

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

**П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а**

до дипломної роботи  
ступеня вищої освіти «Магістр»  
на тему:

**Обґрунтування технології борошняних сумішей для  
продуктів функціонального призначення хлібної  
групи**

**Виконала:** студентка 2 курсу, групи МгХТз-1-20  
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Ярошенко Аліна Віталіївна

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Кошулько Віталій Сергійович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Яремчук Тетяна Іванівна

Дніпро 2022

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки

сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

\_\_\_\_\_

(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Ярошенко Аліні Віталіївні

1. Тема роботи «Обґрунтування технології борошняних сумішей для продуктів функціонального призначення хлібної групи».

Керівник роботи Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» листопада 2021 року № 3648.

2. Строк подання студентом роботи 11 лютого 2022 року

3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується переробки зерна для виробництва борошняних сумішей. 3 Нормативно-технологічна документація та правила ведення технологічних процесів на борошномельному виробництві. 4 Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Матеріали та методи досліджень. 3 Дослідна частина. 4. Охорона праці та безпека життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях. 5. Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Характеристика сировини та методів досліджень. 4 Обговорення результатів досліджень. 5 Охорона праці. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 3	Кошулько В.С., доцент	29.11.2021	11.02.2022
4	Кравець В.В., доцент	29.11.2021	11.02.2022
5	Павленко О.С., доцент	29.11.2021	11.02.2022

7. Дата видачі завдання 29 листопада 2021 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	29.11-01.12.21	виконано
2	Аналітичний огляд	02.12-12.12.21	виконано
3	Матеріали і методи дослідження	13.12-15.12.21	виконано
4	Дослідна частина	16.12.21-24.01.22	виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	25.01-31.01.22	виконано
6	Організаційно-економічна частина	01.02-05.02.22	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	06.02-07.02.22	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу до захисту роботи	08.02-11.02.22	виконано

Студентка

\_\_\_\_\_

( підпис )

Аліна ЯРОШЕНКО

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Віталій КОШУЛЬКО

## РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології борошняних сумішей для продуктів функціонального призначення хлібної групи»

**Дипломна робота магістра:** 90 с., 16 рис., 19 табл., 86 літературних джерел.

**Об'єкт дослідження:** гречане борошно, пшеничне борошно

**Метою роботи** є обґрунтування технології борошняних сумішей для виробництва функціональних продуктів хлібної групи.

**Методи дослідження:** Під час роботи над дослідженням використовувались загальноприйняті методики, які наведені в нормативній документації України. Вологість борошна визначали за ДСТУ 9404-2003.

Визначення автолітичної активності пшеничного борошна здійснювали на приладі Амілотест АТ-97 (ПП- ТА)

Визначення гранулометричного складу гречаного борошна проводили на лабораторному розсіві

Зольність гречаного борошна визначали за ДСТУ 51411-99 (ІСО 2171 93) «Зерно та продукти його переробки».

Органолептичну оцінку гречаного борошна та хліба здійснювали відповідно до ДСТУ.

В роботі проведено дослідження можливості використання гречаного борошна для отримання борошняної суміші з пшеничним борошном для виробництва функціональних продуктів хлібної групи. В дослідній частині наведено результати визначення впливу додавання гречаного борошна на властивості суміші; впливу додавання гречаного борошна на властивості тіста, отриманого з борошняної суміші; розраховано енергетичну та харчову цінність розробленої борошняної суміші; визначено плив використання суміші гречаного пшеничного борошна на властивості хліба.

## КЛЮЧОВІ СЛОВА

*Борошняна суміш; пшеничне борошно; гречане борошно; фізико-механічні властивості; лабораторна випічка; хліб; функціональні продукти.*

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	8
1.1 Загальні принципи збагачення продуктів хлібної групи для отримання функціональних продуктів	8
1.2 Характеристика сировини для отримання борошняних сумішей	10
1.2.1 Біохімічний склад пшениці та продуктів її переробки	10
1.2.2 Побічні продукти переробки зерна	12
1.2.3 Біохімічний склад борошна з круп'яних культур	14
1.3 Обґрунтування використання гречаного борошна для отримання борошняної суміші	17
1.3.1 Хімічний склад і харчова цінність гречки та продуктів її переробки	17
1.3.2 Способи виробництва гречаного борошна	23
1.3.3 Використання гречаного борошна в хлібопекарській галузі	25
1.4 Мета і завдання досліджень	27
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1 Сировина та матеріали, що застосовувалися під час проведення досліджень	30
2.2 Методи досліджень, що застосовувалися у роботі	31
2.2.1 Методи дослідження властивостей сировини	31
2.2.2 Способи приготування гречаного борошна, тіста та хліба із сумішей пшеничного та гречаного борошна	32
2.2.3 Методи оцінки властивостей сумішей пшеничного та гречаного борошна	37
2.2.4 Методи оцінки властивостей тіста	38
2.2.5 Методи оцінки якості хлібобулочних виробів	39
2.2.6 Спеціальні методи дослідження	41
2.3. Характеристика сировини, що застосовувалася у роботі	42

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	46
3.1 Вплив гречаного борошна на властивості суміші з пшеничним борошном	46
3.2 Вплив використання суміші гречаного і пшеничного борошна властивості тіста	52
3.3 Розрахунок харчової та енергетичної цінності борошняної суміші гречаного і пшеничного борошна	54
3.4 Вплив використання суміші гречаного пшеничного борошна на властивості хліба	56
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	63
4.1 Виробнича санітарія та гігієна праці при виробництві борошняних сумішей	63
4.2 Аналіз небезпек для працівників на підприємстві з виробництва борошняних сумішей	66
4.3 Рекомендації щодо покращення стану охорони праці на підприємстві з виробництва борошняних сумішей	67
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	71
5.1 Організація досліджень	71
5.1.1. План проведення експериментальних досліджень	71
5.1.2 Побудова сітьового графіка	72
5.1.3 Витрати на проведенням експериментальних дослідження	75
5.2 Розрахунок ціни дослідження	79
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83

## ВСТУП

Сьогодні харчування є фактором підвищення ризику захворювань дорослого населення, які є найбільш типових для сучасної цивілізації. Це тісно пов'язано з порушенням структури харчування, дефіцитом в раціоні вітамінів, мінеральних речовин і інших незамінних макро- і мікроелементів, повноцінних білків і нераціональним їх співвідношенням. Таким чином, проблема якості харчування набуває все більшого значення.

