, проба з додаванням 10 % кіноа мала пори більшого розміру. М'якуш усіх досліджуваних проб був приємний на дотик, пружний і м'який.

Колір кірок хлібобулочних виробів трохи темніє зі збільшенням кількості борошна кіноа в сумішах, проби під номерами 2, 4, 6 мали більш темне забарвлення кірки. Поверхні кірки хлібобулочних виробів не мали розривів та грубих глибоких тріщин.

Всі проби мали приємний аромат свіжого хліба з цікавим пікантним відтінком. Смак у виробів солодкуватий, не нудотний.

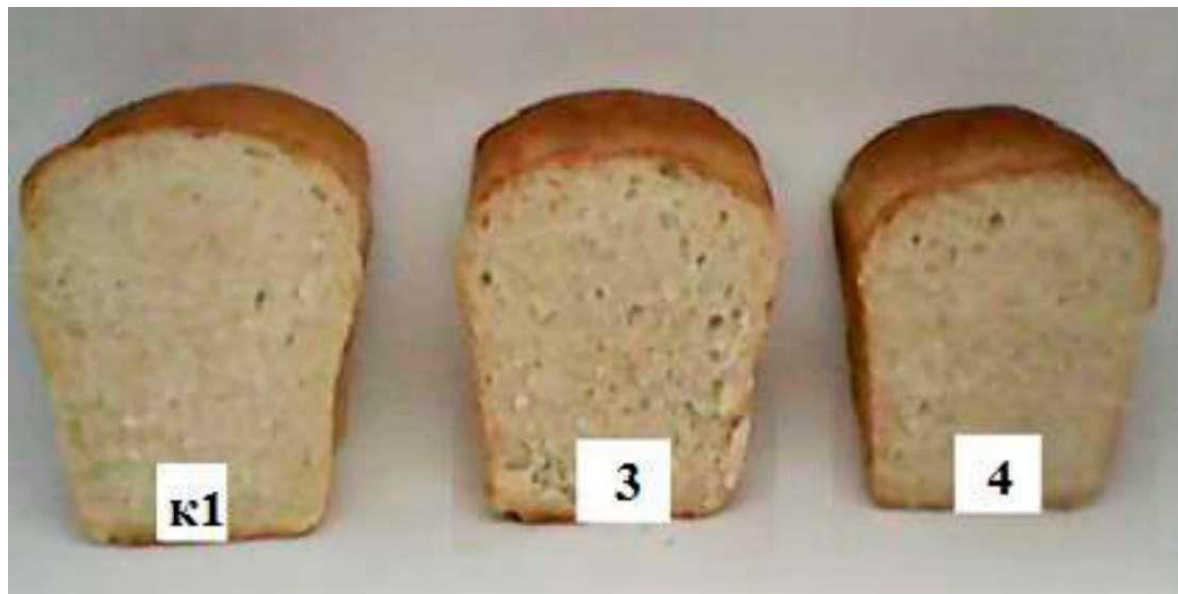


Рис. 3.8 – Проби хлібобулочних виробів з пшеничного борошна вищого сорту, приготованих з додаванням цукру та олії соняшникової в кількості 3 % до маси: K1 – без борошна кіноа; 3 – з додаванням 10 % борошна кіноа; 4 – з додаванням 20 % борошна кіноа

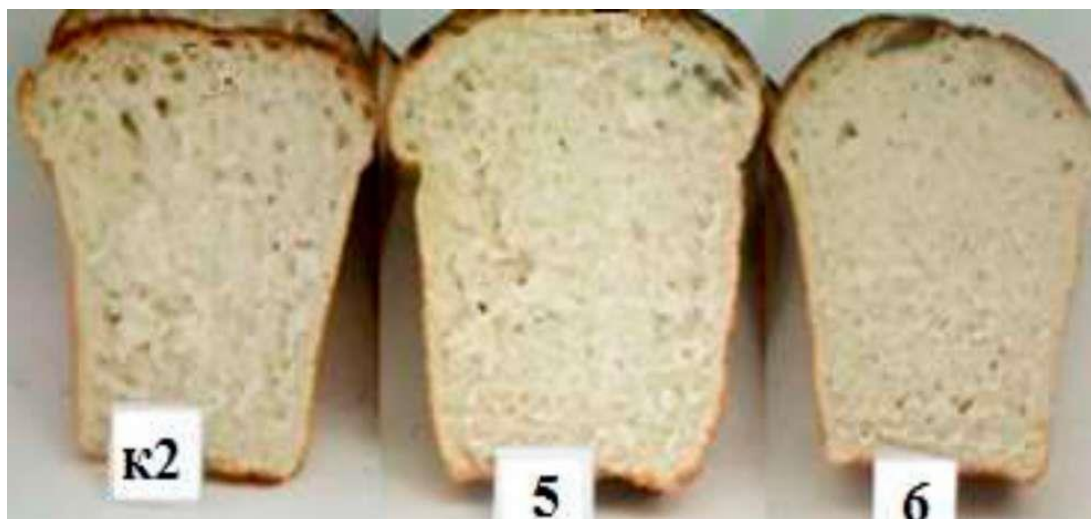


Рис. 3.9 – Проби хлібобулочних виробів з пшеничного борошна вищого сорту, приготованих з додаванням цукру та олії соняшникової в кількості 6 % до маси: K2 – без борошна кіноа; 5 – з додаванням 10 % борошна кіноа; 6 – з додаванням 20 % борошна кіноа

Пористість хлібобулочних виробів характеризувалася як середня та дрібна, контрольний зразок мав великі пори. М'якуш приємний, повітряний, пружний та м'який. Хлібобулочні вироби, приготовані з внесенням борошна кіноа у кількості 10 % до маси борошна, мали вищі характеристики структури пористості.

