

**МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет харчових технологій

Кафедра технологій та безпеки харчових продуктів

До захисту допускається  
Завідувач кафедри технологій та  
безпеки харчових продуктів  
\_\_\_\_\_ Самілик М.М.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

за другим рівнем вищої освіти

**на тему: «Удосконалення технології булочок для хот-догів за  
рахунок використання вискобілкових рослинних добавок»**

Виконав: \_\_\_\_\_ Гасевська Н.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Група: \_\_\_\_\_

(Науковий) керівник: \_\_\_\_\_ Самілик М.М.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

**Суми 2025**

## Анотація

Кваліфікаційна робота на здобуття СВО «Магістр» Гасевської Наталії «Удосконалення технології булочок для хот-догів за рахунок використання високобілкових рослинних добавок» містить: 61 сторінка, 5 рисунків, 17 таблиць, 50 джерел посилань.

**Метою даної роботи** є удосконалення технології булочок для хотдогів.

**Об'єкт дослідження** - технологія виготовлення булочок для хот-догів із порошком білої квасолі.

**Предмет дослідження:** хімічний склад порошку білої квасолі; вплив порошку квасолі на харчову цінність булочок.

Запропоновано збагачення булочок білковою добавкою – порошком із білої квасолі. Розроблено рецептури булочок із вмістом 2, 5 та 7% квасолевого порошку.

На підставі органолептичної оцінки встановлено, що оптимальною кількістю добавки є 2 %.

Аналіз фізико-хімічних показників показав, що добавка позитивно впливає на якість тіста та готових булочок. Всі органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники знаходяться в межах норми і відповідають вимогам ДСТУ 4587:2006 Вироби булочні. Загальні технічні умови.

За рахунок добавки в незначній мірі зростає енергетична цінність продукту. Вміст білків збільшується на 3%.

**Ключові слова:** квасолевий порошок, булочки для хот-догів, білки, енергетична цінність, удосконалення складу.

## Abstract

Qualification work for the Master's degree of Higher Educational Institution of Higher Education by Natalia Gasevskaya "**Improvement of hot dog bun technology through the use of high-protein vegetable additives**" contains: 61 pages, 5 figures, 17 tables, 50 references.

The purpose of this work is to improve the technology of hot dog buns.

The object of the study is the technology of making hot dog buns with white bean powder.

Subject of the study: chemical composition of white bean powder; the effect of bean powder on the nutritional value of buns.

The enrichment of buns with a protein additive - white bean powder - is proposed. Recipes for buns with a content of 2, 5 and 7% bean powder have been developed.

Based on the organoleptic evaluation, it was established that the optimal amount of the additive is 2%.

Analysis of physicochemical indicators showed that the additive has a positive effect on the quality of the dough and finished buns. All organoleptic, physicochemical and microbiological indicators are within the normal range and meet the requirements of DSTU 4587:2006 Bakery products. General technical conditions.

Due to the additive, the energy value of the product increases slightly. The protein content increases by 3%.

**Keywords:** bean powder, hot dog buns, proteins, energy value, composition improvement.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	6
<b>РОЗДІЛ I ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ</b>	10
1.1. Бобові як джерело білка	10
1.2. Склад та напрямки застосування квасолі	15
1.3. Позитивний вплив квасолевого екстракту на організм людини	20
1.4. Застосування квасолі у харчовій промисловості	24
Висновки до розділу 1	28
<b>РОЗДІЛ II ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	29
Висновки до розділу 2	36
<b>РОЗДІЛ III РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	34
3.1 Характеристика використовуваної сировини-добавки	34
3.2 Обґрунтування рецептури булочок	36
3.3 Фізико-хімічні показники якості тіста та булочок	40
3.4. Визначення енергетичної цінності страви-аналогу і нової продукції	41
3.5. Визначення енергетичної цінності страви-аналогу і нової продукції	42
3.6. Дослідження мікробіологічних показників якості булочок	43
3.7. Удосконалення апаратурно-технологічної схеми виробництва булочок із квасолевим порошком	44
Висновки до розділу 3	45
<b>РОЗДІЛ IV АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЦТВА БУЛОЧОК</b>	46
Висновки до розділу 4	51
<b>РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОВОГО ЕКОНОМІЧНОГО</b>	52

## **ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ НОВОГО ПРОДУКТУ**

Висновки до розділу 5 54

**ВИСНОВКИ** 55

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ** 56

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Прискорене зростання ринку продуктів рослинного походження зумовило необхідність подальших досліджень нових джерел білка та впливу як традиційних промислових процесів, так і нових технологій на ці джерела. Тому дослідження цих білків має вирішальне значення для з'ясування потенціалу їхніх властивостей, оскільки рослинні білки є сталим та економічно вигідним варіантом порівняно з тваринними білками.

Білки бобових культур, такі як ті, що містяться в квасолі, сочевиці, сої та гороху, відіграють важливу роль не лише як джерела поживних речовин, але й завдяки своїм технофункціональним властивостям, що робить їх цінними для різних промислових застосувань. Ці білки демонструють привабливі технологічні властивості, включаючи добру вологоутримувальну здатність, здатність до піноутворення та емульгуючу активність, характеристики, які позиціонують їх як перспективні інгредієнти для широкого використання в харчовій промисловості. Технофункціональні властивості цих білків підкреслюють їхній потенціал як інноваційних альтернатив для розробки харчових рецептур, а також сприяють сталому розвитку харчового сектору. Розуміння цих властивостей має вирішальне значення для повного вивчення потенціалу бобових культур у різних контекстах, підкреслюючи їхню важливість у сфері технофункціонального застосування.

Високобілкові рослинні добавки корисні для набору м'язової маси, контролю ваги, для веганів та вегетаріанців, а також для підтримки загального здоров'я завдяки вмісту мінералів та вітамінів. Вони допомагають контролювати апетит, забезпечують відчуття ситості та швидко насичують організм, що сприяє досягненню цілей у спорті та схудненні. Добавки на основі рослинних ізолятів, як-от соєвий та гороховий білок, добре засвоюються та є ефективним джерелом білка. Білок необхідний для росту та відновлення м'язів, тому рослинні добавки можуть бути ефективним засобом для спортсменів.

Додавання білка до раціону допомагає контролювати голод, що важливо для схуднення та запобігання переїданню. Рослинні добавки є чудовим джерелом білка для тих, хто не вживає м'ясо, м'ясні продукти, рибу, яйця чи молочні продукти. Веганські білкові продукти добре засвоюються, швидко насичують організм і забезпечують його енергією. Рослинні джерела білка часто містять різноманітні вітаміни, мінерали та клітковину, що сприяє збалансованому харчуванню. Існує широкий вибір смаків рослинних добавок, які можна додавати до різних страв, урізноманітнюючи раціон.

Квасоля, як джерело білка, корисна для здоров'я, оскільки вона забезпечує організм життєво важливими незамінними амінокислотами, які підтримують клітинне оновлення та загальну функціональність. Вона є чудовою альтернативою м'ясу, особливо для вегетаріанців та веганів, а також сприяє зниженню рівня холестерину, стабілізації цукру в крові, покращенню роботи кишечника та зміцненню серцево-судинної системи завдяки високому вмісту клітковини та мінералів.

Квасоля містить білок, який близький за складом до тваринного і містить незамінні амінокислоти (триптофан, лізин, аргінін), необхідні для побудови тканин. Білок квасолі легко засвоюється організмом, що робить її цінним продуктом харчування. Високий вміст білка робить квасолю ідеальним доповненням до вегетаріанського раціону, замінюючи м'ясо та птицю.

Клітковина, якою багата квасоля, покращує роботу кишечника, нормалізує рівень цукру в крові та сприяє виведенню токсинів. Вона містить фолієву кислоту, залізо, магній, калій, кальцій та цинк, які важливі для кровоносної системи, імунної системи та роботи серця.

Вітаміни групи В, вітамін Е та флавоноїди, що містяться в квасолі, діють як антиоксиданти, захищаючи клітини від пошкоджень. Клітковина та магній у складі квасолі допомагають знижувати рівень "поганого" холестерину та сприяють здоров'ю серця.

В представленій роботі запропоновано використовувати порошок білої квасолі у виробництві булочок для хот-догів. Хот-доги популярні через свою

простоту, швидкість приготування, універсальність та зручність як перекус. Вони пропонують класичне поєднання смаків сосиски, булки та різноманітних соусів, а також можливість адаптувати страву під індивідуальні вподобання, що робить їх улюбленою стравою для швидкого харчування в різних умовах. Можливість додати різноманітні начинки, соуси та додаткові інгредієнти дозволяє створити хот-дог на будь-який смак, що робить їх універсальною стравою.

Хот-дог є поживним та ситним перекусом, який зазвичай має доступну ціну, що робить його вигідним варіантом для широкого кола споживачів. Поєднання смаків сосиски, м'якої булки та різноманітних соусів створює класичне та завжди актуальне смакове поєднання, яке подобається багатьом.

Разом з тим, хот-доги шкідливі, тому що містять багато насичених жирів, солі та консервантів, які підвищують ризик серцево-судинних захворювань та інших проблем зі здоров'ям. Вони є висококалорійними стравами, що сприяють набору зайвої ваги.

Таким чином, дослідження щодо можливості покращення біологічної та харчової цінності хот-догів є актуальним. Доцільно дослідити можливість застосування порошку із білої квасолі в якості білкової добавки у виробництві хот-догів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дане дослідження проводилося в межах наукової тематики кафедри технологій та безпеки харчових продуктів «Розробка технологій виробництва харчових продуктів з доданою вартістю на принципах сталого розвитку».

**Мета і задачі дослідження.** Метою даної роботи є удосконалення технології булочок для хотдогів. Додавання квасолевого порошку дозволить покращити склад та поживну цінність булочок, підвищити вміст незамінних амінокислот, харчових волокон, а також надати продукту певний смак.

Для вирішення поставленої мети слід вирішити наступні **задачі**:

- Дослідити хімічний склад та властивості порошку із білої квасолі;

- Розробити рецептуру та технологію булочок із використанням порошку білої квасолі;
- Визначити харчову цінність булочок із використанням порошку білої квасолі;
- Встановити економічну ефективність використання порошку із білої квасолі у виробництві булочок для хот-догів.

**Об'єкт дослідження.** Об'єктом даного дослідження є технологія виготовлення булочок для хот-догів із порошком білої квасолі.

**Предметом дослідження** кваліфікаційної роботи є: хімічний склад порошку білої квасолі; вплив порошку квасолі на харчову цінність булочок.

Науковою новизною одержаних результатів є те, що вперше запропоновано використання порошку білої квасолі у виробництві булочок для хот-догів. На відміну від типової рецептури булочок запропоновано частину пшеничного борошна замінити на порошок білої квасолі. Таке технологічне рішення дозволяє збільшити вміст білків та харчових волокон у булочках, що призводить до покращення їх харчової і біологічної цінності.

## Розділ I ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ

### 1.1. Бобові як джерело білка

В останні десятиліття дефіцит доступних ресурсів, зростання населення та розширення споживання оброблених харчових продуктів тваринного походження зробили сучасну продовольчу систему нестійкою. Країни з високим рівнем доходу перейшли до моделей споживання продуктів харчування, що спричиняє все більшу деградацію навколишнього середовища та виснаження природних ресурсів, зі збільшенням випадків недоїдання через надлишок (ожиріння та неінфекційні захворювання) та через хронічну нестачу їжі. Тому нагальним завданням є перехід до більш здорового та сталого вибору продуктів харчування та переорієнтація виробництва та розподілу продуктів харчування для отримання користі для здоров'я людини та планети.

У цьому відношенні бобові є менш дорогим джерелом поживних речовин для країн з низьким рівнем доходу та сталим здоровішим варіантом, ніж білки тваринного походження в розвинених країнах. Хоча бобові є основою багатьох традиційних страв у всьому світі, а в останні роки вони також використовуються для розробки нових харчових продуктів, їх споживання все ще є обмеженим. Звичайна квасоля, яка є одними з найбільш споживаних бобових у світі, була предметом багатьох досліджень, спрямованих на покращення її харчових властивостей, пошук стратегій для полегшення вирощування в умовах біотичного/абіотичного стресу, збільшення врожайності, зниження вмісту антинутриєнтів та підвищення рівня мікроелементів.

Універсальність бобових може бути ключем до збільшення їх споживання, оскільки це дозволяє включати їх до широкого спектру харчових продуктів, створювати нові рецептури та переосмислювати традиційні рецепти на основі бобових з оптимальними поживними та корисними властивостями.