В даний час все більшого поширення набувають збагачені продукти харчування, покликані не тільки задовольняти потребу людини в основних поживних речовинах і енергії, але і сприятиме профілактиці різних захворювань. Подібні продукти харчування цікаві споживачеві і користуються стабільним попитом. Тому дуже актуальним є розробка і впровадження у виробництво нових продуктів харчування підвищеної харчової та біологічної цінності, які могли б нехай і в невеликому ступені сприяти ліквідації наслідків неправильного харчування.

Динамічний розвиток сегмента ринку хлібобулочних виробів з функціональною спрямованістю вимагає від виробників розширення їхнього асортименту. Одним із напрямків розвитку асортименту та створення нових видів виробів є збагачення пшеничних хлібобулочних виробів різними видами борошна з бобових, круп'яних та олійних культур.

Вивченню застосування борошна та інших продуктів переробки бобових, круп'яних та олійних культур у хлібопекарській галузі присвячені роботи Ауермана Л.Я., Пучкової Л.І., Циганової Т.Б., Поландової Р.Д., Анікеєвої Н.В., Казанської Л.Н., Дробот В.І., Дорохович А.М., Дубцова Г.Г., Єркінбаєвої Р.К., Матвєєвої І.В., Саніної Т.В., Козубаєвої Л.А. та ін.

Одним з пріоритетних видів борошна з бобових, круп'яних та олійних культур за хімічним складом та смаковими перевагами споживачів нашої країни є гречана мука. Вона відрізняється оптимально збалансованим амінокислотним складом, високим вмістом білків, мінеральних речовин, у т.ч. заліза, клітковини,

вітамінів В1, В2, РР та інших компонентів порівняно з пшеничним борошном вищого ґатунку, що свідчить про властивість гречаного борошна як функціонального харчового інгредієнта, здатного збагачувати хлібобулочні вироби із пшеничного борошна вищого ґатунку. Хімічний склад гречаного борошна визначає її вплив на технологію виробництва хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна.

Розробка науково обґрунтованих вимог до технологічних властивостей гречаного борошна, диференційованих підходів до технології її застосування при виробництві хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна на підставі її впливу на властивості тіста та якість готових виробів є актуальним завданням та має практичне значення.



## 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Загальні принципи збагачення продуктів хлібної групи для отримання функціональних продуктів

Упродовж останніх років статистичні дані свідчать про зниження показників здоров'я населення України. Причинами цієї тенденції є погіршення екологічної ситуації у багатьох промислових регіонах України, нераціональне харчування населення, що полягає у недостатньому споживанні повноцінних білків, макро- і мікроелементів, вітамінів. Основою позитивного (функціонального) харчування є виконання правил раціонального харчування, дотримання рівноваги між енергією, що надходить з їжею, і енергією, що витрачається людиною [105]. Дотримання режиму харчування може захистити організм людини від багатьох захворювань, таких як серцево-судинні, онкологічні, ендокринні захворювання органів травлення [62].

Актуальним вирішенням проблеми нераціонального харчування є розробка концепції “функціонального харчування”. До продуктів функціонального харчування відносяться продукти, які призначені для систематичного щоденного вживання та надають регулюючу дію на фізіологічні функції, біохімічні реакції та психосоціальну поведінку людини через нормалізацію її мікроекологічного статусу [122, 123].

За своїм призначенням функціональні продукти мають вигляд традиційної їжі, призначеної для харчування у складі раціону різних груп населення, але містять функціональні інгредієнти, що надають позитивний вплив на здоровий організм у ході обмінних процесів, що відбуваються в ньому. Споживання таких продуктів допомагає запобігти деяким захворюванням, старінню організму [38, 44, 47].

«До функціональних продуктів з погляду науки про харчування відносяться:

- продукти із високою харчовою цінністю;

- продукти, збагачені вітамінами, мінеральними речовинами, поліненасиченими жирними кислотами та харчовими волокнами натурального походження;

- продукти з найбільшим ступенем гігієнічної безпеки, що наближаються до лікувально-профілактичних» [21, 22].

Основними вимогами до функціональних продуктів є наукове обґрунтування їх корисних властивостей та норма щоденного споживання; безпека з позиції збалансованого харчування; наявність точних фізико-хімічних характеристик та методик їх визначення; відсутність можливості зменшувати поживну цінність харчового продукту; функціональні продукти не повинні випускатися у вигляді лікарських форм, вони мають вигляд звичайної їжі, повинні бути натуральними [68].

Хлібобулочні вироби є зручними харчовими продуктами для збагачення корисними добавками, зокрема фізіологічно функціональними харчовими інгредієнтами [3, 12, 15, 28, 29, 51, 68, 69, 98, 99].

Основною частиною хліба є вуглеводи, частку яких припадає близько 80% сухої речовини. Вміст клітковини в хлібобулочних виробах коливається від 0,1 до 1,2%, причому найбільшою кількістю клітковини відрізняються хлібобулочні вироби з борошна максимального виходу.

Вміст білка в хлібобулочних виробах становить 6,0 - 8,5%, причому у хлібі з пшеничного борошна вище, ніж із житнього. Загальна потреба у білку з допомогою споживання хлібобулочних виробів покривається на 38%, а потреба у білках рослинного походження — на 85,5%. Відомо, що білки хлібобулочних виробів містять недостатню кількість таких незамінних амінокислот як лізин, триптофан і треонін, з яких лізин та треонін є лімітуючими для всіх хлібобулочних виробів.

Вміст жирів у хлібі з пшеничного або житнього борошна становить 0,8 - 3,0%. Хліб майже на 38% забезпечує потребу організму в рослинних жирах та на 25% у фосфоліпідах.