Колір кірок виробів зі збільшенням вмісту в них борошна кіноа змінювався від світло-коричневого до темно-коричневого, забарвлення рівне. Поверхні кірки всіх зразків мали неглибокі тріщини. Проби хлібобулочних виробів із внесенням борошна кіноа мали солодший насичений смак, характерний здобним виробам.

Проведено бальну порівняльну оцінку показників якості хлібобулочних виробів з додаванням борошна кіноа (рис. 3.10), результати якої дозволили зробити висновок про те, що кращими фізико-хімічними та органолептичними показниками якості мали вироби з використанням борошна кіноа у кількості 10 %, а також цукру та олії соняшникової у кількості 6 % до маси борошна.

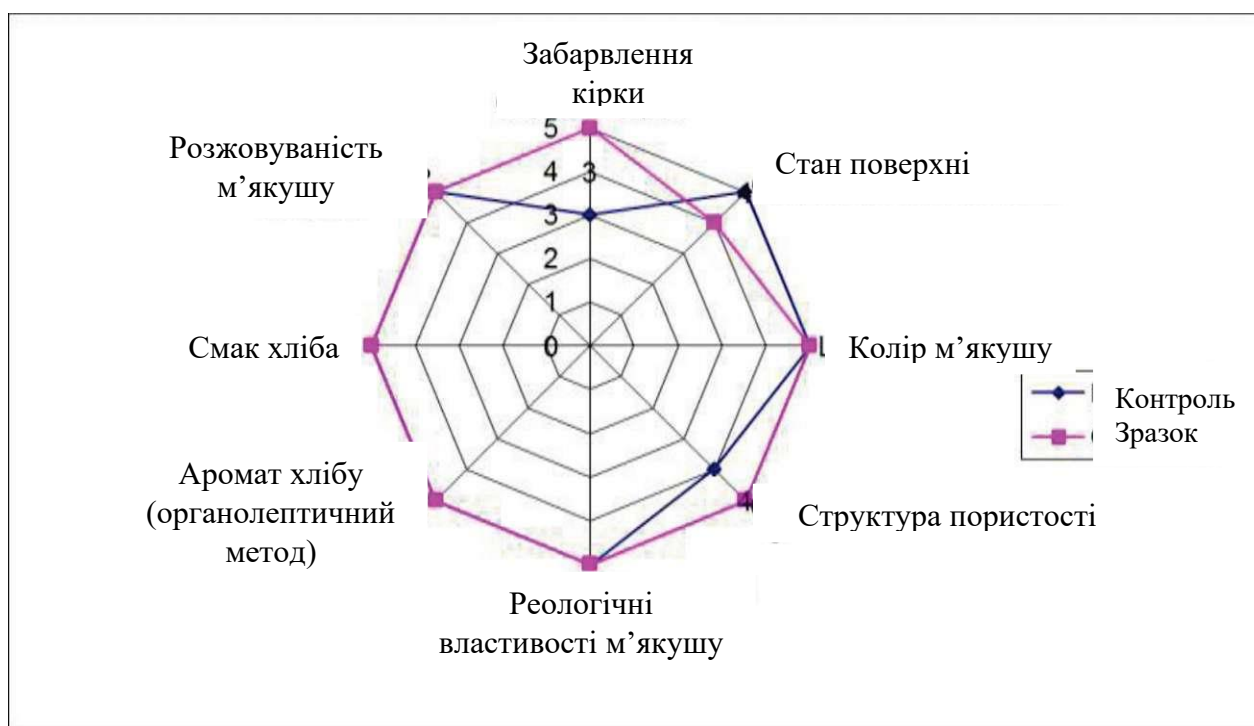


Рис. 3.10 – Діаграма органолептичних показників хлібобулочних виробів: контроль – без борошна кіноа, зразок – з використанням борошна кіноа в кількості 10 % до маси борошна

Розроблені хлібобулочні вироби мали високі органолептичні та фізико-хімічні показники якості. Вологість – 39,0 %, кислотність – 2,9 град, об'єм – 1460 см³,

пористість – 91 %, загальна деформація м'якушу – 142,6 од. пр., пружна деформація м'якушу – 27,4 од. пр. та пластична деформація м'якушу – 115,2 од. пр. Вироби мали високі органолептичні показники якості: стан поверхні, рівномірنا структура пористості, смак і колір.

3.3 Вплив способів приготування тіста на якість хлібобулочних виробів із пшеничного борошна з додаванням борошна кіноа

Для дослідження впливу способу приготування тіста на якість хлібобулочних виробів із пшеничного борошна вищого сорту з додаванням борошна кіноа проводили лабораторні пробні випічки хлібобулочних виробів. Тісто готували безопарним, опарним та прискореним способом за методикою, описаною в розділі 2. Борошно кіноа вносили у кількості 20 % до маси пшеничного борошна. При приготуванні тіста однофазним способом борошно кіноа вносили в тісто. При приготуванні тіста опарним способом 80 % борошна кіноа вносили в опару, а 20 % – в тісто. Результати проведених досліджень представлені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Вплив способу приготування тіста на показники якості хлібобулочних виробів з борошном кіноа