Високобілкові рослинні добавки, або протеїни, це харчові продукти для спортсменів та вегетаріанців, що отримуються шляхом екстракції білків із рослинної сировини.

Основними джерелами є соя, горох, рис, насіння конопель, гарбузове та соняшникове насіння, які переробляють у порошок для приготування коктейлів або додавання в інші страви.

Джерела рослинного білка:

- **Бобові:** Соя, сочевиця, квасоля, нут, горох.
- **Насіння та горіхи:** Насіння конопель, гарбуза, кунжуту, соняшника, а також мигдаль, волоські горіхи, кеш'ю.
- **Злакові:** Кіноа, овес, рис.
- **Овочі:** Хоча овочі містять менше білка, ніж бобові та насіння, деякі, як спаржа, броколі, шпинат та брюссельська капуста, також є його джерелом.

Популярні види рослинного протеїну:

- **Соевий протеїн:** Отримують із сої, є повноцінним джерелом амінокислот.
- **Гороховий протеїн:** Доступний варіант для людей з алергією на сою.
- **Рисовий протеїн:** Виготовляється з рису, часто комбінується з гороховим протеїном для кращого амінокислотного профілю.
- **Конопляний протеїн:** Містить корисні жири та клітковину.
- **Гарбузовий протеїн:** Багатий на білок, містить антиоксиданти.

Незалежно від виду бобових, заміна пшеничного борошна бобовим значно покращує харчову цінність, збільшуючи вміст білка, мінералів та клітковини в хлібі, а також знижуючи глікемічний індекс. Однак у цьому виді борошна відсутність глютену спричиняє проблеми, пов'язані з технологічними властивостями борошна, тіста та кінцевого продукту через контрастні відмінності між білками, такі як розчинність у воді, відмінності в первинній структурі та розподілі розмірів, властивості, характерні для в'язкопружних властивостей пшеничної глютену.

Додавання білків, що не утворюють глютен, призводить до розрідження та подальшого ослаблення пшеничного тіста. Білки бобових не здатні утворювати глютеніву мережі.

Слабка взаємодія між білками бобових та пшениці знижує в'язкопружність тіста та впливає на включення повітря та утримання газу під час бродіння, що призводить до хліба з поганою структурою та текстурою м'якушки. Тим не менш, збагачення пшеничного борошна бобовими з метою розробки нових здорових харчових продуктів може бути правильною тенденцією.

У зв'язку з екологічною стійкістю сільського господарства, бобові також є джерелом низьковуглецевих та низьководомістких білків. Хліб, виготовлений із сумішей, що містять бобові, має покращений харчовий склад та задовільні технологічні та сенсорні властивості.

Придатність альтернативних культур для виробництва якісного хліба досліджується, зокрема, шляхом вимірювання властивостей їхніх сумішей з пшеницею або іншим борошном. Компоненти тіста (крохмаль, білки та вода) та їх взаємодія відіграють важливу роль як у конформаційній структурі, так і в реологічних властивостях. Для характеристики реології тіста використовується міксограф як емпіричний інструмент для реєстрації механічних змін, спричинених змішуванням та нагріванням, що імітує механічну роботу, а також теплові умови, які можна очікувати в процесі хлібопечення та випікання.

Перевагою використання Mixolab є те, що властивості білків і крохмалю (та пов'язаних з ними ферментів) можна виміряти за один тест. Функціональність глютеніву мережі, що розвивається в результаті змішування, має вирішальне значення для утримання газу та кінцевої структури хліба. Під час расстойки швидкість утворення газу залежить від активності хлібопекарських дріжджів (*Saccharomyces cerevisiae*) та глютеніву мережі.

Серед найбільш широко вивчених рослинних білків соєвий білок є стандартом як для ізольованої, так і для концентрованої форми завдяки своїй високій доступності, високому вмісту білка та сприятливим функціональним властивостям, таким як його водоутримуюча здатність, розчинність та гідрофобність [1].

Ці білки широко використовуються в обробленому м'ясі, рослинних напоях та аналогах м'яса [2]. Нещодавні дослідницькі зусилля розширили горизонти для нових альтернативних рослинних білків [3,4,5] через занепокоєння щодо алергенності, наявності антинутритивних факторів та міркувань щодо впливу на навколишнє середовище та сталого розвитку, пов'язаних з використанням сої [6].

Хоча склад бобових залежить від кількох факторів, таких як вид, сорт, фактори навколишнього середовища та спосіб приготування, їхній харчовий профіль є вражаючим і забезпечує багато переваг. Бобові є чудовим джерелом вітамінів групи В, таких як фолат, тіамін та рибофлавін, а також вітаміну С. Мінерали, включаючи калій, кальцій, магній, цинк, мідь та залізо, присутні в бобових у великих кількостях. Натомість, бобові мають низький вміст натрію, і це бажано, враховуючи останні тенденції, що заохочують зменшення споживання солі. Крім того, бобові багаті на лінолеву та олеїнову кислоти, а також біоактивні сполуки, які мають корисні функціональні властивості [7].

Бобові також є чудовим джерелом білка (20–45% від ваги) та представляють важливі рослинні джерела цього макронутрієнта [8]. Однак якість білка в бобових обмежена низькою концентрацією незамінних сірковмісних амінокислот: метіоніну, цистину та цистеїну, а також триптофану. Цю слабкість можна компенсувати, поєднуючи бобові із зерновими, які містять велику кількість сірковмісних амінокислот. І навпаки, багато зернових мають особливо низький вміст лізину, і найпомітнішою категорією рослинних інгредієнтів, яка може компенсувати цю нестачу, є бобові з високим вмістом лізину, який наближається до рекомендованої добової норми споживання, що міститься лише у 100 г сочевиці або гороху [9].

Наукові дані також підтверджують користь для здоров'я від споживання рослинної дієти та збільшення споживання бобових завдяки їхнім поживним характеристикам. Бобові, якщо їх вживати регулярно, сприяють зниженню ризику смертності завдяки їхній користі проти основних хронічних захворювань: ожиріння, діабету, серцево-судинних захворювань та деяких видів раку [10].

Бобові загалом можуть знижувати ризик серцево-судинних захворювань шляхом покращення артеріального тиску, ліпідного профілю, запалення, метаболізму цукру в крові та маси тіла, а також пропонують харчове рішення для зниження ризику розвитку діабету 2 типу. Дійсно, у раціоні пацієнтів з діабетом бобові допомагають контролювати рівень цукру в крові після їжі, покращують чутливість до інсуліну та глікемічний контроль [11].

Частину користі бобових для здоров'я також можна пояснити низькою кількістю жиру та наявністю різних складних вуглеводів: резистентного крохмалю, геміцелюлози, олігосахаридів, лігніну та харчової розчинної клітковини.

Неперетравлювані вуглеводи бобових можуть проходити незмінними через шлунок і тонкий кишечник, доки не досягнуть товстої кишки, де вони діють як «пребіотики» для корисних бактерій, що там мешкають. Бактеріальна ферментація призводить до утворення коротколанцюгових жирних кислот, які можуть покращити здоров'я товстої кишки, сприяючи розвитку корисного кишкового мікробіому та знижуючи ризик раку товстої кишки [12]. Крім того, повільно перетравлювані вуглеводи, білки та клітковина з бобових можуть посилювати відчуття ситості та, отже, знижувати ризик ожиріння.

Дані Національного обстеження здоров'я та харчування (NHANES) показують, що дорослі, які споживали різноманітні бобові, мали значно меншу масу тіла порівняно з тими, хто не споживав бобові.

Бобові також є невід'ємною частиною багатьох здорових моделей харчування, включаючи середземноморський стиль харчування. Враховано нещодавні відкриття щодо сталого розвитку та впливу цієї моделі харчування

на навколишнє середовище, рекомендували щоденне споживання однієї невеликої порції бобових. Щоденне споживання бобових також рекомендується для інших типів дієт, таких як вегетаріанські та веганські дієти, дієти з низьким глікемічним індексом та дієти для хворих на целиацію.

Акцент на збільшенні споживання бобових також відображений у виданих урядом дієтичних рекомендаціях. За сприяння ФАО близько 100 країн розробили дієтичні рекомендації на основі харчових продуктів [13].

Згідно з оцінкою цих рекомендацій [14], близько 87% з них рекомендують регулярне включення бобових у раціон, але загалом, без конкретного зазначення їхньої харчової цінності чи користі для здоров'я. У рекомендаціях близько 27% країн світу згадується, що бобові є важливими джерелами білка як продукти тваринного походження, і йдеться про користь для здоров'я від зменшення споживання м'яса та заміни його бобовими. Однак лише 15% національних дієтичних рекомендацій посилаються на високий вміст заліза в бобових; а 20% вказують на те, що вони містять багато харчових волокон. Лише у 8% рекомендацій обговорюються такі переваги для здоров'я, як лікування ожиріння та діабету.

## **1.2. Склад та напрямки застосування квасолі**

Квасоля є доступним та економічним джерелом білків, вуглеводів, харчових волокон, вітамінів, мінералів та фенольних сполук. Вона є важливим компонентом вегетаріанської та веганської дієт, як єдиний рослинний продукт, що забезпечує значну кількість незамінної амінокислоти лізину. Крім того, квасоля не містить глютену, що робить її чудовим зміцнювальним інгредієнтом у різних харчових продуктах [15].

Біла квасоля походить з Центральної та Південної Америки і зараз споживається в багатьох частинах світу. Цю харчову культуру також називають білою квасолею, італійською квасолею, квасолею каннелліні, північною квасолею, квасолею блан, кокосовою квасолею та флажолетом.

Як і чорна квасоля, біла квасоля класифікується Продовольчою та сільськогосподарською організацією ООН як суха квасоля.

Згідно з базою даних харчування Міністерства сільського господарства США щодо харчової цінності білої квасолі, нижче наведено дані про приблизний склад, включаючи вміст вуглеводів у 100 г білої квасолі:

- Вода – 58,6 г;
- Калорії – 188 ккал;
- Білок – 9,04 г;
- Загальний вміст ліпідів (жирів) – 6,83 г;
- Вуглеводи – 23,3 г;
- Харчові волокна – 5,9 г;

Згідно з оновленою рекомендованою добовою нормою поживних речовин Управлінням з контролю за продуктами харчування та лікарськими засобами (FDA), 1 склянка білої квасолі забезпечить 33,4% добової норми білків та 38,9% добової норми клітковини, тоді як вміст жиру становить лише 16% добової потреби.

Варто зазначити, що вона не містить холестерину, який вважається шкідливим для кровоносних судин і серця. Таким чином, вона є набагато кращим альтернативним джерелом білків (рослинного білка), ніж м'ясо тварин та багато західних дієт. Деякі з таких дієт містять мало або взагалі не містять клітковини та часто перевантажені жирами.

Білки квасолі характеризуються збалансованим вмістом амінокислот, з високою кількістю проліну, глютамінової кислоти, аргініну, лейцину, триптофану, тирозину, лізину та фенілаланіну [16]. Незважаючи на численні переваги квасолі для здоров'я, такі як зниження факторів ризику серцево-судинних захворювань та сприяння здоров'ю кишкової мікробіоти, квасоля залишається маловивченою бобовою культурою щодо її техніко-функціональних властивостей [17].

Понад 79% жирів у білій квасолі складаються з ненасичених жирних кислот, які вважаються кориснішими за насичені жири. Такий здоровий склад

жирів набагато корисніший, ніж той, що отримується при вживанні більшості продуктів тваринного походження та західних дієт.

Вуглеводи складають основну частину квасолі, в середньому 55%-65% сухої речовини, з полісахаридами як основним інгредієнтом [18] та значним вмістом харчових волокон. Білок квасолі багатий на лізин і бідний на вміст амінокислот, що містять сірку, тоді як білки зернових культур не містять лізину та мають достатній вміст сірчистих амінокислот. Тому поєднання пшеничного борошна з бобовим борошном у високому відсотку забезпечить більш сприятливий баланс між незамінними амінокислотами, допомагаючи подолати проблему недоїдання.

Квасоля є важливим джерелом мінералів, таких як залізо, фосфор, магній, марганець, а також вітамінів А, С, Е, К та РР, вітаміну В та фолієвої кислоти, а також розчинних та нерозчинних харчових волокон, які мають користь для здоров'я [19]. Крім того, темні сорти містять поліфеноли [20].