Вітамінна цінність хлібобулочних виробів також залежить від їх рецептурного складу та насамперед від сорту борошна. Вміст вітаміну Е в хлібобулочних виробках становить 1,6 - 4,0 мг/100 г продукту, тіаміну - 0,12 - 0,23 мг/100 г, рибофлавіну - 0,05 - 0,08 мг/100 г, біотину - 1,6 – 4,8 мг/100г, ніацину – 0,67 – 4,0 мг/100г, холіну – 37,8 – 61,0 мг/100г. За рахунок хлібобулочних виробів покривається близько однієї третини потреб людини у вітамінах В6 та холіні [98, 99].

Важливим чинником обміну речовин є мінеральні речовини. Чим вищий сорт борошна, тим менший вміст мінеральних речовин. Загальна кількість золи у хлібобулочних виробках становить від 1,21 до 2,55% [45, 96, 98, 99, 106].

На даний момент все більш поширеним стає спосіб поліпшення харчової цінності хлібобулочних виробів, а також поліпшення їх органолептичних характеристик шляхом внесення до рецептури різноманітних видів борошна з бобових, круп'яних та олійних культур, що перевершують пшеничне борошно за харчовою цінністю: сочевим, соєвим, гороховим, квасолевим, нутовим, люпиновим, рисовим, сорговим, амарантовим, вівсяним, ячмінним, кукурудзяним, гречаним та ін.

Кожен вид борошна з бобових, круп'яних та олійних культур має низку переваг у порівнянні з пшеничним та житнім борошном, тому вони є натуральними інгредієнтами з оптимально збалансованим хімічним складом, здатними покращити харчову цінність та органолептичні показники хліба з пшеничного та житнього борошна.

## 1.2 Характеристика сировини для отримання борошняних сумішей

### 1.2.1 Біохімічний склад пшениці та продуктів її переробки

Біохімічний склад зерна пшениці, як і більшості злакових культур, характеризується макронутрієнтами – вуглеводами, білками, ліпідами та мікронутрієнтами – мінеральними речовинами, вітамінами та іншими біологічно активними компонентами. Найбільш вивченим є вміст різних хімічних речовин у

зернівці пшениці. За хімічним складом пшениця відноситься до зернових культур, багатих на крохмаль.

У зернівці пшениці міститься в середньому 53-55% крохмалю. За хімічним складом крохмаль складається з двох видів  $\alpha$ -глюкану – амілози (20%) та амілопектину (80%), кількість яких приблизно дорівнює 98,0-99,0% за сухою речовиною. При цьому дрібні зерна пшеничного крохмалю містять амілози в середньому 24,0%, а великі – 25,1%. Температура клейстеризації крохмалю пшениці коливається в межах 58-64 °С, причому для дрібних зерен вона вища, ніж для великих [42-45].

Останнім часом підвищена увага звернена на такі складні полісахариди, як клітковина (целюлоза), геміцелюлоза та пектинові речовини. Разом з лігніном вони поєднуються в групу речовин, названих харчовими волокнами, які погано засвоюються організмом людини, через що їх часто називають баластними речовинами. При цьому вони відіграють важливу роль у процесах функціонування травного тракту. У середньому у зерні пшениці міститься 2,0-3,4 % клітковини, 5,0-8,0 % геміцелюлози (пентозанів) та близько 0,5 % пектинових речовин на суху речовину [44-47] .

Біологічна цінність білків визначається кількістю та співвідношенням амінокислот, що входять до їх складу. Біологічна цінність білка за амінокислотним складом оцінюється порівнянням його з амінокислотним складом «ідеального» білка за амінокисотною шкалою. Цей показник називають амінокислотним скором. У найбільшій кількості в зерні пшениці містяться глютамінова кислота (в середньому 21,9%), найменше – триптофану (0,8%), цистину (1,1%), метіоніну (1,4%), тирозину (1,8 %), лізину (2,1%) [44, 49].

Ліпіди зерна поєднують велику кількість різноманітних за складом речовин, основну частку з яких (63,0-65,0%) складають жири – прості ліпіди, причому 70,0-85,0% жирів представлені триацилгліцеридами ненасичених жирних кислот: олеїнової, лінолевої та ліноленої. Загальний вміст ліпідів у зерні пшениці є досить низьким і варіюється від 2,0-4,0% сухої речовини. Основна частка ліпідів у зерні припадає на фосфатиди, які містяться у зародку пшениці (до 0,6 %) [50-52].

Вміст мінеральних речовин, що характеризується показником зольності, у зернівці пшениці становить 1,7-2,2%. На кількісному та якісному складі мінеральних речовин сильно позначаються умови вирощування, у тому числі й хімічний склад ґрунтів. У золі пшениці переважно переважає фосфор, калій і магній. На фосфор припадає близько половини золи, на калій – 1/3 і на магній – 12,0-13,0% [49]. При цьому фосфор знаходиться в зерні як у вигляді фосфатів, так і у вигляді органічних сполук (фітину) [49, 50]. Проте слід зазначити, що характерним для зерна всіх злакових, у тому числі пшениці, є низький вміст кальцію. Що стосується мікроелементів, то в зернівці пшениці виявлено марганець, нікель, цинк, молібден, кобальт, мідь та інші [49-51].

Вітаміни в зерні представлені водорозчинними вітамінами – В<sub>1</sub> (тіамін), В<sub>2</sub> (рибофлавін), В<sub>3</sub> (пантотенова кислота), В<sub>6</sub> (піридоксин), РР (ніацин або нікотинова кислота), Н (біотин), міоїнозит у вигляді фітину та деякими жиророзчинними вітамінами. Вітамін С (аскорбінова кислота) у зрілих зернах практично не міститься, але утворюється при проростанні зерна. Основна частка вітамінів пшениці припадає на тіамін (5,7-6,6 мкг/г), рибофлавін (1,5-1,9 мкг/г) та нікотинову кислоту (45-70 мкг/г), причому вміст останньої у десятки разів перевищує вміст перших двох.

### 1.2.2 Побічні продукти переробки зерна

Номенклатура продуктів, сировиною для яких є зерно, досить велика і відрізняється за видами, технологією виробництва та глибиною переробки. В даний час борошномельно-круп'яна промисловість виробляє понад 60 видів основних та побічних зернопродуктів, у тому числі і з зерна пшениці.

Основними видами зернопродуктів із злакових культур є крупи та борошно, які, у свою чергу, забезпечують широку різноманітність виробів хлібобулочної, макаронної, кондитерської та харчоконцентратної промисловості [47].