Показник якості	Значення показників якості хлібобулочних виробів, приготовлених різними способами		
	безопарний	опарний	прискорений
Вологість, %	42,3	42,0	41,9
Кислотність, град	1,4	1,5	1,8
Пористість, %	75	89	75
Маса, г	355	360	355
Об'єм, см ³	1145	1350	1320
Питомий об'єм, г/см ³	3,22	3,75	3,72
Формостійкість, Н/Д	0,58	0,64	0,63

Деформація м'якушу, од. пр.: загальна	73	97	65
пружна	22	32	17
пластична	58	76	40

Встановлено вплив способу виготовлення тіста на показники якості хлібобулочних виробів. Показники питомого об'єму та формостійкості хлібобулочних виробів мали найкраще значення при опарному способі приготування тіста. Показник пористості готових хлібобулочних виробів, приготовлених опарним способом, збільшувався на 18,7 % порівняно з аналогічним показником виробів, приготовлених безопарним та прискореним способом.

При приготуванні тіста опарним способом показник загальної деформації м'якушу готових виробів мав значення на 32,9 % вище порівняно з аналогічним показником хлібобулочних виробів, приготовлених безопарним способом, та на 49,2 % – прискореним. Показники пружної та пластичної деформації також мали більш високі значення порівняно з аналогічними показниками проб хлібобулочних виробів, приготованих безопарним та прискореним способами.

Таким чином, високі показники якості хлібобулочних виробів з використанням в рецептурі борошна, одержаного з псевдозернової культури кіноа, забезпечувалися приготуванням тіста опарним способом.

3.4 Технологічне рішення хлібобулочних виробів з борошном кіноа

Проведені результати досліджень покладено в основу технологічних рішень (рис. 3.11) застосування борошна кіноа у хлібопекарському виробництві.



Рис. 3.11– Технологічні рішення застосування спіруліни при виробництві хлібобулочних виробів із пшеничного борошна

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Процес виробництва хліба можна поділити на 5 основних етапів: підготовка сировини; приготування тіста; формування тіста; випічка; охолодження і зберігання хліба.

Формування якості пшеничного хліба. Для приготування пшеничного тіста поширені два способи: безопарний і опарний. При безопарному способі усі компоненти, що входять у рецептуру тіста, в повному обсязі вносять одночасно. У результаті замісу одержують тісто густої консистенції. Розвиток дріжджів у ньому утруднений і тому норма введення дріжджів понад 1,5 % маси борошна. Тривалість процесу бродіння тіста 3–3,5 год. Економічні переваги не можуть компенсувати якість хліба, вона нижча, ніж при опарному способі.

Опарний спосіб здійснюють у два прийоми. Спочатку одержують опару, в яку вводять $\frac{2}{3}$ потрібної за рецептурою води і $\frac{1}{2}$ об'єму борошна. На цій стадії вносять усі дріжджі: їх потрібно 0,75 %. Зменшення кількості дріжджів обумовлюється тим, що опара являє собою рідке середовище і складається з основних видів сировини (борошно + вода + дріжджі), навіть сіль не завжди вносять. Розрізняють опару густу – 60–70 % борошна, вологість 45 %, і рідку – 30 % борошна, вологість 65 %. По закінченні першої стадії вносять залишки борошна, води і всіх інших за рецептурою компонентів. Тривалість бродіння тіста 1–1,5 год.

Опарний спосіб у порівнянні з безопарним забезпечує краще керування процесом готування тіста, тобто дає можливість вибирати найкращі режими і виробляти більш широкий асортимент хлібобулочних виробів. Двофазне зброджування сприяє поліпшенню структури клейковини тіста і дає змогу одержувати хліб з більш розвиненою шпаруватістю та з найбільшим вмістом пахучих і смакових речовин. Хоча опарний спосіб у порівнянні з безопарним вимагає більшої кількості найменувань операцій та більш складного устаткування й веде до більших витрат сухих речовин, якість хліба при цьому підвищується. Загальна тривалість

бродіння на двох стадіях 4,5–6 годин. Узагальнена технологічна схема виробництва хліба опарним способом представлена на рис. 4.1.