Згідно з даними бази даних харчування Міністерства сільського господарства США щодо харчової цінності білої квасолі, мінерали, які ви знайдете в 100 г білої квасолі, включають наступне:

- Кальцій – 84 мг;
- Залізо – 3,45 мг;
- Магній – 59 мг;
- Фосфор – 105 мг;
- Калій – 521 мг;
- Натрій – 221 мг;
- Цинк – 1,28 мг;
- Мідь – 0,267 мг;
- Селен – 1,2 мкг.

Примітним фактом щодо харчової цінності білої квасолі є те, що вона багата на вісім мінералів. Вона є гарним джерелом кальцію для вегетаріанців. Хороший запас кальцію потрібен для підтримки здоров'я кісток і зубів, а також структурної міцності тіла.

Біла квасоля також є гарним джерелом магнію – елемента, без якого організм не може обійтися. Магній необхідний для функціонування клітин, тканин і органів.

Звичайно, біла квасоля має високий вміст натрію, що може негативно впливати на кров'яний тиск. Однак вона також містить ще більшу кількість калію, який допомагає знизити кров'яний тиск. Такий баланс калію та натрію в білій квасолі може означати, що вона не матиме негативного впливу на ваш кров'яний тиск та здоров'я серця.

Споживання білої квасолі може захистити від дефіциту заліза, який є найпоширенішою формою дефіциту поживних речовин. Це може знизити ризик анемії, сприяючи здоровому рівню гемоглобіну. Залізо також покращує вашу розумову функцію та підвищує силу та витривалість.

У базі даних Міністерства сільського господарства США з питань харчування білої квасолі наведено такі назви та кількість вітамінів, які містяться у 100 г білої квасолі:

- Тіамін – 0,192 мг;
- Рибофлавін – 0,076 мг;
- Ніацин – 0,229 мг;
- Вітамін В-6 – 0,152 мг;
- Фолат, загальний – 133 мкг;
- Холін, загальний – 60,3 мг;
- Вітамін Е – 3,57 мг;
- Вітамін К – 19,2 мкг.

Окрім основних поживних речовин, біла квасоля містить біоактивні сполуки, до яких належать фенольні кислоти, флавоноїди та таніни. Біологічно активні сполуки відповідають за колір бобових. Це означає, що кольорова квасоля, така як чорна квасоля, містить більше біоактивних сполук, ніж біла квасоля.

*Phaseolus vulgaris L.* (квасоля звичайна) є одним з основних джерел білка та одним із незамінних продуктів харчування для населення у всьому світі.

Середній вміст білка становить 28%, а також усі незамінні амінокислоти; вона багата на лізин, але містить обмежену кількість сірчистих амінокислот — метіоніну та цистеїну [21].

Квасоля найчастіше постачається споживачам у вигляді сухого цільного насіння або консервованого продукту. Під час кип'ятіння крохмальні гранули желатинізуються, а білкові тільця денатуруються всередині клітин сім'ядолі, стаючи їстівними.

Характеристика, модифікація та дослідження використання білкового концентрату білої квасолі звичайної є важливою галуззю досліджень у харчовій промисловості, оскільки він може служити корисним джерелом білка для флекситаріанців, вегетаріанців та веганів.

Концентрат білка білої квасолі продемонстрував унікальні та перспективні функціональні властивості для застосування в харчовій промисловості. Порівняно з ізолятом соєвого білка та концентратом горохового білка, він показав відмінні характеристики своєї вторинної структури, включаючи більшу частку  $\beta$ -листів та більш гнучку конформацію, що може сприяти взаємодії з різними молекулами. Реологічний аналіз концентрату білка білої квасолі показав жорстку гелеву структуру при високих концентраціях білка (понад 20%), що демонструє його потенціал для використання в рецептурах, які вимагають високої механічної міцності та еластичності [22].

Біла квасоля демонструє відповідний харчовий профіль, з високим вмістом білка, крохмалю, багатого на амілозу, та значним рівнем клітковини, що сприяє низькому глікемічному індексу, а також необхідними мінералами. Білки білої квасолі багаті на незамінні амінокислоти, такі як лізин, лейцин та валін, та містять високий рівень глютамінової та аспарагінової кислот, які відіграють ключову роль в утворенні та стабілізації гелів, пін та емульсій.

Високий вміст глобулінів ще більше посилює емульгуючу активність цих білків. Крім того, їхня здатність утримувати воду та олії перевершує таку у комерційних білків, таких як соя та горох, демонструючи сильну

спорідненість з полярними молекулами, що робить їх придатними для таких продуктів, як майонез, соуси та аналоги м'яса. Однак, з білками нативної білої квасолі пов'язані деякі технологічні обмеження, які можна пом'якшити шляхом застосування нових технологій. Результати, представлені в цьому огляді щодо харчового профілю та функціональних властивостей білків білої квасолі, можуть сприяти збільшенню їх використання в харчовій промисловості, а також стимулювати подальші дослідження для подолання їхніх поточних обмежень.

Екстракт білої квасолі містить інгібітори альфа-амілази, зокрема фазеолін, які пригнічують фермент, відповідальний за перетравлення вуглеводів. Цей процес блокує засвоєння складних вуглеводів, що призводить до зменшення кількості споживаних калорій і потенційно сприяє контролю ваги. Переваги включають потенційне зниження маси тіла та покращення метаболічного здоров'я, хоча результати досліджень на людях були неоднозначними, і потрібні додаткові дослідження.

### **1.3. Позитивний вплив квасолевого екстракту на організм людини**

Біла квасоля (*Phaseolus vulgaris L.*), найбільш споживана бобова культура у світі, нещодавно привернула значну увагу завдяки своїм функціональним інгредієнтам [23].

Зокрема, було продемонстровано, що її білок, полісахарид та інші біокомпоненти мають різні переваги для здоров'я, такі як гіпоглікемічна [24] та гіполіпідемічна дія [25], а також відновлення функції кишечника [26]. Виходячи з наявних опублікованих звітів, попередні дослідження біологічної активності білої квасолі в основному зосереджувалися на її окремих компонентах або екстрактах. Крім того, більшість функціональних компонентів цілої білої квасолі є неперетравлюваними та/або не всмоктуються, таким чином уникаючи травлення у верхніх відділах шлунково-кишкового тракту. У цьому контексті вони можуть досягти

кишечника неушкодженими та взаємодіяти з кишковою мікробіотою. На сьогоднішній день спосіб взаємодії між цілою білою квасолею та кишковою мікробіотою та її роль у профілактиці стеатозу печінки, індукованого дієтою, не опубліковані.

Примітно, що було показано, що багато компонентів цільних продуктів мають потенційно синергетичний ефект [27], і спостерігається зростаюча тенденція до споживання цільної білої квасолі.

Екстракт білої квасолі – це популярний нутрицевтик, який часто рекомендують як засіб проти ожиріння. Він пригнічує дію альфа-амілази ( $\alpha$ -амілази) – ферменту, який відіграє вирішальну роль у вуглеводному обміні, каталізуючи гідроліз  $\alpha$ -(1,4) глікозидних зв'язків у крохмалі та інших олігосахаридах тим самим уповільнюючи швидкість перетравлення та всмоктування вуглеводів. Теоретично, такий вплив може мати позитивні наслідки для інших аспектів кардіометаболічного та системного здоров'я.

Біла квасоля (*Phaseolus vulgaris* L.) має три ізоформи інгібіторів  $\alpha$ -амілази —  $\alpha$ -AI1,  $\alpha$ -AI2,  $\alpha$ -AII [28], причому ізоформа  $\alpha$ -AI1, як було показано, пригнічує активність амілази у ссавців.

Структура  $\alpha$ -AI1 являє собою класичну лектинову складку, що не містить  $\alpha$ -спіралей і містить безліч антипаралельних  $\beta$ -листів.  $\alpha$ -AI1 не має здатності зв'язувати вуглеводи через повну відсутність поверхневих петель, що зв'язують вуглеводи, на своїй тривимірній структурі [29]. Оптимально функціонує в діапазоні рН 4,5–5,5 та діапазоні температур 22–37 °С. Було висловлено припущення, що  $\alpha$ -AI1 взаємодіє з панкреатичною  $\alpha$ -амілазою в її активному центрі, конкурентно пригнічуючи її зв'язування з вуглеводами.  $\alpha$ -AI1 може блокувати субстрат-відновлювальний кінець ферменту та перешкоджати несубстрат-відновлювальному кінцю через процес стеричного перешкоджання, впливаючи на всі каталітично компетентні компоненти ферменту [30].

Зараз існує кілька комерційно доступних екстрактів білої квасолі, які, як повідомляється, містять велику кількість інгібіторів  $\alpha$ -амілази, отриманих з

білої квасолі, зазвичай доступних у формі порошку, що дозволяє їх інкапсулювати або включити до напоїв та їжі (для отримання додаткової інформації про приготування цих екстрактів. Ці добавки стверджують, що зменшують всмоктування та перетравлення вуглеводів завдяки своїм інгібуючим властивостям  $\alpha$ -амілази, що має супутній корисний вплив на масу тіла та метаболічний стан.

Нещодавні дослідження [31] свідчать про те, що ефект квасолевого концентрату проти ожиріння може залежати як від дози, так і від тривалості прийому. Автори повідомили про значне зниження маси тіла у самців щурів, які отримували найбільшу дозу квасолевого концентрату (додавання 1,5%) протягом 42 днів. Однак після 70 днів прийому добавок як помірні (додавання 1,0%), так і висока доза показали значне зниження маси тіла порівняно з контрольною групою. І навпаки, низька доза квасолевого концентрату (додавання 0,5%) не вплинула на масу тіла через 42 та 70 днів прийому добавок. Окрім загальної втрати ваги, як помірні, так і високі дози квасолевого концентрату зменшили накопичення жиру в черевній порожнині та покращили ліпідний профіль крові після 70 днів прийому добавок – ефекти, які можуть мати важливі наслідки для метаболічного здоров'я.

Кілька досліджень на людях, які зазвичай проводилися за участю людей з надмірною вагою або ожирінням, вивчали вплив екстрактів білої квасолі на втрату ваги та інші показники складу тіла, при цьому дози добавок зазвичай коливалися від 445 до 3000 мг/добу, тривалість дослідження – від 28 до 84 днів, а розмір вибірки – від 10 до 120 учасників. Більшість досліджень були рандомізованими, подвійними сліпими плацебо-контрольованими дослідженнями, деякі з яких встановлювали щоденне споживання калорій для учасників або доповнювали багатокomпонентну програму схуднення [32]. Середня втрата ваги в обговорюваних дослідженнях на людях становила 2,6 кг та коливалася від 1,8 до 3,5 кг.

Результати досліджень на людях свідчать про те, що екстракт білої квасолі може бути корисною альтернативою або доповненням до традиційних

стратегій схуднення, особливо коли призначаються вищі дози добавок та триваліші періоди їх прийому. Більше того, результати деяких дослідників [33] свідчать про те, що люди з більшим споживанням вуглеводів можуть відчувати більш виражену втрату ваги при вживанні екстрактів білої квасолі, що може бути пов'язано з більшим зниженням засвоєння вуглеводів і, отже, зниженням виходу енергії зі споживаної їжі. У сукупності, порівняно з результатами досліджень на тваринних моделях, результати досліджень на людях представляють більш переконливі аргументи на користь ефекту екстрактів білої квасолі проти ожиріння.

Гематологічні результати останнього дослідження на людях, включаючи кількість еритроцитів, кількість лейкоцитів, кількість тромбоцитів та гемоглобін, суттєво не змінилися при прийомі добавок екстрактів білої квасолі протягом 35 днів, а також суттєво не відрізнялися від показників групи плацебо [34]. Аналогічно, біохімічні параметри сироватки крові, включаючи загальний білок сироватки, альбумін, глюкозу, сечову кислоту та креатинін, не змінилися та залишалися в межах норми для цих маркерів після 35-денного втручання екстрактів білої квасолі у осіб з ожирінням, що демонструє їх безпеку.

Також було доведено, що лектини з екстрактом білої квасолі беруть участь в етіології хвороби Паркінсона [35]. Крім того, вживання сирової або нетермічно обробленої квасолі може призвести до запалення кишечника через взаємодію її лектинів зі слизовою оболонкою тонкого кишечника [36].

Інгібітор амілази екстракту білої квасолі знижує гіперглікемію у діабетичних щурів [37]. Порівняльна оцінка страв, приготованих з сочевиці або екстракту білої квасолі у анемічних щурів, показала, що він надзвичайно покращує біодоступність заліза та його запаси в печінці, ніж сочевиця [38]. Було показано, що неперетравлювані волокна екстракту білої квасолі покращують стан при ранній стадії колоректального раку шляхом модуляції генів сигнальних шляхів у щурів [39].