Борошно – подрібнене ядро зерна з розміром частинок менше 0,2 мм залежно від сорту. На сучасних борошномельних заводах в основному виробляють борошно вищого, першого та другого сортів, а також сорти екстра,

крупчатка та оббивне, та манну крупу при різних типах помелів пшениці. На кожен сорт борошна встановлені норми якості за зольністю, дисперсністю, вмістом клейковини, білизною та числом падіння [45, 53, 54].

Однак, як показала практика і численні дослідження, борошно одного і того ж сорту, вироблене із зерна однакової якості при різних типах помелів, істотно відрізняється за своїм хімічним складом. Особлива відмінність у властивостях спостерігається у борошна першого та другого сортів, що виробляються при одно-, дво- та трисортових помелах [45, 53].

Для отримання рівноцінного за якістю борошна однойменних сортів потрібна суворостальність системи формування борошна кожного сорту. В даний час на борошномельних заводах на високопродуктивному обладнанні можна формувати готові сорти борошна в розмельному відділенні на збірних борошняних шнеках. При послідовній переробці зерна з різними показниками можуть бути сформовані сорти за різними показниками (вміст та якість клейковини, зольність, крупність тощо).

З твердих сортів пшениці, а також з м'яких сортів за спеціального макаронного помелу виробляють сировину для макаронної промисловості.

Однак, у порівнянні з круп'яними культурами, пшеничне борошно суттєво програє за збалансованістю амінокислотного складу білка, вмістом харчових волокон, а також кількістю мікроелементів та вітамінів.

У процесі переробки зерна на борошномельних та круп'яних виробництвах утворюються побічні продукти виробництва [58-60]. Основними видами вторинної сировини є зародок, висівки, лушпиння і мучка. Велика їх частина йде на кормові цілі і лише 15% від загальної кількості використовується у хлібопеченні та як дієтичний продукт. Ряд підприємств налагодили випуск зародкових пластівців, дієтичних висівок та інших видів продукції.

На круп'яних підприємствах під час переробки пшениці побічним продуктом є борошно. Результати досліджень показують, що за вмістом рибофлавіну в 3 рази, а за тіаміном у 1,7 рази цей продукт перевершує ціле зерно пшениці.

Однак високий вміст біологічно активних компонентів і жиру призводить до швидкого окислення та прогіркання, що сильно обмежує термін зберігання таких продуктів і не дозволяє широко використовувати в хлібопеченні. Іншою важливою проблемою є відповідність нормам показників безпеки різних видів борошна. Цей продукт містить оболонкові частини зерна, а разом з цим може бути обсіменений значною кількістю мікроорганізмів і мікотоксинів.

На борошномельних заводах побічним продуктом є пшеничний зародок та висівки. Використання зародкових пластівців замість пшеничного борошна дозволяє збагатити хлібобулочні вироби природним концентратом з вітамінів, білків та вуглеводів. Порівняно з цілим зерном він містить у 3 рази більше білка та у 6 разів більше жиру та цукрів.

Зародок успішно використовується як цінна сировина для фармацевтичної та парфумерної промисловості, для виробництва концентрованого вітаміну Е та зародкової олії [58, 61].

Іншим новим ресурсозберігаючим продуктом переробки пшениці на борошно є дієтичні висівки. У процесі розмелювання зерна поряд з борошном отримують продукт, що складається з насінневих оболонок та алейронового шару зернівки – висівки. Об'єднаний потік висівок містить у середньому 18,0 % білка, 4,3% ліпідів, 30,0 % крохмалю, 45,0 % харчових волокон, зокрема 8,6 % клітковини, 23,0 % геміцелюлози, 3,5 % пектинових речовин, 9,9% лігніну. Встановлено, що вміст вітамінів групи В і токоферолів у висівках у 2...3 рази перевищує їх вміст у цілому зерні.

Дієтичні висівки мають профілактичну дію і дозволяють компенсувати нестачу споживання харчових волокон [29, 60].

Актуальним є підвищення ступеня та глибини переробки пшениці, комплексне її використання, повніше вилучення цінних компонентів [58].

### 1.2.3 Біохімічний склад борошна з круп'яних культур

Застосування борошна з нетрадиційних злакових і бобових культур (сої, вівса, ячменю, кукурудзи, проса, гречки, квасолі, бобів різних сортів) як

збагачувача у хлібопеченні приділяється значна увага дослідників [3, 10, 14, 25, 24, 48, 52, 53, 55].

Харчова цінність продуктів з урахуванням злаків великою мірою залежить від технологічних режимів переробки. При застосуванні жорстких умов ведення технологічного процесу відбувається руйнування термолабільних мікронутрієнтів та біологічно активних речовин. Застосування у здоровому харчуванні таких продуктів зумовлене переважно високим вмістом харчових волокон. В основному використовуються щадні технологічні режими, що зберігає присутність у готових продуктах початкової кількості біологічно-активних речовин.

«Особливе місце серед круп'яної сировини займає гречане борошно. Вона містить значно більше порівняно з борошном інших культур макро- та мікроелементів (кальцій, залізо)» [62, 63]. «До його складу входить лецитин, що знижує рівень холестерину в крові, і рутин, що володіє Р-вітамінною активністю та сприяє зниженню крихкості та проникності кровоносних судин, відновленню серцевої діяльності, нормалізації кров'яного тиску. Також гречане борошно багате на вітаміни В1, В2, В6, РР. Харчові волокна становлять 11,3% гречаного борошна. Жири гречаного борошна на 69% складаються з моно- та поліненасичених жирних кислот» [62, 63].

«Вівсяне борошно – практично єдине злакове борошно, що містить кремній, який грає важливу роль у процесах обміну в організмі. До складу вівсяного та ячмінного борошна входить велика кількість полісахариду  $\beta$ -глюкану, що має ефект зниження холестерину; а також слизу, що покращує роботу ШКТ» [64, 65].

За своєю харчовою цінністю пшоняне борошно поступається лише вівсяному і гречаному. Разом з тим, воно має значний вміст клітковини, вітамінів групи В,  $\beta$ -каротину, фосфору та магнію, відрізняється високою засвоюваністю та калорійністю.