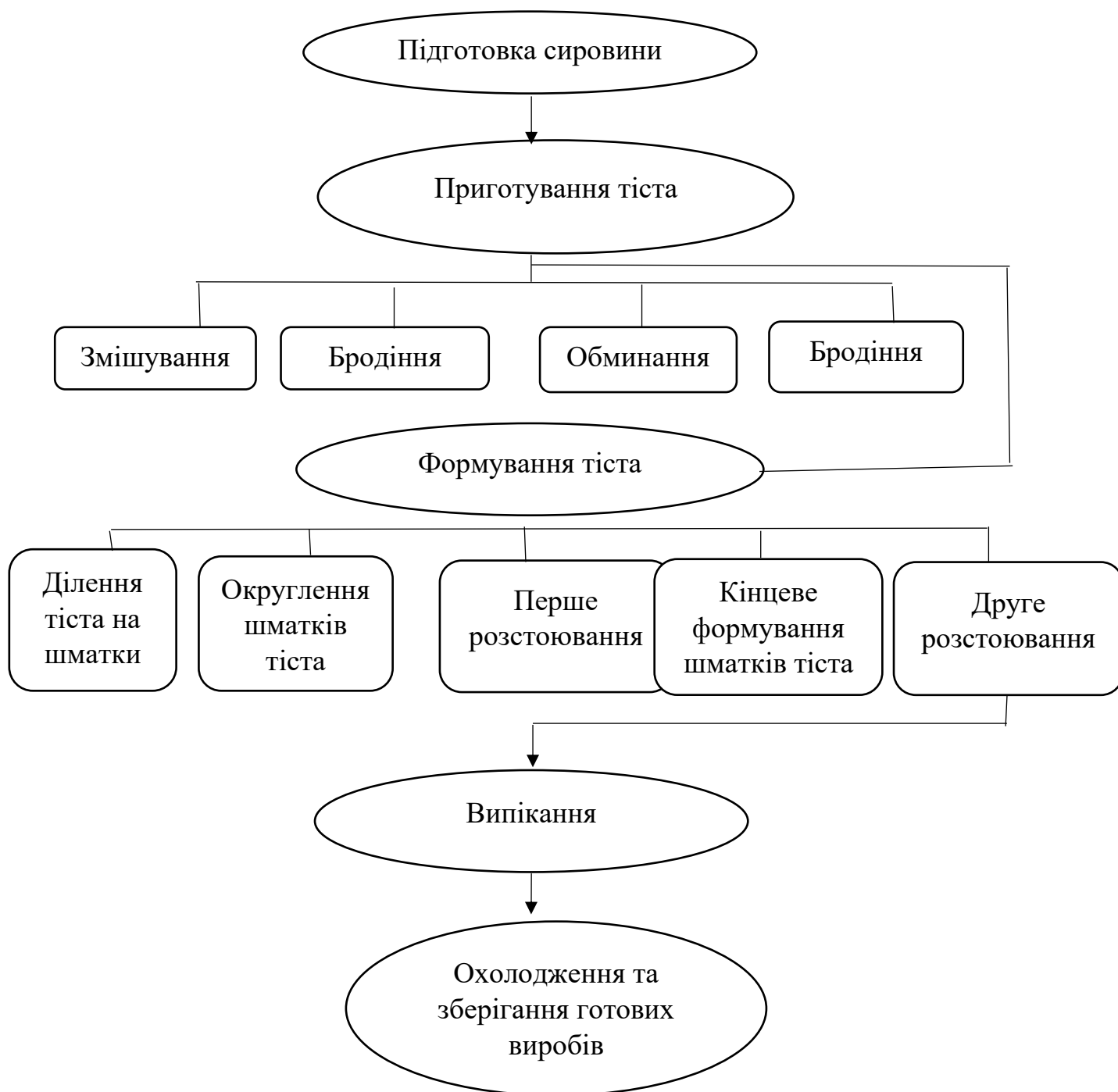


Рис. 4.1 Загальна технологічна схема виробництва хлібобулочних виробів

Підготовка сировини складається з таких стадій: підготовка борошна, виготовлення дріжджової суспензії і приготування розчину солі, підготовка добавок.

Спочатку готують борошно: змішують і просіюють його, відокремлюючи магнітні домішки, нагрівають воду до заданої температури, розчиняють сіль,

фільтрують сольовий розчин та дають йому відстоятися, розчиняють дріжджі у воді, очищають і розтоплюють жири, готують інші добавки.

Приготування тіста включає технологічні операції: заміс опари, її бродіння, заміс тіста, бродіння, обмини тіста. Заміс опари проводять 4–6 хв. до утворення однорідної маси. Тривалість бродіння опари різна: 1,5–3 год.

Потім всі компоненти сировини, що залишилась, дозують згідно з рецептурою та перемішують. Заміс тіста триває 5–8 хв. Під час замісу опари і тіста починається процес бродіння. Дріжджі зброджують моно- і дисахари, що є у борошні, і дисахарид мальтозу, що утворюється при гідролізі крохмалю. Мета бродіння – накопичення в опарі і тісті смакових і ароматичних речовин, а також приведення тіста за такими показниками, як газоутримуюча здатність і фізичні властивості, у стан, що найбільше підходить до проведення розподілу тіста і випічки.

Під час приготування тіста в результаті набухання білкових речовин утворюється губчастий структурний скелет, який складається з плівок та тяжів-джутиків, а в результаті бродіння в тісті утворюється вуглекислий газ, який розпушує цей скелет. Якщо бродіння продовжується, то розпушування відбувається і в середині шматків тіста під час попереднього та остаточного вистоювання, а також на початку випікання (до температури 45 °C).

Оброблення збродженого тіста проводять у такій послідовності: обминають тісто, розділяють його на шматки, надають кожному з них округлої форми, дають тісту вистоятися в стані спокою, а потім формують.

При бродінні опари і тіста проводять обмини, метою яких є переміщення дріжджових клітин до нового місця харчування, крім цього при обминаннях видаляється надлишкова кількість двооксиду вуглецю. Крупні бульби двооксиду вуглецю перетворюються на дрібні, що сприяє утворенню дрібнопористої м'якушки. Цьому також сприяє розтягання клейковинного каркасу тіста, що відбувається під час обминань. Обмини проводять способом короточасного перемішування опари і тіста місильними, агрегатами (1–2 хв). Температура бродіння 28–30°C. Визначення кінця визрівання тіста проводять за титрованою кислотністю.

Тісто, що вибродило, направляється на розподіл, який включає у себе поділ тіста на шматки, маса яких повинна бути на 10–15 % більше, ніж маса готових виробів з урахуванням упікання і усихання на наступних стадіях.