Також було продемонстровано, що екстракт білої квасолі модулює гени нирок у діабетичних щурів [40]. У всіх досліджених дослідженнях варена квасоля показала найменшу взаємодію та запалення зі слизовою оболонкою кишечника порівняно із сирою [41].

Повідомляється, що деякі біоактивні сполуки, присутні в квасолі, пом'якшують серцево-судинні захворювання, гіпертонію, гіперхолестеринемію та рак.

#### **1.4. Застосування квасолі у харчовій промисловості**

Квасоля є важливим джерелом білка в країнах, що розвиваються. Однак, оскільки населення в останні десятиліття перейшло на дієти західного типу, споживання сушеної квасолі скоротилося. Наприклад, між 1960-ми та 1990-ми роками споживання сушеної квасолі зменшилося на 40% в Індії та на 24% у Мексиці.

Сушена квасоля значною мірою недооцінюється. Згідно з даними NHANES за 1999–2002 року, у будь-який день <8% американців повідомляли про споживання бобових. На жаль, незважаючи на визнання їхньої харчової цінності, уряд США робить відносно мало для заохочення споживання бобових. Фактично, Консультативний комітет з дієтичних рекомендацій (DGAC) 4 зменшив рекомендації щодо споживання бобових та гороху з 3 склянок/тиждень у 2005 році до 1,5 склянок/тиждень у 2010 році .

У Сполучених Штатах спостерігаються значні відмінності у споживанні бобових серед етнічних груп, причому найвищий рівень споживання спостерігається серед латиноамериканців, 25% з яких споживають боби щодня. Споживання також, схоже, залежить від доходу та є вищим при нижчих рівнях доходу, хоча цей зв'язок може певною мірою відображати етнічну приналежність.

Серед чоловіків у США віком  $\geq 20$  років частота споживання бобових протягом 3-денного періоду між 1989 і 1991 роками становила 36,3%, 32,3%

та 25,7% серед тих, хто мав доходи <131%, 131–350% та >350% від федерального рівня бідності відповідно.

Результати подальшого опитування щодо споживання їжі окремими особами 1994–1996 років показали, що 14% американців споживали принаймні один продукт, що містить сушені боби, протягом 2-денного періоду. Не дивно, що споживання сушених бобів серед вегетаріанців вище, ніж серед невегетаріанців, хоча доступні лише обмежені дані. Наприклад, згідно з опитуванням, <1% м'ясоїдів споживали сочевицю або нут принаймні в один день спостереження, тоді як ~10% вегетаріанців це робили.

Квасоля містить низку важливих мікроелементів у раціоні. Згідно з даними NHANES 1999–2002, порівняно з тими, хто не вживає квасолю, ті, хто перебував у четвертому квартилі споживання квасолі (середнє споживання: 277,1 г/день), споживали на 31%, 22%, 13% та 12% більше фолієвої кислоти, заліза, цинку та магнію відповідно.

Квасоля також багата на калій, мінерал, який DGAC визначила як поживну речовину, що викликає занепокоєння. Дорослі чоловіки та жінки в США споживають лише приблизно дві третини та половину рекомендованої добової норми споживання (RDA) для цієї поживної речовини відповідно.

Одна порція квасолі містить від 300 до 400 мг калію, що аналогічно кількості, що міститься в одній порції коров'ячого молока. Цікаво, що DGAC зазначив, що буде важко досягти рекомендованої норми споживання калію без 3 порцій молочних продуктів на день, висновок, який відображає ступінь, до якої бобові не споживаються широко у Сполучених Штатах, оскільки їм не було надано подібної згадки.

Понад 300 мільйонів людей у всьому світі щороку використовують квасолю у своєму щоденному раціоні.

Біла квасоля є важливим компонентом кулінарної традиції Південної Європи, Північної Африки та Близького Сходу. Сушена квасоля використовується в усьому світі в широкому розмаїтті як традиційних, так і інноваційних зручних форматів. Середнє споживання квасолі на душу

населення варіюється залежно від країни та регіону. Наприклад, у Латинській Америці споживання на душу населення на рік становить від 12 до 18 кг [42].

В Африці найбільше споживання квасолі на душу населення спостерігається у західній Кенії та Руанді, де воно оцінюється в 60 кг на рік. Натомість, споживання сушеної квасолі значно нижче в багатьох промислово розвинених країнах, наприклад, у Сполучених Штатах воно становить близько 3 кг на душу населення на рік. Тому необхідні значні освітні зусилля (політика в галузі харчування та кулінарне використання), щоб збільшити споживання на душу населення до рівнів, достатніх для впливу на здоров'я населення та стан навколишнього середовища.

Її водні екстракти знайшли своє відображення в гастрономічних традиціях багатьох цивілізацій цього регіону, і вона використовувалася як загусники та (значною мірою несвідомо) як емульгатори. Ця емульгувальна здатність була підкреслена в нещодавніх дослідженнях [43].

Квасоля може вживатися в поєднанні з іншими культурами, такими як коренеплоди, бульби та злаки. Її можна змішувати із зерновими, такими як сорго, для виробництва хліба, з кукурудзою для отримання суміші екструдатів, а також переробляти на борошно. Квасолю Ліма можна використовувати як загусник у супах, для виробництва печива, мой-мой, суккоташу, білкового ізоляту [44] та білкових фракцій.

Це перспективні харчові інгредієнти, особливо після визначення їхньої функціональності. З квасолі також можна виробляти нативні або окислені крохмалі, і вони можуть бути дуже корисними в харчовій промисловості для задоволення зростаючого попиту на крохмаль [45].

Квасоля демонструє багатообіцяючий потенціал у збагаченні традиційних продуктів харчування [46]. Квасоля також використовувалася як замітник під час виробництва нігерійської ферментованої приправи [47].

Докази показують, що включення достатньої кількості інгредієнтів звичайної квасолі до звичайних продуктів, таких як макарони, хліб або харчові батончики, покращує їх вміст клітковини, білка, фенольних сполук та

глікемічного індексу, не впливаючи суттєво на їх органолептичні властивості [48].

Концентрат білої квасолі можна використовувати у випічці для збільшення вмісту клітковини, білка та поживних речовин, одночасно зменшуючи вміст жиру та знижуючи глікемічний індекс (ГІ) продукту. Він також може служити джерелом білка для рослинної випічки. Біла квасоля може замінити частину або весь жир у таких рецептах, як печиво та мафіни, а екстракт білої квасолі можна додавати до випічки, щоб пригнічувати альфа-амілазу та зменшувати перетравлення крохмалю.

Включення борошна з фундука та білої квасолі до суміші рисового борошна та кукурудзяного крохмалю без глютену досліджували у хлібопеченні з екстремальною вершинною конструкцією суміші.

Результати показали, що вміст клітковини у зразках хліба можна збільшити щонайменше до 3 г/100 г хліба, що дозволило використовувати на етикетці твердження «Джерело клітковини» відповідно до європейського законодавства. Стандартна рецептура хліба без борошна з бобових та горіхів мала найвищий питомий об'єм та найнижчу твердість, але хліб, замінений на 15% Н, мав другий за величиною питомий об'єм та найнижче значення твердості серед усіх зразків хліба з бобових та горіхів [49].

Є повідомлення про пророщену квасолю, отриману в процесі пророщування, яку додавали до хліба, головним чином пшеничного. Ці дослідження довели, що пророщена квасоля може впливати на вміст білка в хлібі та реологічні властивості тіста. Використання цієї добавки також може збільшити об'єм тіста під час бродіння. Перевагою процесу солодження над пророщуванням є позитивні зміни органолептичних характеристик та більша стабільність солоду порівняно з пророщеним насінням [50].

## Висновки до розділу 1

Квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris L.*) є найважливішою бобовою культурою, що використовується для безпосереднього споживання людиною. Дієтологи характеризують квасолю як винятковий харчовий ресурс завдяки високому вмісту білка та поєднанню вуглеводів, харчових волокон і мінералів (особливо заліза та цинку).

Наявність сушеної квасолі з місцевих або глобальних мереж дистрибуції є цінним ресурсом для задоволення глобальних харчових потреб різних верств населення.

Використання звичайної квасолі в харчовій промисловості є перспективною альтернативою для додавання поживних та функціональних інгредієнтів з незначним впливом на загальне сприйняття споживачами. Дослідники оцінюють традиційні та нові технології для розробки функціонально покращених інгредієнтів звичайної квасолі, таких як борошно, білки, крохмальні порошки та фенольні екстракти, які можна було б впровадити як альтернативи функціональним інгредієнтам у харчовій промисловості.

Системи виробництва сухої квасолі забезпечують унікальні переваги, що підтримують сталий розвиток, включаючи низький вуглецевий слід та короткий цикл росту, що сприяє диверсифікації сільськогосподарських культур та інтеграції покривних культур.

Розширення виробництва та споживання сухої квасолі позитивно вплине на стале сільське господарство та численні фактори, що впливають на зміну клімату.

## Розділ II ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Об'єктом** даного дослідження є технологія виготовлення булочок для хот-догів із порошком білої квасолі.

**Предметом** дослідження кваліфікаційної роботи є: хімічний склад порошку білої квасолі; вплив порошку квасолі на харчову цінність булочок.

Дослідження проводилися в СНАУ за наступною схемою (рис.1).

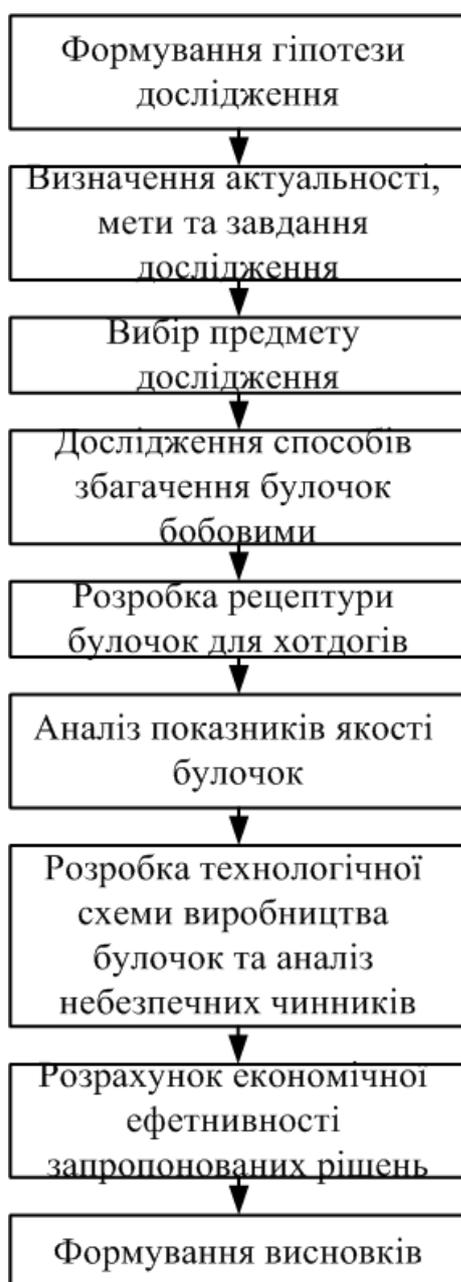


Рис.1. Схема проведення дослідження

В якості сировини використовували наступні інгредієнти (таб.2.1).

Таблиця 2.1– Характеристика продуктів, що використовуються у роботі

Продукт	Нормативний документ, вимогам якого має відповідати якість продукту
Вода питна	ДСТУ7525:2014
Борошно пшеничне	ДСТУ 4111.4-2002
Порошок із білої квасолі	Дієтична добавка «Порошок білої квасолі» Undersun Biomedtech Corp (США)
Сіль кухонна	ДСТУ 3583:2015
Цукор	ДСТУ 4623:2023
Дріжджі сухі	ДСТУ 4657:2006

Процес випікання булочок проходив за основними технологічними етапами: дозування сировини, її змішування, розподіл тіста, бродіння та випікання зразків.



Рис.2. Процес виготовлення булочок

Використовувалися такі інгредієнти: пшеничне борошно білого сорту (тип 650), цукор, 1,5% солі (NaCl), 3% розпушувача *Saccharomyces cerevisiae* (сухі дріжджі), порошок білої квасолі у кількості 2, 5, і 7% та вода, залежно від оптимального значення водопоглинальної здатності борошняних сумішей.