До складу рисового борошна входить велика кількість біотину та вітамінів групи В (В2, В6), а також макроелементу цинку, що має важливе медико-біологічне значення [46].



Окрему увагу слід приділити борошну із зернобобових культур. Так, наприклад, горохове борошно значно багатше вітаміном Е, пантотенової кислотою, вітаміном В1; макро- та мікроелементами калієм, кальцієм, залізом, цинком, ніж борошно злакової культур.

Соеве борошно підвищує біологічну та поживну цінність будь-якого продукту, збагачуючи його білком і вітамінами А, В2, РР, мінеральними речовинами, лецитином, фосфатидами та цефаліном [63].

За вмістом лізину краще збалансовані ячмінне, гречане і вівсяне борошно. Значне відхилення від норми цієї амінокислоти відзначається в білках борошна з пшениці, рису і особливо пшоняного. За вмістом метіоніну та фенілаланіну в жодному борошні немає задовільного збалансування. Найкращу збалансованість по валіну мають білки пшоняного, рисового та пшеничного борошна. Триптофан укладається в норму тільки у рисового борошна, лейцин – тільки у гречаного.

За сукупністю середнього ступеня збалансованості незамінних амінокислот в білку борошна з різних видів круп'яних культур можна розмістити в такий ряд (за спадною збалансованістю): гречане > ячмінне > рисове > пшеничне > пшоняне > вівсяне. Зрозуміло, цей ряд не можна вважати точним показником біологічної цінності білків різного борошна з круп'яних культур, так як вона залежить від багатьох інших факторів: засвоюваності їжі та білків, змінної значимості окремих амінокислот в обміні речовин, неоднаковій збалансованості окремих амінокислот у борошні та сумарно у продуктах харчування [23].

Таким чином, зернові культури та отримані з них крупи та борошно, відрізняються за складом та харчовою цінністю, що уможлиблює створення асортименту різноманітних продуктів лікувально-профілактичного і функціонального призначення [23, 66].

Здебільшого для підвищення харчової і біологічної цінності фахівцями рекомендується вносити від 3 до 30% продукту залежно від його хімічного складу [25, 26].

### 1.3 Обґрунтування використання гречаного борошна для отримання борошняної суміші

«Гречане борошно, будучи продуктом переробки гречки, за хімічним складом і харчовою цінністю перевищує пшеничне борошно вищого гатунку. Гречка і продукти її переробки мають високий вміст білків, жирів, вуглеводів, збалансованих незамінних амінокислот, вітамінів Ві, В2, РР, рутина, Е, макро- та мікроелементів та ін» [23, 66].

Завдяки збагаченому хімічному складу гречка та продукти її переробки можуть підвищувати харчову цінність.

Залежно від способу підготовки зерна гречки до помелу гречане борошно, як продукт переробки гречки, може мати різний хімічний склад, що впливає на її технологічні властивості.. У зв'язку з цим були вивчені та проаналізовані відомості науково-технічної літератури про хімічний склад та харчову цінність гречки та продуктів її переробки, способи виробництва гречаного борошна, відомості про застосування гречаного борошна та інших продуктів переробки гречки у хлібопекарському виробництві.

#### 1.3.1 Хімічний склад і харчова цінність гречки та продуктів її переробки

Гречане борошно є однорідним сипучим продуктом з дрібними частинками оболонки, має бежево-рожевий, світло- і темно-бежевий колір, властивий гречаній крупі запах.

Гречане борошно є продуктом переробки гречаного проділу або дрібних фракцій ядриці, які отримують за традиційною схемою виробництва гречаної крупи, а також цілої гречки або її окремих фракцій.

Висока біологічна цінність гречаного борошна обумовлена її білковими речовинами. Встановлено, що за поживною цінністю білки гречки є найкращими із відомих джерел білків у рослинному світі. Білки гречаного зерна становлять 92,3% поживної цінності сухого молока та 81,4% білків курячих яєць [121, 124].

Хімічний склад гречаної ядриці та пшеничного борошна, % на суху речовину наведено в табл. 1.1 [116].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад гречаної ядриці та пшеничного борошна

Продукт	Хімічний склад, % на суху речовину						
	Білки	Жири	Вуглеводи				Зола
			Сума	Крохмаль	Цукри	Клітковина	
Гречка ядриця	14,7	3,8	79,5	70,5	1,6	1,3	2,0
Пшеничне борошно							
Вищий сорт	12,0	1,0	86,3	78,7	0,2	0,1	0,6
I сорт	12,3	1,5	85,1	78,0	2,0	0,2	0,8
II сорт	13,6	2,0	82,3	73,0	2,1	0,7	1,3

Біологічна та поживна цінність гречаного борошна полягає у високому вмісті незамінних та сірковмісних амінокислот, у збалансованості амінокислотного складу [23, 96, 97, 98, 121, 127, 129], порівняно з пшеничним та житнім борошном (табл. 1.2).

Гречка порівняно з бобовими та злаковими культурами має високий вміст лізину, який є цінним компонентом підвищення поживності гречаної крупи для людини. За вмістом лізину гречка перевершує просо, пшеницю, жито, за вмістом валіну наближається до молока, лейцину - до яловичини, фенілаланіну - до молока і яловичини [36]. Головним джерелом біосинтезу лізину є аспаргінова кислота, вміст якої у зерні гречки також значний.

Вуглеводний комплекс зерна гречки поряд з білковим комплексом визначає високу поживну цінність цієї культури. До складу вуглеводного комплексу плодів гречки входять крохмаль, клітковина та цукру, причому частку вуглеводів припадає до 85% сухої речовини.

Вміст крохмалю в гречки може коливатися в широких межах від 50 до 75%. (1,2 – 1,8%). Основним цукром у зерні гречки є сахароза, вміст якої становить 22 -

42% від суми цукрів (фруктоза, глюкоза, мальтоза, рафінозу). Зерно гречки відрізняється високим вмістом глюкози та фруктози (відповідно 18 – 26% та 14 – 24%). Мальтоза і рафінозу займають приблизно однаковий обсяг серед цукрів - 11 - 17% [97, 100, 121].