Отримані шматки тіста на округлюючих машинах округлюють до форми шару. Після округлення шматки тіста зразу попадають на попереднє вистоювання – витримка округлених заготовок пшеничного тіста у стані покою 5–8 хв. Цього часу достатньо для розм'якшування у кусках тіста внутрішніх затверділостей, які з'явилися у результаті механічного впливу на тісто при розподілі і округленні (проявлення релаксації).

При вистоюванні шматки тіста збільшуються в об'ємі, покращуються фізичні властивості і структура тіста. Попереднє вистоювання здійснюється зазвичай на стрічкових транспортерах, повз шафи остаточного вистоювання на рівні 2,5–3 м від підлоги, при температурі виробничого приміщення.

При виробництві черневих (подових) круглих і фермових виробів попереднє вистоювання є єдиним і основним, після нього вироби направляються на випічку.

При формуванні складних за формою виробів шматки тіста направляють на формуючі і закатувальні машини. Після придання напівфабрикату потрібної форми його направляють на остаточне вистоювання. Необхідність остаточного вистоювання пов'язана з тим, що при формуванні з заготовок тіста кисень майже повністю витісняється двоокисом вуглецю, порушується пориста структура тіста. Для отримання хліба з гарною пористістю і об'ємним виходом необхідно, щоб заготовки тіста збільшились в об'ємі і здобули рівномірну пористу структуру.

Остаточне вистоювання здійснюється у спеціальних шафах при температурі 35–40 °C і відносній вологості 75–85 %. Для уникнення завітрювання і утворення затверділої скоринки вироби не повинні обдуватися повітрям. Підвищена вологість зберігає поверхню виробів еластичною, тому збільшення об'єму, яке тут має місце за рахунок інтенсивного бродіння, не призводить до розриву поверхні.

Тривалість остаточного вистоювання – 25–120 хв. залежить від рецептури і особливостей технології. Сформовані шматки тіста розкладають на стрічковому

транспортері, де тісто остаточно вистояється, а потім заготовки цим самим транспортером доставляють до печі для випікання.

Випікання. Останньою стадією виробництва хліба є випічка, яка проводиться у хлібопекарських печах різної конструкції. Виріб направляють на випічку, яку проводять при температурі від 200 до 260 °С від 8–12 до 55–60 хв. Режим випічки хліба встановлюються для різних видів виробів залежно від сорту борошна, вологості тіста, маси і форми виробів, способу випічки, параметрів газового середовища пекарської камери і ін.

При підвищенні температури у процесі випікання відбувається термічна денатурація білків та клейстеризація крохмалю. Форма шматків тіста фіксується і вони перетворюються на хліб. Стала форма хліба забезпечується утвореною міцною скориною та гнучкою еластичною м'якушкою

При випіканні хліба завжди мають місце втрати маси тіста. Ці втрати називають упіканням хліба. Кількісно упікання виражають як відношення різниці між масою тіста і гарячого хліба: від 6 до 14 % залежно від різних факторів. Найбільша частка в масі упікання належить волозі – 95 %, решта – спирт, двоокис вуглецю, леткі органічні речовини.

Охолодження. Гарячий хліб потребує обережності, тому що він може зминатися, що погіршує зовнішній вигляд і пористу структуру м'якушки. Тому після випічки хліба перед відправкою у торгову мережу, його передають у хлібосховище для охолодження, і реалізують не раніше, ніж через три години після випічки. Дрібні вироби можна випускати гарячими. У процесі охолодження проходить перерозподіл вологи між різними частинами виробу. Частина вологи йде у навколишнє середовище. Вологість скоринки стабілізується на рівні рівноважної, вологість пластів вирівнюється. У результаті такого вологообміну маса виробів зменшується на 1,5–2,5 % від маси гарячого хліба, цей процес називають усиханням.

При зберіганні хліба проходить обов'язково процес його старіння, за рахунок старіння біополімерів - білка та крохмалю.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз умов праці на робочому місці

На результати виконаної роботи (праці), здоров'я та працездатність працівника впливають елементи виробничого середовища, які є складовими умов праці. Будь-яке робоче місце на практиці повинно відповідати вимогам, які можуть виражатись кількісно і якісно. Основними небезпечним і шкідливими факторами на підприємствах зернопереробної галузі є рухоме обладнання, його незахищені елементи і механізми, пил, шум та вібрація.

Фактор виробничого середовища, який впливає на теплообмін працівника з цим середовищем називають мікрокліматом робочої зони. Згідно ДСН 3.3.6.042-99 допустимі норми мікроклімату робочої зони становлять: температура повітря 15–20°C, ВВП – не вище 75 %, швидкість руху повітря не більше 0,4 м/с.

Ступінь освітлення робочого місця працівників визначається характером виконуваної роботи і санітарними нормами. При недостатності або відсутності природного освітлення на робочому місці встановлюють переносні світильники напругою 12–36 Вт, а також акумуляторні ліхтарі. Рівні шуму на робочих місцях слід контролювати відповідно до ГОСТу 12.1.003 і ГОСТу 17187 не рідше двох разів у рік. Контроль вібрації на робочих місцях здійснюють згідно ГОСТ 12.1–0,12, ГОСТ 13731.

5.2 Розробка заходів з охорони праці

На зернопереробних підприємствах можна застосовувати наступні заходи: для покращення повітря робочої зони використовувати аспіраційну систему вентиляції; забезпечувати контроль за проведенням ремонту електрообладнання та відповідних електровимірювань електроустановок зернопереробних машин та зернонавантажувачів; без зупинення та вимкнення двигуна не допускати випадків

очищення робочих органів і технічного обслуговування машин.