Після дозування інгредієнтів їх змішували протягом 15 хвилин за допомогою побутової тістомісильної машини. Потім отримували зразки тіста по 50 г кожен, які ферментували в камері для бродіння. Параметри ферментації зразків були такими: час 60 хв, відносна вологість 85% та температура 30 °С. Для випікання зразків використовувалася електрична хлібопекарська піч з конвекцією (CASTLE СРЕ-60Н), яка була оснащена системами виробництва пари, вентиляції та зволоження. Параметри випікання зразків булочок були такими: температура 220 °С та час 30 хв.

**Органолептична оцінка.** Булочки, виготовлені за різними рецептурами оцінювали за сенсорними характеристиками за допомогою описової сенсорної оцінки, яку проводили 10 непрофесійних дегустаторів.

Булочки нарізали через 5 годин після випікання та поміщали при кімнатній температурі. Шматочки булочок клали на одноразові тарілки, і їм присвоювали випадкові номери. Учасникам експертизи забезпечували навколишнє середовище та воду для ополіскування перед оцінкою наступного зразка.

#### **Дослідження фізико-хімічних показників.**

*Кислотність булочок визначали арбітражним методом.* М'якушку булочок масою 25 г подрібнювали та розмішували у молочній пляшці об'ємом 500 см<sup>3</sup>. Доливали 250 см<sup>3</sup> дистильованої води кімнатної температури. Пляшку закривали пробкою та струшували 2 хв, а далі відстоювали протягом 10 хв. Повторне струшування проводили протягом 2 хв і відстоювали 8 хв.

Декантат фільтрували. Піпеткою Мора по 50 мл фільтрату переносили в конічні колби місткістю 200–250 см<sup>3</sup> і титрували 0,1 н розчином NaOH. В

якості індекатора застосовували 1-% спиртовий розчин фенолфталеїну. Кислотність хліба  $A_b$  (в град) обчислювали за формулою:

$$A_b = 2 \cdot K \cdot V, \quad (1)$$

де  $K$  – поправочний коефіцієнт до титру 0,1 н розчину луку;

$V$  – об'єм 0,1 н розчину NaOH, мл.

*Вологість булорчок визначали методом висушування.* М'якушку булорчок подрібнювали і зважували. Дві наважки по 5 г з точністю до 0,01 г поміщали в металеві бюкси. Висушували у відкритих бюксах у сушильній шафі СЕШ-3М при температурі 130 °С протягом 45 хв.

Далі бюкси виймали закривали кришками, охолоджували в ексикаторі та зважували. За різницею між масою до і після висушування визначали вологість м'якушки, виражаючи значення у %. За результат приймали середнє арифметичне двох визначень.

Для визначення пористості робили 4 циліндричних виїмки, об'ємом 27 см<sup>3</sup> кожна. Підготовлені виїмки всі разом зважували з точністю до 0,01 г. Пористість розраховували за формулою, %:

$$P = \frac{V - \frac{m}{\rho}}{V} \cdot 100 \quad (2)$$

де  $V$  – загальний обсяг виїмок, см<sup>3</sup>;

$m$  – маса виїмок м'якушки, г;

$\rho$  – щільність безпористої маси м'якуша, кг/м<sup>3</sup>.

Для розрахунку харчової цінності використовували стандартну методику. Дослідним шляхом визначали масову частку білків, жирів, сухих речовин та клітковини.

Масову частку білків в дослідних зразках хліба визначали методом К'ельдаля, жиру – прискореним (рефрактометричним) методом шляхом вилучення жиру з наважки хліба розчинником. Для визначення масової частки

сухих речовин зразки масою 5 г висушували у сушильній шафі при температурі 130°C протягом 45 хв.

Вологість булочок розраховували за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100, \quad (3)$$

де  $m_1$  – маса бюкси з наважкою булочок до висушування, м;

$m_2$  – маса бюкси з наважкою булочок після висушування, г;

$m$  – маса наважки булочок, м.

Вміст клітковини визначали методом Вінда. Масову частку вуглеводів визначали як різницю між вмістом сухих речовин та решти компонентів.

Спочатку розраховували калорійність булочок:

$$K = k_b \times (M_b + M_v) + k_j \times M_j, \quad (4)$$

де  $K$  – калорійність булочок, ккал;

$M_b$  – масова частка білка, г/100 г;

$M_v$  – масова частка вуглеводів, г/100 г;

$M_j$  – масова частка жиру, г/100 г;

$k_b = 4$  – коефіцієнт енергетичної цінності 1 г білка чи 1 г вуглеводів у булочок, ккал/г;

$k_j = 9$  – коефіцієнт енергетичної цінності 1 г жиру у булочках, ккал/г.

Для встановлення харчової цінності використовували наступний перерахунок: 1 ккал = 4,184 кДж

**Мікробіологічне дослідження.** Для мікробіологічного аналізу проби булочок відбирали асептичним способом. 10 г м'якушу булочок подрібнювали в ступці, змішували з 90 мл пептонно-соляного розчину та розливали в чашки Петрі. Додавали поживне середовище дріжжеве (простий,

агаровий з глюкозою  $\approx 20$  мл) та поміщали в термостат на 72 год при температурі 30 °С.

### **Висновки до розділу 2**

1. Розроблена схема проведення досліджень.
2. Підібрано сировину та методики досліджень

## Розділ III РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1 Характеристика використовуваної сировини-добавки

В якості білкової добавки використовували порошок білої квасолі виробництва Undersun Biomedtech Corp (США). Дієтична добавка «Порошок білої квасолі» – це екстракт, виготовлений із насіння рослини з виду *Phaseolus vulgaris*, що належить до бобових трав'янистих ліан.



Рис.3. Порошок із білої квасолі

Екстракт білої квасолі містить природний компонент, який блокує ферменти, що розщеплюють вуглеводи, таким чином зменшуючи їх засвоєння в організмі. Ця властивість робить його популярним для підтримки контролю ваги та зниження глікемічного індексу продуктів.

У його складі переважають білки, жири, вуглеводи та специфічні функціональні речовини з високою біологічною активністю. Серед них особливий інтерес викликають фітогемагглютинін, інгібітори  $\alpha$ -амілази, полісахариди, харчові волокна, флавоноїди, пігменти, а також різноманітні поживні компоненти: вітаміни, мінерали (калій, магній, натрій тощо) і амінокислоти, такі як лізин, лейцин і аргінін. Нерозчинні харчові волокна сприяють зниженню ризику розвитку раку кишечника, тоді як водорозчинні волокна відіграють роль у регулюванні вуглеводного та ліпідного обміну.

Флавоноїди демонструють антибактеріальні, протизапальні, антимутаційні та гіпотензивні властивості, а також сприяють дезінтоксикації організму, покращенню мікроциркуляції та терморегуляції. Пігменти квасолі характеризуються стійкістю до світла і високої температури, а також мають добру кристалічність. Інгібітори амілази ефективно знижують рівень цукру в крові, тоді як інгібітори трипсину та білки мають потенціал пригнічувати розвиток пухлинних клітин. Завдяки таким численним корисним властивостям екстракт білої квасолі широко застосовується у виробництві здорових харчових продуктів і біологічно активних препаратів.

Приблизний хімічний склад квасолі представлено в таблиці 2.

Таблиця 3.1 - Хімічний склад квасолі

Речовина	Вміст, мг
Білок	2215
Залізо	2,0
Цинк	0,9
Кальцій	31
Калій	358
Магній	37
Фолат	115

Джерело: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002916523048931>

Квасоля вирізняється серед продуктів, багатих на білок, своїм високим вмістом вуглеводів і низьким вмістом жирів. Приблизно 3% кілокалорій у квасолі походять з жирів, більшість з яких є ненасиченими.

Враховуючи, що у 100 г квасолевого борошна міститься більше 22 % білків, тоді як в пшеничному борошні лише 10-13%, можна припустити, що заміна частини пшеничного борошна на квасолеву добавку дозволить збільшити кількість білків у готових виробках.

### 3.2 Обґрунтування рецептури булочок

Розроблено рецептуру дослідних зразків булочок. Рецептура булочок розроблялася шляхом підбору інгредієнтів (борошно, дріжджі, молоко, цукор, масло, яйця), визначення їх співвідношення, способу змішування (опарний чи безопарний), вимішування та замішування тіста, а також технології випікання, яка включає час, температуру та наявність додаткових інгредієнтів. Співвідношення інгредієнтів визначає кінцевий результат. Наприклад, для здобних булочок з великою кількістю цукру та масла використовують опарний спосіб замішування, а для слабшого тіста – безопарний. Враховуючи, що у рецептурі міститься цукор, масло та яйця запропоновано опарний спосіб виробництва

Шляхом ряду експериментальних лабораторних досліджень було розроблено 4 основні рецептури, які було апробовано. Частину пшеничного борошна було замінено на 2 % (Зразок 1), 5% (Зразок 2) та 7% (Зразок 3) порошку із білої квасолі.

Рецептура дослідних зразків представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Рецептура дослідних зразків булочок

Назва сировинних компонентів	Кількість сировини			
	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Борошно пшеничне вищого ґатунку	450	441	428	418
Молоко (3,2%)	250	250	250	250
Масло вершкове	30	30	30	30
Порошок із білої квасолі	-	9	22	32
Сіль кухонна	2	2	2	2
Цукор	20	20	20	20
Дріжджі сухі	7	7	7	7
Яйця	50	50	50	50
Разом	809	809	809	809

На підставі органолептичної оцінки, було встановлено раціональну кількість добавки. Результати представлено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Порівняльна характеристика органолептичних показників досліджуваних зразків булочок

Найменування продукту	Частка квасолевого порошку, % до маси борошна	Оцінка продукту по п'яти бальній шкалі				Загальна оцінка
		Зовнішній вигляд	Смак	Запах	Колір	
Контроль	-	5	5	5	5	20
Зразок 1	3	5	5	5	5	20
Зразок 2	5	5	4	5	5	19
Зразок 3	7	4	3	4	5	16

На якість булочок впливають органолептичні показники, такі як форма, колір скоринки та м'якушки, смак, запах, пористість, еластичність та свіжість м'якушки. Ці характеристики оцінюють шляхом візуального огляду, нюху, а також дегустації, щоб визначити відповідність виробу встановленим державним стандартам.

За результатами органолептичної оцінки раціональною кількістю добавки є 3% при цьому зовнішній вигляд, смак, запах та колір булочок практично не відрізняється від контрольного зразка без добавки.

Збільшення кількості добавки до 5% призводить до погіршення смаку, а в разі використання 7% погіршується ще й запах (з'являється запах притаманний бобовим) та зовнішній вигляд. Булочки мають меншу пористість.

Контрольний зразок (аналог) булочок виготовляли за традиційною рецептурою.

Таблиця 3.4 - Аналіз рецептурного складу нового продукту

Назва продуктів	Кількість сировини на 1 кг (шт.) продукції, кг		Вміст, %	Роль у технологічному процесі
	Б	Н		
Борошно пшеничне вищого гатунку	441	441	54,5	Тонкодисперсна структура борошна позитивно впливає на розвиток клейковини та пористість хліба
Молоко (3,2%)	250	250	30,4	Покращує якість булочок, надаючи їм ніжної, м'якої текстури, витонченого смаку та насиченості завдяки вмісту жирів і білків, а також посилює реакцію Майяра, що призводить до утворення привабливої коричневої скоринки.
Масло вершкове	30	30	3,6	Покращує якість булочок, надаючи їм ніжності, вологості, насиченого смаку та рум'яної, блискучої скоринки.
Порошок із білої квасолі	9	9	2	Підвищення вмісту білка
Сіль кухонна	2	2	0,2	Надає певних смакових властивостей

### Закінчення таблиці 3.4

Назва продуктів	Кількість сировини на 1 кг (шт.) продукції, кг		Вміст, %	Роль у технологічному процесі
	Б	Н		
Цукор	20	20	2,5	Надає певних смакових властивостей
Дріжджі сухі	7	7	0,8	Дозволяють отримати пористу структуру булочок
Яйця	55	50	6	Покращують якість булочок, надаючи їм пухкість (через здатність затримувати повітря), ніжність і вологість (завдяки воді у складі), а також апетитний вигляд (завдяки кольору жовтка та блиску поверхні після змащування)
Разом	814	809	100	

Аналіз рецептурних компонентів показав, що всі вони виконують певну функцію у формуванні конкретних смако-ароматичних та фізико-хімічних властивостей.