Таблиця 1.2 – Вміст незамінних амінокислот у гречаній ядриці, пшеничному і житньому борошні, мг на 100 г продукту

Амінокислота	Вміст, мг на 100 г продукту						
	Гречана ядриця	пшеничне борошно			житнє борошно		
		в/с	1с	2с	сіяне	обдирне	оббивне
Валін	590	471	510	525	410	510	520
Ізолейцин	460	430	530	560	260	380	400
Лейцин	745	806	813	840	480	580	690
Лізін	530	250	265	330	230	300	360
Метіонін	320	153	160	170	100	120	150
Треонін	400	311	318	365	200	260	320
Триптофан	180	100	120	130	100	ПО	130
Фенілаланін	592	500	580	595	410	500	600
Сумма	3817	3021	3296	3515	2190	2760	3170

Жири гречки становлять велику поживну цінність, оскільки вони представлені переважно стійкими до окислення жирними кислотами. Жирнокислотний склад ядра гречки найповніше вивчений Нечаєвим А.П. та Белової З.А. [4, 70].

Вміст загальних ліпідів у крупі становить 3,0 - 4,6%. Ліпіди утворюють у рослинній клітині стійкі комплекси з білками та вуглеводами. За характером зв'язку та способу виділення вони поділяються на вільні, пов'язані та міцно пов'язані.

Ядро гречки відрізняється високим вмістом вільних ліпідів – 3,0 – 3,4%, кількість пов'язаних ліпідів становить 0,8 – 0,9%, міцно пов'язаних – 0,1 – 0,2%.

У ліпідному комплексі визначено 14 жирних кислот. Переважаючими кислотами в зерні гречки є пальмітинова, олеїнова та лінолева жирні кислоти, трохи меншою кількістю містяться стеаринова та ліноленова кислоти. Дані жирнокислотного складу свідчать про високий рівень їх насиченості. До складу ліпідів гречки у значній кількості входить лецитин, що сприяє виведенню холестерину з організму.

Вітаміни в плодах гречки представлені в основному біотином, ніацином, нікотиною кислотою, пантотеновою кислотою, рибофлавіном та тіаміном [37, 121]. Вітамінний комплекс гречки також містить вітамін Е,  $\beta$  – каротин, вітамін В6. Вітамін Е має антиоксидантні властивості та сприяє тривалому зберіганню зерна гречки [37].

З даних, представлених у табл. 1.3, видно, що гречана крупа порівняно з пшеничним борошном набагато багатшим магнієм, залізом, йодом та цинком, а також усіма вітамінами (табл. 1.3).

Відомо, що у всіх видах хлібобулочних виробів калій та особливо кальцій є дефіцитними елементами. Особливо відчутний їхній недолік у хлібі з борошна високих сортів [102]. «Вміст калію та кальцію в гречаній крупі значно вищий у порівнянні з пшеничним та житнім борошном, що є незаперечною перевагою даної культури, і вона може стати потенційним джерелом підвищення поживної цінності хлібобулочних виробів з пшеничного та житнього борошна як додатковий рецептурний компонент» [89].

«Гречане борошно проти борошном з інших культур містить високу кількість макро- і мікроелементів (Ca, Fe). Крім того, в гречаній крупі міститься лецитин, що має лікувальні властивості. Великий вміст цистину і цистеїну говорить про високу радіозахисну властивість гречаної крупі» [89].

В основному вітаміни і вищезгадані мінеральні речовини містяться в оболонках пшениці, які видаляються у висівки при виробництві борошна. «Технологічний процес виробництва гречаного борошна включає такі технологічні операції: очищення зерна від домішок, подрібнення, сортування продуктів подрібнення, контроль борошна. Таким чином, гречане борошно

виробляється повністю з повноцінного зерна гречки, зберігаючи всі його поживні компоненти і здатна підвищувати харчову цінність хлібобулочних виробів» [16].

Таблиця 1.3 – Вміст мінеральних речовин та вітамінів у гречаній ядриці, пшеничному та житньому борошні, мг на 100 г продукту

Речовина	Вміст мінеральних речовин і вітамінів						
	гречана ядриця	пшеничне борошно			житнє борошно		
		в/с	1с	2с	сіяне	обдирне	оббивне
<b>Мінеральні речовини, мг</b>							
калій	380	122	176	251	-	-	-
кальцій	20	18	24	32	-	-	-
магній	200,0	16,0	44,0	73,0	25,0	60,0	750
фосфор	298	86	115	184	-	-	-
залізо	6,6	1,2	2,1	3,9	2,9	3,5	401
<b>Вітаміни, мг</b>							
β - каротин	0,006	-	сліди	0,006	сліди	0,005	0,010
токоферол	6,65	2,57	3,05	5,37	2,04	3,66	4,20
піридоксин	0,40	0,17	0,22	0,50	0,10	0,25	0,35
ніацин	4,19	1,20	2,20	4,55	0,99	1,02	1,16
рибофлавін	0,20	0,04	0,08	0,12	0,04	0,13	0,15
тіамин	0,43	0,17	0,25	0,37	0,17	0,35	0,42
рутин	90-260	-	-	-	-	-	-

Є літературні дані [60, 97, 101] про вміст у гречці та гречаному борошні амілолітичних ферментів, а також ліпоксигенази.

Відомо, що важливу роль в окисних процесах, що впливають на структурно-механічні властивості тіста і колір м'якуші хліба, грає фермент ліпоксигеназа. Цей фермент каталізує окислення киснем повітря деяких високомолекулярних жирних кислот (лінолева, ліноленова, арахідонова), а також складних ефірів, що утворюються ними, в результаті чого виникають гідроперекиси цих кислот.

Фермент ліпоксигеназа через утворювання ним перекисів і гідроперекисів ненасичених жирних кислот бере участь в окисненні.

Продукти з гречаного борошна мають знижений глікемічним індексом, згідно з табл. 1.4 [55, 115].