5.3 Пожежна безпека

Протипожежний режим підприємства це комплекс заходів, які повинні бути реалізовані підприємством для забезпечення нормального протипожежного стану підприємства. На кожному підприємстві також повинні бути розроблені та затверджені інструкції з пожежної безпеки, які закріплюють основні положення протипожежного режиму в кожному приміщенні чи на об'єкті підприємства.

5.4 Моделювання виробничих небезпек

Небезпечні умови (НУ) – це умови, за яких існує навіть малоймовірна можливість впливу на людину небезпечного чинника, а небезпечна дія (НД) – дія людини, що не відповідають науково обґрунтованим нормам професійної поведінки. Поєднання усіх зазначених небезпечних умов та вплив небезпечної дії сприяє виникненню надзвичайної ситуації (НС): ураження обслуговуючого персоналу електричним струмом; захват частин тіла незахищеними рухомими частинами обладнання, з послідуємим його травмуванням (Т).

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Підвищення ефективності виробничо-господарської діяльності є провідним завданням кожного господарюючого суб'єкта, підкомплексу, комплексу, галузі, регіону.

В даний час вітчизняні підприємства хлібопекарської галузі постійно стикаються з низьким рівнем матеріально-технічного забезпечення, відсутністю достатніх фінансових і інвестиційних ресурсів, проблемами недосконалості нормативно-законодавчої бази тощо. В цих умовах проблеми підвищення економічної ефективності найповніше вирішуються тими суб'єктами підприємницької діяльності, які раціонально використовують сировинний потенціал свого регіону, його природно-кліматичні особливості та територіальне розміщення.

Трансформація економіки України в сучасних ринкових умовах викликає необхідність формування принципово нових підходів у діяльності хлібопекарських підприємств, оскільки традиційні системи не забезпечують їх ефективного розвитку. Особливості хлібопекарського виробництва вимагають зменшення транспортних, енергетичних та інших витрат, оптимізації шляхів просування продукції, обґрунтованого ціноутворення і т.д.

Необхідно забезпечити умови, при яких будуть ефективніше використовуватись технологічні лінії хлібопекарського виробництва, мінімізуватись витрати праці всіх категорій працівників. Значну увагу слід звернути на те, що хлібопекарські підприємства функціонують в умовах жорсткого державного регулювання, що є суттєвим чинником при формуванні систем ефективної діяльності.

Нижче наведено розрахунки економічного ефекту виробництва розроблених хлібобулочних виробів порівняно з аналогічними виробами без досліджуваних рецептурних інгредієнтів. Розрахунки проведені для хлібопекарського підприємства середньої потужності під час вироблення хлібобулочних виробів 1000 кг/добу, кількість робочих діб становить 320 на рік.

Техніко-економічні показники застосування борошна кіноа, представлені в табл. 6.1. показали ефективність пропонованих технологічних рішень при виробництві хліба з додаванням борошна кіноа, стосовно хліба з пшеничного борошна вищого сорту масою 500 г.

Таблиця 6.1

Техніко-економічні показники виробництва

Найменування показника	Хліб з додаванням борошна кіноа	Хліб з пшеничного борошна вищого сорту
Виробнича програма, т/рік	320	320
Товарна продукція, тис. грн.	11098,77	10006,25
Повна собівартість, тис. грн.	9651,10	8701,08
Прибуток, тис. грн./рік	1447,67	1305,17
Рентабельність, %	15	15
Роздрібна ціна, грн.	48,90	44,09

Використання борошна кіноа рецептурі хлібобулочного виробу з пшеничного борошна вищого сорту масою 500 г зумовлює роздрібну ціну у вигляді 48,90 грн, що на 4 грн. 81 коп. вище за ціну хліба формового пшеничного з борошна вищого сорту. Порівняльна оцінка очікуваного річного прибутку хлібопекарського підприємства середньої потужності при регулярній реалізації виробів показала ефективність у розмірі 142,50 тис. грн. за рівня рентабельності 15 %.

ВИСНОВКИ

Підсумки проведеного дослідження викладено у наступних висновках:

- порівняльна оцінка гранулометричного складу борошна пшеничного хлібопекарського вищого сорту і борошна кіноа показала, що середнє значення розміру частинок лабораторної проби борошна кіноа було значно вищим, ніж у борошна пшеничного;

- кількість клейковини, що відмивається, зменшується з 33,4 % (у контрольному зразку) до 19,6 %, тобто на 13,8 %, що пов'язано зі зменшенням гліадин-глютенінової фракції білкових речовин борошняної суміші; водопоглинальна здатність борошняних сумішей збільшилася на 151 %, порівняно з контрольним зразком, що свідчить про необхідність збільшувати вологість тіста під час виробництва пшеничних хлібобулочних виробів з кіноа; показник ІДК клейковини знижується на 6 од. приладу, що призводить до незначного зміцнення каркасу клейковини; підвищується показник числа падіння на 85 с, що є наслідком зниження автолітичної активності борошняних сумішей; розтяжність клейковини, що відмивається, незначно збільшується, і становить різницю порядку 2 см в порівнянні з контрольним зразком;

- застосування борошна кіноа в суміші з пшеничним борошном вищого сорту призводить до зниження органолептичних та фізико-хімічних показників якості готових виробів;

- кращими за фізико-хімічними та органолептичними показниками якості були вироби з використанням борошна кіноа у кількості 10 %, а також цукру та олії соняшникової у кількості 6 % до маси борошна;