Зазвичай свіжість є першим визначальним фактором прийняття хлібобулочних виробів, що охоплює належний смак, запах і текстуру. Сприйняття смаку пов'язане з ароматом під час травлення.

Смак – це головна характеристика прийняття хлібобулочних виробів. Під час процесів бродіння та випікання за смак відповідають леткі та нелеткі сполуки, такі як спирти, ефіри та гетероциклічні сполуки. Додавання порошку

із квасолі порушує гармонійність їх смаку. Тому збільшення кількості добавки не рекомендується. Прийнятною є 2% добавки.

У скоринці булочок ароматичні сполуки утворюються внаслідок реакції Майяра в процесі випікання. Кількість утворених летких сполук залежить від параметрів температури бродіння, часу бродіння та кількості дріжджів.

Механічні властивості м'якушки визначають сприйняття споживачем якості хлібобулочних виробів. Хрустка текстура пов'язана з низьким рівнем вологості та активністю води. Коли клейковина та крохмальні матриці затвердівають у склоподібному стані, вони роблять булочки більш схильними до розтріскування.

### 3.3 Фізико-хімічні показники якості тіста та булочок

Проаналізовано вплив квасолевого борошна на якість тіста. Результати представлено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Фізико-хімічні показники тіста

Найменування показників	Результати дослідження		
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Масова частка вологи, %	53,0	54,0	54,5
Кислотність, град			
- початкова	3,3	3,4	3,5
- кінцева	4,9	4,9	5,0
Тривалість бродіння, хв	180	180	170

Аналіз якості тіста показав, що незначна кількість добавки борошна із квасолі позитивно впливає на його якість. Квасоля містить органічні кислоти, такі як яблучна та лимонна, що свідчить про певний рівень кислотності в її складі.

При зростанні кількості добавки зростає кислотність тіста, як наслідок – знижується тривалість бродіння.

Також було досліджено фізико-хімічні показники якості булочок. Оскільки оптимальною кількістю добавки було визнано 2%, було проаналізовано лише зразок 1. Результати представлено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Фізико-хімічні показники булочок

	Нормативне значення	Результати дослідження
Вологість м'якушки, %	34-44	40
Кислотність м'якушки, град, не більше	3,5-4	3,6
Пористість м'якушки, %	65-68	65
Масова частка цукру (за сахарозою) в перерахунку на суху речовину, %	Залежить від рецептури	3
Масова частка жиру в перерахунку на суху речовину, %		8

Результати показали, що при додаванні квасолевого порошку вологість, кислотність та пористість м'якушки знаходиться в межах допустимої норми. Булочки містять не велику кількість цукру, проте, досить високу жирність, що впливає на їх калорійність.

### **3.5. Визначення енергетичної цінності страви-аналогу і нової продукції**

Розрахунок енергетичної цінності булочок представлено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Енергетична цінність булочок для хот-догів

Найменування показників	Булочки виготовлені за традиційною рецептурою	Булочки із додаванням квасолі
Білки, г/100 г	12	15
Жири, г/100 г	7	8
Вуглеводи, г/100 г	61	59
Енергетична цінність, ккал	364	368

Таким чином, встановлено, що при додаванні 2% квасолевого борошна практично не змінюється енергетична цінність булочок, проте, на 3% зростає вміст білків у них.

### 3.6. Дослідження мікробіологічних показників якості булочок

Результати мікробіологічного аналізу булочок із додаванням квасолевого порошку представлено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Мікробіологічні показники булочок із квасолевим порошком

Найменування показників	Нормативне значення	Результати дослідження
Кількість мезофільних аеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше ніж	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$
Плісеневі гриби, КУО в 1г, не більше ніж	$1,0 \cdot 10^2$	не виявлено

Додавання квасолевого порошку не має негативного впливу на мікробіологічний склад булочок.

### 3.7. Удосконалення апаратурно-технологічної схеми виробництва булочок із квасолевим порошком

Схема виготовлення булочок із квасолевим порошком представлена на рисунку 4.

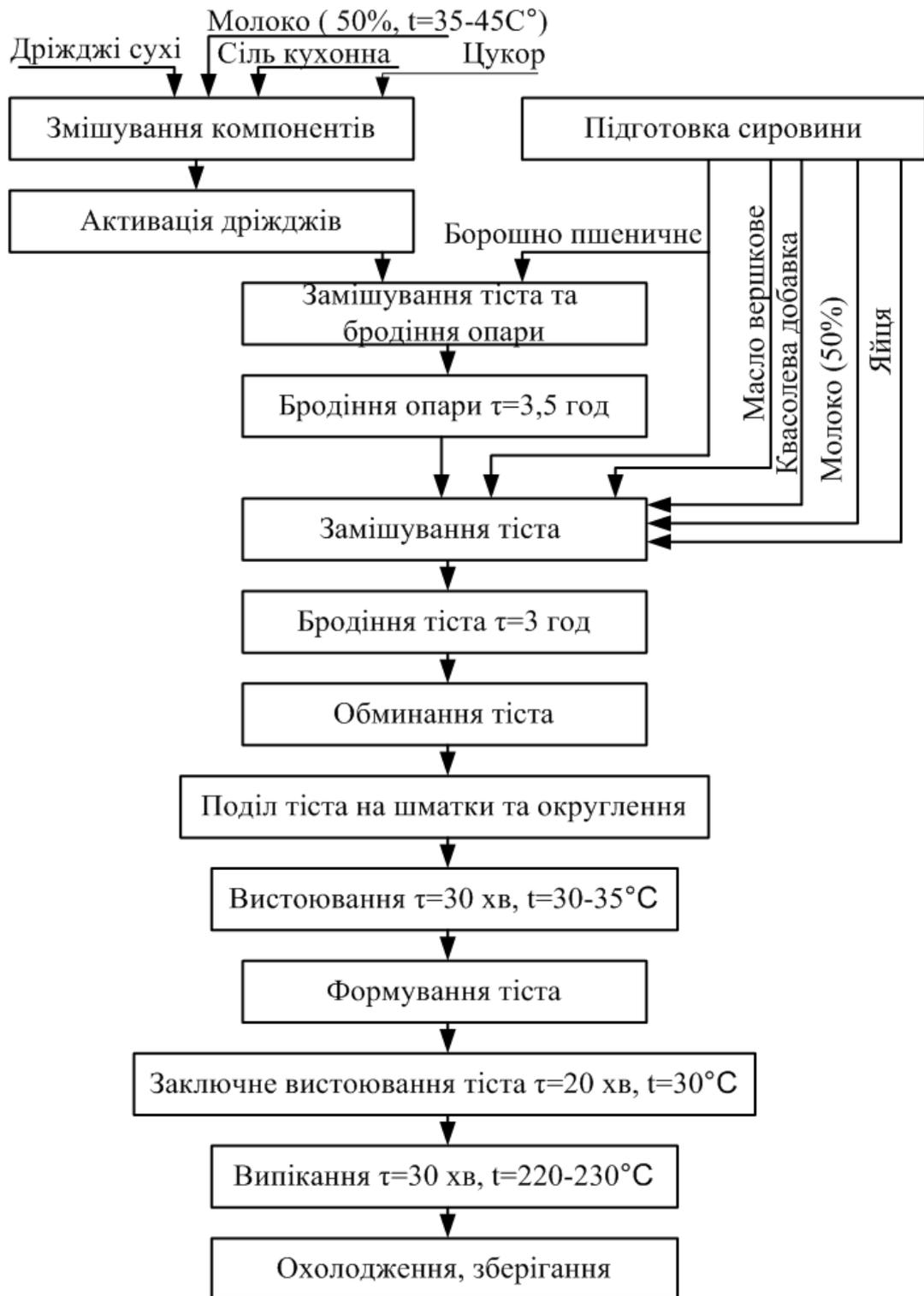


Рис. 4. Технологічна схема булочок із квасолевим порошком

Всі компоненти ретельно готуються до використання. Сипучі матеріали (борошно, цукор, сіль) просіюються і змішуються із 50% молока, передбаченого рецептурою. Після розчинення сипучих компонентів у розчин вносяться дріжджі, ретельно перемішуються і активуються. В активовану дріжджеву суспензію додається борошно пшеничне. При замішуванні утворюється опара. Бродіння опари здійснюється протягом 3,5 годин.

У зброджену опару вноситься решта сировинних компонентів: розтоплене масло, квасолевий порошок, молоко та яйця. Тісто добре вимішується і залишається в теплому місті для бродіння. Тривалість бродіння становить 3 години. Виброджене тісто обминається, ділиться на частинки масою 50 г та округлюється. Тривалість вистоювання тістових заготовок 30 хв при температурі 30-35°C.

Після вистоювання тістові заготовки додатково формуються у потрібну форму та вистоюються протягом 20 хв. Випікання булочок здійснюється протягом 30 хв при температурі 220-230 °C.

### **Висновки до розділу 3**

3. Розроблена рецептура булочок із додавання квасолевого порошку. Встановлено, що раціональна кількість добавки становить 2%.
4. Доведено, що квасолевий порошок позитивно впливає на фізико-хімічні показники тіста та булочок.
5. Встановлено, що енергетична цінність булочок змінюється в незначній мірі, але вміст білків у готових виробах зростає на 3%.
6. Добавка не має негативного впливу на мікробіологічний склад булочок.
7. Розроблено технологічну схему виробництва булочок із квасолевим порошком опарним способом.

## Розділ IV АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЦТВА БУЛОЧОК

Враховуючи всі показники якості та фактори ризику, які виникають при виробництві булочок, підготовлено опис удосконаленого продукту (таб.4.1).

Таблиця 4.1 - Опис розробленого продукту

Назва продукту	Булочка для хот-догів «Квасолька»
Документ, відповідно з яким виготовлена продукція	ДСТУ 4587:2006 Вироби булочні. Загальні технічні умови
Сировина	Борошно пшеничне вищого сорту, квасолевий порошок, цукор, сіль, молоко, дріжджі сухі, масло вершкове
Характеристики продукту важливі для його безпеки	<p>Вологість м'якушки - 40 %</p> <p>Кислотність м'якушки – 3,6 град;</p> <p>Пористість м'якушки - 65%;</p> <p>Масова частка цукру (за сахарозою) в перерахунку на суху речовину -3 %;</p> <p>Масова частка жиру в перерахунку на суху речовину -8 %</p> <p style="text-align: center;">Токсичні елементи:</p> <p>Свинець – 0,35 мг/кг;</p> <p>Миш'як – 0,15 мг/кг;</p> <p>Кадмій – 0,07 мг/кг;</p> <p>Ртуть – 0,015 мг/кг.</p> <p style="text-align: center;">Пестициди:</p> <p>Гексахлорциклогексан (α, β, φ ізомери) – 0,5 мг/кг;</p>

Продовження таблиці 4.1

	<p>Ртутьорганічні пестициди – не допускається;</p> <p>2, 4 – Д кислота, її солі, ефіри – не допускається;</p> <p>ДДТ та його метаболіти – 0,02 мг/кг;</p> <p>Гексахлорбензол – 0,01 мг/кг.</p> <p>Радіонукліди:</p> <p>Цезій-137 – 40 бк/кг;</p> <p>Стронцій-90 - 20 бк/кг.</p> <p>Не допускаються сторонні включення, хрускіт від мінеральної домішки, ознаки хвороб та плісняви</p>
Як продукт буде використовуватися	Готовий до вживання
Строк реалізації	З моменту діставання із печі не більше 120 годин
Де буде використовуватися	В роздрібній торгівлі, ЗРГ
Ким продукт використовуватиметься	Загальна група населення
Упаковка	ДСТУ 2887-94 Пакування та маркування. Терміни та визначення, ДСТУ ISO 780-2001 Пакування. Графічне маркування щодо поводження з товарами (ISO 780:1997, IDT)
Умови зберігання	Температура повітря не нижче 6°C, відносна вологість 70-75%
Інструкції з маркування продукту	– найменування продукту;

Закінчення таблиці 4.1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– найменування та місцезнаходження виробника;</li> <li>– товарний знак виробника (за наявності);</li> <li>– найменування продукту;</li> <li>– найменування та місцезнаходження виробника;</li> <li>– товарний знак виробника (за наявності);</li> <li>– маса нетто;</li> <li>– склад продукту;</li> <li>– харчова цінність;</li> <li>– дата та зміна виробітку;</li> <li>– дата виготовлення та дата пакування;</li> <li>– термін реалізації;</li> <li>– позначення документа, відповідно до якого виготовлено та може бути ідентифікований продукт;</li> <li>– інформація про підтвердження відповідності</li> </ul>
<p>Особливий контроль при доставці</p>	<p>Транспортні засоби мають бути сухими, чистими, без стороннього запаху.</p> <p>Хліб укладається на бічну або нижню кірку не більше ніж у два ряди у висоту.</p> <p>Лотки, ящики чи корзини встановлюються друг на друга.</p> <p>Транспорт повинен мати санітарний паспорт чи письмове висновок міської чи районної санітарної інспекції про придатності для укладання хліба.</p>

Методи відбирання проб та методи визначання органолептичних показників і маси виробів — згідно з ДСТУ 7044.