Таблиця 1.4 – Глікемічний індекс (ГІ) продуктів харчування

Продукт	ГІ	Порція, яка містить 1 хлібну одиницю (12 г вуглеводів) в г в мірах	
Пшеничне борошно (в/с)	70	45	2 чайних ложки
Житній хліб	50	25-30	1 шматок
Пшеничний хліб з борошна в/с	50	25	4 шматка
Пшеничний хліб з висівками	50	25-30	4 шматка
Житній хліб з висівками	40	25	4 шматка
Гречана крупа	40	25	—
Печиво просте солодке	55	18	—
Вівсяне печиво	55	20	1 штука

Глікемічний індекс вказує на відносну здатність того чи іншого продукту перероблятися у глюкозу крові. Еталонний продукт, призначений для порівняння глікемічного індексу, має значення, що дорівнює 100 одиниць. В одних методиках еталонним продуктом є глюкоза, в інших методиках - білий хліб. Глікемічний індекс свідчить про ступінь засвоюваності глюкози у кишечнику та, відповідно.

Глікемічний індекс гречаної крупи дорівнює 40 одиницям, відносить цей продукт до категорії продуктів з пониженим глікемічним індексом.

### 1.3.2 Способи виробництва гречаного борошна

Гречане борошно, як продукт переробки гречки, має широке застосування як дієтичного і лікувального продукту [54]. Гречане борошно є цінним продуктом дитячого харчування. Є відомості про її застосування як компоненти хлібопекарських покращувачів, вона використовується для виробництва кондитерських виробів, а також у пивоварному виробництві [24, 42, 101, 103].

Гречане борошно є найбільш підходящим продуктом переробки гречки для її застосування у хлібопекарській промисловості. За умови, що гречане борошно доцільно вносити замість частини пшеничного або житнього борошна, воно є більш відповідним продуктом за рахунок схожого з пшеничним або житнім борошном гранулометричного складу. Дрібніший розмір часток гречаного борошна на відміну від гречаного проділу дозволяє здійснювати більш ефективне змішування з пшеничним або житнім борошном, а також уникати помітних включень продукту переробки гречки в готових хлібобулочних виробках.

В даний час в Україні випускають борошно гречане I сорту відповідно до вимог ДСТУ 7702:2015 «Борошно гречане. Технічні умови», а також гречане борошно для дитячого харчування за ГОСТ 27168 - 86.

Гречане борошно виробляється з проділу або дрібних фракцій ядриці, які отримують за традиційною схемою виробництва гречаної крупи. Гідротермічна обробка гречки у процесі підготовки до помелу не є обов'язковим технологічним прийомом. Зерно гречки піддається гідротермічній обробці за потреби.

Для ефективного управління технологічними та біохімічними властивостями зернової сировини застосовуються різні способи впливу на зерно теплом та вологою: екструдування, пропарювання, нагрівання конвективним, кондуктивним способом, високотемпературне сушіння, НВЧ-поле, підсмажування тощо.

Найбільш поширеними способами є виробництво гречаного борошна із зерна без попередньої термовологої обробки зерна (вологотеплова - ВТО, та гідротермічна обробка - ГТО) та із застосуванням додаткової технологічної стадії у вигляді ВТО та ГТО зерна.



Відомі способи термовологої обробки є сукупністю впливу на зерно води, тепла і робочих органів машин протягом певного проміжку часу.

Вплив різних джерел тепла та вологи на зерно призводить до значних його технологічних, структурно-механічних та біохімічних змін. У роботі Матуєва Л.В., Цибікова Г.Ц., Аюшева О.Г. [60] було визначено, що з вологотеплової обробці зерна гречки досягається підвищення кількості декстринів до 2%. Таким чином, частина вуглеводів переходить у простіші форми, що впливають на підвищення засвоюваності продукту.

Дослідження білкового комплексу ядра гречки показали, що з вологотеплової обробці майже змінюється загальний вміст білка. Фракційний склад зазнає деяких змін: водорозчинна фракція білка зменшується на 12,1%, спиртовмісна фракція - на 1,69%, лужнорозчинна - на 0,6%. Спостерігається зростання нерозчинного залишку на 14,4%. При вологотепловій обробці відбувається зміна вмісту харчових волокон, кількість клітковини зменшується, а вміст пектинових речовин збільшується, відзначається зміна ліпідного комплексу.

Відбувається незначне зниження загального вмісту ліпідів та зміна жирнокислотного складу. У ядрі вміст пальмітинової кислоти зростає на 4,4%. Виявлено, що олеїнова кислота зменшується на 42%, лінолева кислота на 65%. Зниження вмісту деяких жирних кислот, ймовірно, пов'язане з утворенням пов'язаних форм із присутністю ліпідів. Внаслідок часткової декструкції крохмалю зростає вміст водорозчинних речовин. Застосування вологотеплової обробки призводить до більшого збереження вітамінів [60].

Пропарювання зерна практично не призводить до зміни кількості вітаміну Е в гречці, що підтверджує його стійкість до дії підвищених температур та позитивно впливає на подальший процес зберігання пропареної крупи. Виявлено зміни властивостей крохмалю зерна гречки при гідротермічній обробці.

При гідротермічній обробці в зерні збільшується вміст зруйнованих гранул крохмалю, відбувається процес набухання дрібних гранул крохмалю, при цьому набухання відбувається в гранулах до певної межі і закінчується їх руйнуванням.

Проте, при набуханні гранул крохмалю відбувається руйнація не всіх, лише великих гранул [57].

Пропарювання зерна гречки призводить до значної різномірності гранул крохмалю. Збільшення тиску пари посилює процес утворення фракцій крохмалю і істотно впливає на кінетику процесу клейстеризації крохмальних гранул, знижуючи температуру початку та закінчення процесу [57].

Таким чином, застосування вологотермічної та гідротермічної обробки зерна призводить до значних змін хімічного складу зерна, покращує його технологічні властивості, споживчі властивості та робить зерно більш цінним для переробки на борошно. Гречане борошно та інші продукти переробки гречки залежно від способу одержання мають різні технологічні властивості і мають різне застосування при виробництві продуктів харчування, зокрема при виробництві хлібобулочних виробів.

### 1.3.3 Використання гречаного борошна в хлібопекарській галузі

«Гречане борошно, як правило, застосовується у сумішах з іншими видами борошна з бобових, круп'яних та олійних культур, або в невеликих дозуваннях при виробництві хлібобулочних та макаронних виробів» [94].