- проведені результати досліджень покладено в основу технологічних рішень застосування борошна кіноа у хлібопекарському виробництві.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою розширення асортименту хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності, з високими показниками якості та споживчими властивостями рекомендувати виробництву керуватись розробленими технологічними рішеннями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мазаракі А.А. Технологія харчових продуктів функціонального призначення. Київ: КНТЕУ. 2012. 1116 с.
2. Черевко О.І. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення. Харків: ХДУХТ. 2017. 591 с.
3. Yatsenko V. M. Financial-economic and innovative support of entrepreneurship development in the spheres of economy, tourism and hotel-restaurant business. Agenda Publishing House, Coventry, United Kingdom. 2017. 619 с.
4. Русавська В.А. Теоретико-практичні підходи до ефективного функціонування ринку готельно-ресторанних послуг: стан, проблеми, тенденції. Київ: Видавництво Ліра. 2018. 420 с.
5. Мазаракі А.А. Збірник рецептур кулінарної продукції і напоїв функціонального призначення. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2013. 772 с.
6. Brovenko T. Food design as the actual direction of the interdisciplinary researches. Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв: наук. журнал, 2018. No2. С. 91–94.
7. Земліна Ю.В. Технологія борошняних страв на основі нетрадиційної сировини. Науковий журнал «Вчені записки» ТНУ ім. В. І. Вернадського. Серія «Технічні науки». Том 30 (69). 2019. No4. С. 77–82.
8. Криворучко М.Ю. Структурно-механічні властивості прісного тіста з борошна пророщеного зерна пшениці. Міжнар. наук.-практ. журн. «Товари і ринки». 2012. No 1. С. 82–88.
9. Михайлик В.С. Технологія та якість печива зі шротами олійних культур. Харчова наука і технологія: науково-виробничий журнал. 2016. No 1. С. 72–77.
10. Кравченко М.Ф., Криворучко М.Ю. Структурно-механічні властивості прісного тіста з борошна пророщеного зерна пшениці. Товари і ринки: міжнародний науково-практичний журнал. 2012. No 1. С. 82–88.

11. Антоненко А.В. Борошно з пророщеного зерна вівса як основа для борошняних кондитерських виробів. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2014. № 46 (1). С. 149–153.
12. Журавська А.А. Новітні технології кондитерських виробів підвищеної харчової цінності. Научные труды SWorld. 2013. № 1. С. 73–77.
13. Довга О.О., Ліфіренко О.С. Удосконалення технології борошняних кулінарних виробів для харчування дітей. Научный взгляд в будущее: международное периодическое научное издание. 2016. № 3. С. 4–11.
14. Антоненко, А., Бровенко, Т., Криворучко, М., Толок, Г., Василенко, О., & Ряднина, Ю. (2023). ТЕХНОЛОГІЯ ЛАВАША З ВИКОРИСТАННЯМ БОРОШНА З КІНОА. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету, 13(2). <https://doi.org/10.31388/sbtsatu.v13i2.418>. 15
15. Грановська, В.Г. Перспектива розвитку органічної продукції в Україні. Економіка АПК. 2017. №4.
16. Іоргачова, К.Г. Хлібобулочні вироби оздоровчого призначення з використанням фітодобавок [Текст]. К.: КПрес, 2015. 464 с.
17. Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://www.organic.com.ua/>
18. Борковський, З. Використання борошна кіноа світлого та фітоекстракту ромашки при виробництві органічного хліба. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 86 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 2-4 квітня 2020 р., м. Київ: НУХТ, 2020. Ч. 1. С. 111.
19. Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E.K., & Gallagher, E. (2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. Food Chemistry, 119(2), 770-778. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.032>
20. Azizi, S., Azizi, M.H, Moogouei, R., & Rajaei, P. (2020). The effect of Quinoa flour and enzymes on the quality of glutenfree bread. Food Sci Nutr, 8(5), 2373-2382. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1527>.

21. Bilgiçli, N., & İbanoğlu, Ş. (2015). Effect of pseudo cereal flours on some physical, chemical and sensory properties of bread. *Journal of Food Science & Technology*, 52, 7525-7529. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1770-y>
22. Chlopicka, J., Pasko, P., Gorinstein, S., Jedryas, A., & Zagrodzki, P. (2012). Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads. *LWT-Food Science and Technology*, 46(2), 548-555. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.11.009>
23. Coțovanu, I., Batariuc, A., & Mironeasa, S. (2020). Characterization of Quinoa Seeds Milling Fractions and Their Effect on the Rheological Properties of Wheat Flour Dough. *Applied Sciences*, 10(20), 7225. <https://doi.org/10.3390/app10207225>
24. Coțovanu, I., Ungureanu-Iuga, M., & Mironeasa, S. (2021). Investigation of Quinoa Seeds Fractions and Their Application in Wheat Bread Production. *Plants (Basel)*, 11(10(10)), 2150. <https://doi.org/10.3390/plants10102150>
25. *Functional Bakery Products: Novel Ingredients and Processing Technology for Personalized Nutrition*. Edited by Weibiao Zhou, Jing Gao. Academic Press publications, 2022. 327.
26. Karpyk, H., Kukhtyn, M., Selskyi, V., Nazarko, I., Pokotylo, O., & Haidamaka, M. (2021). Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 3-7. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9601>
27. Kurek, M.A., & Sokolova, N. (2020). Optimization of bread quality with quinoa flour of different particle size and degree of wheat flour replacement. *Food Sci. Technol*, 40(2). <https://doi.org/10.1590/fst.38318>
28. Lobachova N.L. Udoskonalennia tekhnolohii bezghliutenovykh khlibobulochnykh vyrobiv [Improving the technology of gluten-free bakery products]: monohrafiia. Sumy: Sumskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet, 2015, 214.
29. Makhynko, V.M., & Chernysh, L.M. (2014). Vysokobilkovi dobavky v khlibopechenni [High-protein additives in bread baking.]. *Khranenyie y pererabotka zerna*, 6(183), 57-60.