Визначення фізико-хімічних показників: вологості, кислотності, пористості, масової частки цукру та жиру – згідно з ДСТУ 7045.

Етапи контролю технологічного процесу представлено в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 - Етапи контролю технологічного процесу

Об'єкт контролю	Місце контролю	Періодичність контролю	Контрольований параметр	Граничні значення параметра	Методи і способи контролю
Борошно пшеничне	Склад для зберігання	Кожна партія	Маса	до 30 т	Ваги автоматичні
			Вологість	14,5%	Повітряно-тепловий метод
			Температура	8–18°C	Термометр
Розчин солі	Підготовче відділення	Кожна партія	Рівень по висоті ємкості	±10 мм	Датчик рівня
Розчин цукру	Підготовче відділення	Кожна партія	Температура	18–24°C	Термометр
Приготування опари	Бродильний чан	Кожна партія	Температура	28–30°C	Термометр
			Кислотність	3,5-5 град	ДСТУ 7045
Приготування тіста	Бродильний чан	Кожна партія	Температура	29–30°C	Термометр
Випікання	Піч	Кожна партія	Температура	220–230°C	Термометр манометричний
Зберігання готової продукції	Експедиція	Кожна партія	Температура	18–25°C	Термометр
			Вологість	70–75%	Вологомір

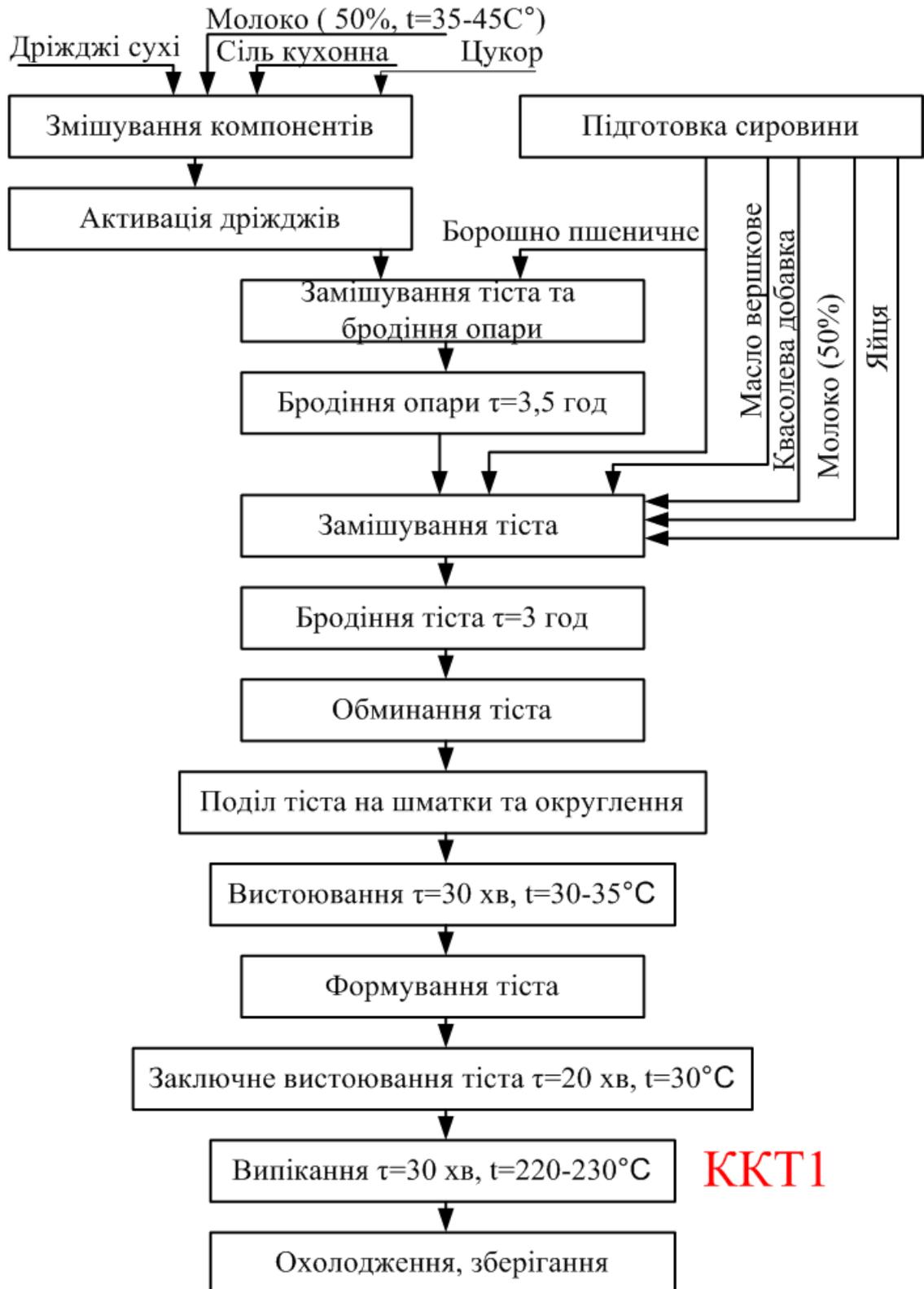


Рис.5. Контрольна критична точка у технологічному процесі

У розробленій технології можна встановити 1 контрольну критичну точку – на стадії випікання булочок. Недостатнє пропикання може призвести до

надмірної вологості та розвитку мікроорганізмів. Як наслідок – швидкого псування.

#### **Висновки до розділу 4**

1. Наведено опис нового продукту і основні параметри його контролю.
2. Встановлено місця відбору проб на кожному етапі виробництва.
3. Визначено ККТ у виробництві булочок із квасолевым порошком.

## Розділ V РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОВОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ НОВОГО ПРОДУКТУ

В таблиці 5.1 представлено розрахунок витрат на сировину для виробництва булочок для хот-догів, із щоденним виробництвом 1000 шт (масою 100 г кожна).

Таблиця 5.1 - Витрати на сировину та основні матеріали

Сировина	На 100 кг готових виробів (1000 шт)		
	Норма, кг	Ціна, грн/кг	Вартість, грн
Борошно пшеничне	45	25	1125
Квасолевий порошок	0,9	1000	900
Молоко	25	20	500
Масло вершкове	3	200	600
Цукор	2	25	50
Сіль	0,2	20	4
Дріжджі	0,7	100	70
Яйця	50 (5 шт)	43 за 10 шт	21,5
<b>Разом:</b>			2370,5

У статтю «Допоміжні матеріали» включаються затрати на придбання пакувального матеріалу та тари (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 - Витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали

Сировина	Норма, рулон	Ціна за рулон	Вартість, грн
Плівка поліетиленова	1 на 10000 булочок	3000	9000
	На 1000 булок	-	1100

Для пакування 1000 булочок на день використовується 1100 грн.

Для розрахунку статті «Енерговитрати» (табл. 5.3) використовуємо норми

витрат електро- та енергоресурсів на випуск одиниці продукції (пара, електроенергія, вода, холод).

Таблиця 5.3 - Енерговитрати на технологічні цілі

Сировина	Норма на кг/100 кг	Ціна, грн/т (м <sup>3</sup> )	Вартість, грн
Вода, м <sup>3</sup>	10	15	150
Електроенергія, кВт/год	3	3	9
<b>Разом:</b>			159

В таблиці 5.4 представлено розрахунок відпускної ціни на булочки

Таблиця 5.4 - Розрахунок відпускних цін

Денний обсяг виробництва, кг	Відпускна ціна, грн/кг	Вартість реалізованої продукції, тис. грн. (денна)	Вартість реалізованої продукції (валового доходу), тис. грн. (річна)
100	1000	10000	3650000

На основі розрахунку вартості реалізованої продукції, розраховано виробничу програму щодо даного продукту.

Розрахунок виробничої програми представлено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 - Обсяг виробництва продукції в вартісному виразі

Найменування продукції	Випуск продукції в рік, од	Діюча оптова ціна за 1 шт	Вартість товарної продукції, тис. грн.
Булочка	365000	10	3650000

Основні техніко-економічні показники з виробництва булочок для хот-догів представлено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Основні техніко-економічні показники проекту

Показники	Одиниці виміру	Булочки
Виробнича потужність підприємства за основними видами продукції	кг/добу	100
Виручка від реалізації	Грн/добу	10000
Повна собівартість виробленої продукції	грн.	3629,5
Витрати на 1 грн. виробленої продукції	грн.	3,62
Валовий прибуток	грн.	6,38
Рентабельність	%	17,6

Таким чином, виробництво булочок із квасолевим порошком є рентабельним.

### Висновки до розділу 5

1. Рентабельність виробництва булочок із квасолевим порошком становить 17,6%
2. Рекомендована вартість булочки для хот-дога становить 10 грн.

## ВИСНОВКИ

1. Використання звичайної квасолі в харчовій промисловості є перспективною альтернативою для додавання поживних та функціональних інгредієнтів з незначним впливом на загальне сприйняття споживачами. Дослідники оцінюють традиційні та нові технології для розробки функціонально покращених інгредієнтів звичайної квасолі, таких як борошно, білки, крохмальні порошки та фенольні екстракти, які можна було б впровадити як альтернативи функціональним інгредієнтам у харчовій промисловості.
2. Розроблена рецептура булочок із додавання квасолевого порошку. Встановлено, що раціональна кількість добавки становить 2%.
3. Доведено, що квасолевий порошок позитивно впливає на фізико-хімічні показники тіста та булочок.
4. Встановлено, що енергетична цінність булочок змінюється в незначній мірі, але вміст білків у готових виробах зростає на 3%.
5. Добавка не має негативного впливу на мікробіологічний склад булочок.
6. Розроблена технологічна схема виробництва булочок із квасолевим порошком, виявлено, що єдиною ККТ виробництва є стадія випікання.
7. Рентабельність виробництва булочок для хот-догів становить 17,6%.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Zhang, L., Li, Q., Zhang, W., Bakalis, S., Luo, Y., Lametsch, R. (2024). Different Source of Commercial Soy Protein Isolates: Structural, Compositional, and Physicochemical Characteristics in Relation to Protein Functionalities. *Food Chem*, 433, 137315.
2. Du, C., Wang, Z., Zheng, Z. (2023). The Preparation of Plant-Based Milk Substitutes with Antioxidant Properties Using Soybean Protein Isolate and Curcumin Composite Nanoparticles. *LWT*, 182, 114780.
3. Miranda, C.G., Rodrigues, R.M., Pereira, R.N., Speranza, P., Kurozawa, L.E., Vicente, A.A., Sato, A.C.K. (2023). Influence of Ohmic Heating on Lentil Protein Structure and Protein-Pectin Interactions. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol*, 87, 103413.
4. Nazir, S., Wani, I.A. (2023) Protein Isolate from Basil Seeds (*Ocimum basilicum* L.): Physicochemical and Functional Characterisation. *Food Chem. Adv.*, 3, 100424.
5. Choi, H.W., Choi, M., Hahn, J., Choi, Y.J. (2024). The Technical Potential of a Sous-Vide Processing Method for Developing High-Moisture Textured Soy Protein. *Food Chem.*, 430, 136978.
6. Nogueira-de-Almeida, C.A., Ferraz, I.S., Ued, F.D.V., Almeida, A.C.F., Ciampo, L.A.D. (2020). Impact of Soy Consumption on Human Health: Integrative Review. *Braz. J. Food Technol.*, 23, e2019129.
7. Maphosa, Y., & Jideani, V. A. (2017). The Role of Legumes in Human Nutrition. *InTech*. doi: 10.5772/intechopen.69127.
8. Nosworthy, MG, Neufeld, J, Frohlich, P, Young, G, Malcolmson, L, and House, JD. (2017). Determination of the protein quality of cooked Canadian pulses. *Food Sci Nutr*, 5, 896–903. doi: 10.1002/fsn3.473.
9. Bonke, A, Sieuwerts, S, and Petersen, IL. (2020). Amino acid composition of novel plant drinks from oat, lentil and pea. *Food.*, 9, 429. doi: 10.3390/foods904042.