30. Naofumi, Morita, Chikako, Hirata, Sang, Ha Park, & Toshio, Mitsunaga. (2001). Quinoa Flour as a New Foodstuff for Improving Dough and Bread. *J. Appl. Glyco*, 48(3), 263-270. <https://doi.org/10.5458/jag.48.263>

31. Saliha, Yeşil, & Hacer, Levent. (2022). The influence of fermented buckwheat, quinoa and amaranth flour on glutenfree bread quality. *LWT*, 160, 113301. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113301>

32. Samilyk, M., Demidova, E., Bolgova, N., Savenko, O., & Cherniavska, T. (2022). Development of bread technology with high biological value and increased shelf life. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11(116)), 52-57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255605>

33. Yaver, E., & Bilgiçli, N. (2020). Pseudocereals: Composition, effect on nutrition-health and usage in cereal products. *Food and Health*, 6(1), 41-56.

34. Майбутнє хліба? Хліб майбутнього? [Електронний ресурс]. URL: <https://lesaffre.ua/baking-center-news/maibutne-hliba-hlib-maibutnogo/> (дата звернення: 10.09.2022)

35. Суха Н.А., Дробот В.І. Використання овочевих каротиновмісних порошків при випіканні хлібобулочних виробів. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2009. № 6 (55), С. 35-37.

36. Суха Н.А. Удосконалення технології хлібобулочних виробів, збагачених каротиновмісними овочевими порошками: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01. Київ, 2010. 18 с.

37. Борисенко О.В. Удосконалення технології хлібобулочних виробів, збагачених харчовими волокнами: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01. Київ, 2008. 18 с.

38. Кожевнікова В.О. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням лікарської та пряно-ароматичної сировини: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01. Одеса, 2016. 23 с.

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

40. Удосконалення технології виробництва зернових хлібців за рахунок використання інноваційних інгредієнтів. [Електронний ресурс] URL: http://dspace.ksau.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/4808/Дзюндзя%20Новікова_2020_Конференція_Хліб_Конд_.pdf?sequence=1&isAllowed=y

41. Сімакова О.О., Никифоров Р.П. Розробка новітніх технологій виробів з борошна з заданими властивостями: монографія / Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2018. 146 с.

42. Дробот В.І., Ситник І. Зостера в хлібі. Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2005. №1, С.30-31.

43. Дробот В. Поговоримо про оздоровчі харчові добавки в хлібі та нетрадиційну сировину. Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2005. №12, С.22-24.

44. Панасюк, С. Г., Тараймович, І. (2022). Використання овочево-фруктових порошків як інноваційних інгредієнтів у рецептурі крафтових хлібобулочних виробів. Товарознавчий вісник, 2(15), 49-62. <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2022-16-4>

45. Gluten-Free Ancient Grains Cereals, Pseudocereals, and Legumes: Sustainable, Nutritious, and Health-Promoting Foods for the 21st Century Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition 2017, Pages 131-159.

46. Іуніхіна В., Курцева В., Мельников Іуніхіна Є. Борошно для дитячого й дієтичного харчування. Зерно та хліб. 2001. №3. С. 24.

47. Краєвська С., Стеценко Н. Формування вітчизняного ринку безглютенових харчових продуктів. Товари і ринки. 2018. №4 с. 36-43.

48. Лобачева Н.Л. Технологічні аспекти формування структури виробів з безглютенової борошняної сировини. Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв. 2013. Вип. 140. С. 71-79.

49. Мадзиевская Т., Саванович И., Шункевич Т., Асютина Г., Белая А. Безглютеновые хлебобулочные изделия и смеси в рационе больных целиакией. Наука и инновации. 2012. №9 (115). С.70–72.

50. Марцин Т.О. Використання борошна кіноа у технології безглютенового хлібу. Інновації та тренди : матеріали міжнародної науковопрактичної конференції. Київ. 2016 р. С. 264-266.

51. Сафонова О.М. Наукове обґрунтування та розроблення технологій борошняних кондитерських і хлібопекарських продуктів з використанням нетрадиційної борошняної сировини. дис. ... докт. техн. наук, Київ. НУХТ. 2007.

52. Шаніна О.М., Галясний І.В., Лобачова Н.Л. Обґрунтування складу борошняної сировини в технології безглютенового бездріжджового хліба. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*. 2015. №4 (3) с. 56–60.

53. Дробот В.І., Грищенко А.М., Тесля О.Д. Інноваційні технології дієтичних та оздоровчих хлібобулочних виробів: монографія. Національний університет харчових технологій. Київ. Кондор. 2016. С. 242.

54. Гандзій О. В., Герасимчук О.П. Розроблення технології хлібобулочних виробів з використанням зерен кіноа. Збірник студентських наукових праць інженерно-технологічного факультету Уманського національного університету садівництва. Умань: 2023. С. 127–129.