10. Añazco, C, Ojeda, PG, and Guerrero-Wyss, M. (2023). Common beans as a source of amino acids and cofactors for collagen biosynthesis. *Nutrients*, 15, 4561. doi: 10.3390/nu15214561.
11. Polak, R, Phillips, EM, and Campbell, A. (2015). Legumes: health benefits and culinary approaches to increase intake. *Clin Diabetes*, 33, 198–205. doi: 10.2337/diaclin.33.4.198.
12. Affrifah, NS, Uebersax, MA, and Amin, S. (2023). Nutritional significance, value-added applications, and consumer perceptions of food legumes: a review. *Legum Sci*, 5, e192. doi: 10.1002/leg3.192.
13. FAO. Food and Agriculture Organization (FAO). Food-Based Dietary Guidelines; (2023). Available at: <https://www.fao.org/nutrition/nutrition-education/food-dietary-guidelines/en/> (Accessed July 05, 2023).
14. Rawal, V, and Navarro, DK eds. The Global Economy of Pulses. Rome: FAO (2019). 190 p.
15. Vieira, N.M., Peghinelli, V.V., Monte, M.G., Costa, N.A., Pereira, A.G., Seki, M.M., Azevedo, P.S., Polegato, B.F., de Paiva, S.A.R., Zornoff, L.A.M., et al. (2023). Beans Consumption Can Contribute to the Prevention of Cardiovascular Disease. *Clin. Nutr. ESPEN*, 54, 73–80.
16. Ge, J., Du, Y., Wang, Q., Xu, X., Li, J., Tao, J., Gao, F., Yang, P., Feng, B., Gao, J. (2024). Effects of Nitrogen Fertilizer on the Physicochemical, Structural, Functional, Thermal, and Rheological Properties of Mung Bean (*Vigna radiata*) Protein. *Int. J. Biol. Macromol.*, 260, 129616.
17. Brishti, F.H., Chay, S.Y., Muhammad, K., Ismail-Fitry, M.R., Zarei, M., Saari, N. (2021). Texturized Mung Bean Protein as a Sustainable Food Source: Effects of Extrusion on Its Physical, Textural and Protein Quality. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 67, 102591.
18. Campos-Vegar, R., Oomah, B.D., Loarca-Pina, G. and Vergaracastaneda, H.A. (2013) Common Beans and Their Non-Digestible Fraction: Cancer Inhibitory Activity—An Overview. *Foods*, 2, 374-392. <https://doi.org/10.3390/foods2030374>

19. Hoxha, I. , Xhabiri, G. and Deliu, R. (2020) The Impact of Flour from White Bean (*Phaseolus vulgaris*) on Rheological, Qualitative and Nutritional Properties of the Bread. *Open Access Library Journal*, 7, 1-8. doi: 10.4236/oalib.1106059.
20. Madhujith, T., Naczka, M. and Shahidi, F. (2004) Antioxidant Activity of Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L). *Journal Food Lipids*, 11, 220-233. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2004.01134.x>.
21. Vital, R. J., Bassinello, P. Z., Cruz, Q. A., Carvalho, R. N., De Paiva, J. C. M., & Colombo, A. O. (2018). Production, Quality, and Acceptance of Tempeh and White Bean Tempeh Burgers. *Foods*, 7(9), 136. <https://doi.org/10.3390/foods7090136>
22. Azevedo, P. Z., Costa, J. E. G., Matos, J. d. S., de Souza, B. R., Rodrigues, S., Fernandes, F. A. N., Silva, V. M., Vidigal, M. C. T. R., Stringheta, P. C., Martins, E., & Campelo, P. H. (2025). Techno-Functionalities of White Bean Protein Concentrate: A Comparative Study with Soy and Pea Proteins. *Macromol*, 5(1), 3. <https://doi.org/10.3390/macromol5010003>.
23. Nolan, R., Shannon, O., Robinson, N., Joel, A., Houghton, D., Malcomson, F. (2020). It's no has bean: A review of the effects of white kidney bean extract on body composition and metabolic health. *Nutrients*, 12, 1398.
24. Wang, S., Guo, C., Xing, Z., Li, M., Yang, H., Zhang, Y., Ren, F., Chen, L., Mi, S. (2021). Dietary intervention with  $\alpha$ -amylase inhibitor in white kidney beans added yogurt modulated gut microbiota to adjust blood glucose in mice. *Front. Nutr.*, 8, 664976.
25. Ashraf, J., Liu, L., Awais, M., Xiao, T., Wang, L., Zhou, X., Tong, L.-T., Zhou, S. (2020). Effect of thermosonication pre-treatment on mung bean (*Vigna radiata*) and white kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) proteins: Enzymatic hydrolysis, cholesterol lowering activity and structural characterization. *Ultrason. Sonochemistry*, 66, 105121.
26. Feng, Q., Niu, Z., Zhang, S., Wang, L., Dong, L., Hou, D., & Zhou, S. (2023). Protective Effects of White Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) against Diet-

- Induced Hepatic Steatosis in Mice Are Linked to Modification of Gut Microbiota and Its Metabolites. *Nutrients*, 15(13), 3033. <https://doi.org/10.3390/nu15133033>.
27. Li, Y., Qin, C., Dong, L., Zhang, X., Wu, Z., Liu, L., Yang, J., Liu, L. (2022). Whole grain benefit: Synergistic effect of oat phenolic compounds and  $\beta$ -glucan on hyperlipidemia via gut microbiota in high-fat-diet mice. *Food Funct.*, 13, 12686–12696
28. Barrett, M.L., Udani J.K. (2011). A Proprietary Alpha-Amylase Inhibitor from White Bean (*Phaseolus vulgaris*): A Review of Clinical Studies on Weight Loss and Glycemic Control. *Nutr. J.*, 10, 24. doi: 10.1186/1475-2891-10-24.
29. Obiro, W.C., Zhang, T., Jiang, B. (2018). The Nutraceutical Role of The *Phaseolus Vulgaris*  $\alpha$ -amylase Inhibitor. *Br. J. Nutr.*, 100:, 1–12. doi: 10.1017/S0007114508879135.
30. Payan, F. (2014). Structural Basis for The Inhibition of Mammalian and Insect  $\alpha$ -amylases by Plant Protein Inhibitors. *BBA-Proteins Proteom*, 1696, 171–180. doi: 10.1016/j.bbapap.2003.10.012.
31. Shi, Z., Zhu, Y., Teng, C., Yao, Y., Ren, G., Richel, A. (2020). Anti-Obesity Effects of  $\alpha$ -amylase Inhibitor Enriched-Extract from White Common Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.) Associated with The Modulation of Gut Microbiota Composition in High-Fat Diet-Induced Obese Rats. *Food Funct*, 11, 1624–1634. doi: 10.1039/C9FO01813A.
32. Nolan, R., Shannon, O.M., Robinson, N., Joel, A., Houghton, D., Malcomson, F.C. (2020). It's No Has Bean: A Review of the Effects of White Kidney Bean Extract on Body Composition and Metabolic Health. *Nutrients.*, 12(5), 1398. doi: 10.3390/nu12051398.
33. Udani, J., Singh, B.B. (2017). Blocking Carbohydrate Absorption and Weight Loss: A Clinical Trial Using a Proprietary Fractionated White Bean Extract. *Altern. Ther. Health Med*, 13, 32–39.
34. Wang, S., Chen, L., Yang, H., Gu, J., Wang, J., Ren, F. (2020). Regular Intake of White Kidney Beans Extract (*Phaseolus Vulgaris* L.) Induces Weight Loss

- Compared to Placebo in Obese Human Subjects. *Food Sci. Nutr.*, 8, 1315–1324. doi: 10.1002/fsn3.1299.
35. Zheng, J., Wang, M., Wei, W., Keller, J.N., Adhikari, B., King, J.F., King, M.L., Peng, N., Laine, R.A. (2016). Dietary Plant Lectins Appear to Be Transported from the Gut to Gain Access to and Alter Dopaminergic Neurons of *Caenorhabditis elegans*, a Potential Etiology of Parkinson's Disease. *Front Nutr.*, 3, 7. doi: 10.3389/fnut.2016.00007.
36. Nciri, N., Cho, N., El Mhamdi, F., Ben Mansour, A., Haj Sassi, F., Ben Aissa-Fennira F. (2016). Identification and characterization of phytohemagglutinins from white kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L., var. Beldia) in the rat small intestine. *J. Med. Food*, 19(1), 85–97.
37. Tormo, M.A., Gil-Exojo, I., Romero de Tejada, A., Campillo, J.E. (2006). White bean amylase inhibitor administered orally reduces glycaemia in type 2 diabetic rats. *Br. J. Nutr.*, 96(3), 539–544.
38. Martínez-Zavala, M., Mora-Avilés, M.A., Anaya-Loyola, M.A., Guzmán-Maldonado, H., Aguilera Barreyro, A., Blanco-Labra, A., García-Gasca, T. (2016). Common bean leaves as a source of dietary Iron: functional test in an iron-deficient rat mode. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 71(3), 259–264.
39. Haydé, V.C., Ramón, G.G., Lorenzo, G.O., Dave, O.B., Rosalía, R.C., Paul, W. (2012). Non-digestible fraction of beans (*Phaseolus vulgaris* L) modulates signalling pathway genes at an early stage of colon cancer in Sprague-Dawley rats. *Br. J. Nutr.*, 108:S145–154.
40. Lomas-Soria, C., Pérez-Ramírez, I.F., Caballero-Pérez, J., Guevara-Gonzalez, R.G., Guevara-Olvera, L., Loarca-Piña, G. (2015). Cooked common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) modulate renal genes in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Nutr. Biochem*, 26(7), 761–768.
41. Shaban, E.E., Elbakry, H.F.H., Ibrahim, K.S., El Sayed, E.M., Salama, D.M., Farrag, A.H. (2019). The effect of white kidney bean fertilized with nano-zinc on nutritional and biochemical aspects in rats. *Biotechnol Rep (Amst)*, 23, e00357. doi: 10.1016/j.btre.2019.e00357.

42. Uebersax, M., Cichy, K., Gomez, F., Porch, T., Heitholt, J., Osorno, J., Kamfwa, K., Snapp, S., & Bales, S. (2022). Dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as a vital component of sustainable agriculture and food security—A review. *Legume Science*, 5. <https://doi.org/10.1002/leg3.155>.
43. Lentzi, P., Georgiou, D., Kalogianni, E. P., Kyriakoudi, A., & Ritzoulis, C. (2022). Emulsifiers from White Beans: Extraction and Characterization. *Colloids and Interfaces*, 6(4), 71. <https://doi.org/10.3390/colloids6040071>.
44. Adebo, J. A. (2023). A Review on the Potential Food Application of Lima Beans (*Phaseolus lunatus* L.), an Underutilized Crop. *Applied Sciences*, 13(3), 1996. <https://doi.org/10.3390/app13031996>.
45. Okekunle, M.O., Adebawale, K.O., Olu-Owolabi, B.I., Lamprecht, A. (2020). Physicochemical, morphological and thermal properties of oxidized starches from Lima bean (*Phaseolus lunatus*). *Sci. Afr.*, 8, e00432.
46. Adegbehingbe, K.T. (2014). Microbiological analyses and nutrient composition of sorghum co-fermented with Lima bean seeds. *Curr. Res. Microb. Biotech.*, 2, 431–437.
47. Farinde, E.O., Adeniran, H.A., Abiose, S.H. (2011). Proximate composition, mineral content and sensory assessment of an iru analogue produced from lima bean (*Phaseolus lunatus*). *Ife J. Technol.*, 20, 1–6.
48. Alfaro-Diaz, A., Escobedo, A., Luna-Vital, D.A., Castillo-Herrera, G., Mojica, L. (2023). Common beans as a source of food ingredients: Techno-functional and biological potential. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 22(4), 2910-2944. doi: 10.1111/1541-4337.13166.
49. Tuna, A., Cappa, C., Tokatli, F., Alamprese, C. (2023). White bean and hazelnuts flours: Application in gluten-free bread. *LWT*, 184, 114995. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114995>.
50. Czubaszek, A., Gertchen, M., Gasiński, A., Miedzianka, J., & Kawa-Rygielska, J. (2025). Nutritional Quality of Rye Bread with the Addition of Selected Malts from Beans. *Molecules*, 30(5), 1006. <https://doi.org/10.3390/molecules30051006>