Вченими [94] запропонована суміш із різних видів борошна з бобових, круп'яних та олійних культур для збагачення хлібобулочних виробів, підвищуючи їх біологічну, мінеральну та вітамінну цінність. «Розроблено композиційну суміш, що складається з горохового, пшоняного, рисового та гречаного борошна у співвідношенні 1,1: 1,4: 0,4: 0,5» [94].

«Дану суміш рекомендується вносити в кількості 11-17% у хлібобулочні вироби з пшеничного борошна першого сорту, що дозволяє збільшувати біологічну цінність продуктів на 9,5 - 10,2%, вітамінну - на 20 - 37,3% та мінеральну - на 11,4 - 26,5%; енергетична цінність знижується на 15,7 - 17,5%. При збільшенні дозування збагачувача спостерігається незначне погіршення структурно-механічних властивостей м'якуші хліба, прояв сірого відтінку м'якушів виробів, незначне зниження їх пористості» [94].

Спільне російсько-французьке підприємство "Серес-Суффле" розробило багатокomпонентну суміш для хліба "8 злаків". До складу багатокomпонентної суміші входять пшеничні та житні пластівці, цільне житнє та пшеничне борошно, а також ячмінне, вівсяне, рисове, гречнєве та півб'яне борошно, соєві продукти, пшенична клейковина, насіння соняшнику, коричневого льону та кунжуу. «Суміш «8 злаків» рекомендується для хліба, збагаченого білками, вітамінами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами та інші харчовими компонентами, тобто. продукту підвищеної харчової та біологічної цінності» [120].

Дослідниками [119] запропоновано включення гречаного борошна до складу мультизернової композитної суміші, що складається з вівсяних пластівців, кукурудзяної крупки, мультизернового преміксу. Гречане борошно вноситься в кількості 5 і 7% до маси пшеничного борошна (замість пшеничного борошна). Найкращий ефект відзначається при застосуванні гречаного борошна у кількості 5% до маси пшеничного борошна.

Державним науково-технічним інститутом хлібопекарської промисловості «проведено дослідження технологічних властивостей борошна з круп'яних культур - ячмінь, овес, рис, гречка, кукурудза та розроблено на їх основі склади композитних сумішей для хлібобулочних виробів» [53]. «Оптимальне дозування, при якому досягається позитивна якість хліба, для рисового, гречаного, вівсяного, ячмінного та кукурудзяного борошна становить 10%» [53]. У разі збільшення дозування спостерігається погіршення фізичних властивостей тіста. Рекомендується використання борошна з круп'яних культур при виробництві хліба, що дозволяє скоротити витрати основної сировини, розширити асортимент і підвищити харчову цінність.

«Для розширення асортименту та створення хліба підвищеної харчової цінності розроблена пшенично-гречана композиція (90:10), яка застосовується для вироблення хліба, в рецептуру якої включено житнє борошно (50%). Гречане борошно застосовується як збагачувач дефіцитних речовин пшеничного борошна» [118].

Проведено роботу зі збагачення макаронних виробів рослинними добавками для збільшення вмісту мікронутрієнтів, вітамінів та створення нових видів продуктів функціонального харчування. Гречане борошно вноситься у кількості 5% до маси пшеничного борошна. Єдиним недоліком макаронних виробів із застосуванням гречаного борошна є сірий колір виробів за рахунок темних відтінків гречаного борошна [93].

Відомо про застосування гречаного борошна у кондитерському виробництві. Зростання попиту на кондитерські вироби і дефіцит окремих видів вихідних компонентів зумовлює використання гречаного борошна в кондитерській промисловості як замітник горіха при виробництві горіхових цукеркових мас [24].

Хлібобулочні вироби із застосуванням гречаного борошна можуть бути рекомендовані як дієтичні та функціональні продукти, вони є продуктами масового споживання з привабливим смаком та ароматом гречки.

Рекомендується застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів у кількості до 12% до маси пшеничного борошна або сумішей пшеничного та житнього борошна, а також у складі хлібопекарських сумішей у кількості до 10%. Відсутні відомості про застосування гречаного борошна понад 12% до маси борошна пшеничного вищого сорту.

При цьому відомості про коригування технологічного процесу при застосуванні гречаного борошна у виробництві хлібобулочних виробів мають фрагментарний характер. Відсутні технологічні рекомендації до гречаного борошна та способу виробництва хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна гарної якості.

#### 1.4 Мета і завдання досліджень

Метою наукових досліджень є обґрунтування технології борошняних сумішей для продуктів функціонального призначення хлібної групи.

Об'єкт досліджень – пшеничне та гречане борошно.

Предмет досліджень – технологія виробництва борошняних сумішей.

Відповідно до мети досліджень передбачається виконання наступних завдань:

- 1) визначити вплив гречаного борошна на властивості суміші з пшеничним борошном;
- 2) визначити вплив використання суміші гречаного і пшеничного борошна на властивості тіста;
- 3) розрахувати харчову та енергетичну цінність розробленої борошняної суміші;
- 4) визначити вплив використання суміші гречаного пшеничного борошна на властивості хліба.

Висновки по розділу.

В огляді науково-технічної літератури розглянуто причини підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів для отримання функціональної спрямованості виробів; систематизовано вимоги до функціональних продуктів харчування. У цьому розділі докладно представлений хімічний склад гречки та продуктів її переробки; систематизовано способи застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів, функціональні властивості гречаного борошна та можливі технологічні ефекти від його застосування під час виробництва хлібобулочних виробів.

Встановлено відсутність чітких технологічних вимог до якості гречаного борошна, призначеного для виробництва хліба із пшеничного борошна.

Відомості про технологічні режими застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна носять розрізнений характер.

Існуючі розроблені рецептури виробництва хлібобулочних виробів із застосуванням гречаного борошна, а також способи застосування гречаного борошна у невеликій кількості у складі хлібопекарських поліпшувачів вимагають подальшого вивчення та вдосконалення для розробки технології виробництва

хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного борошна з застосуванням гречаного

Таким чином, розробка борошняної суміші з пшеничного та гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів залежно від технологічних характеристик гречаного борошна та вимог до готових виробів, є актуальним завданням, має наукову новизну та практичне значення.

## 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Структурна схема проведених досліджень представлена на рисунку 2.1.

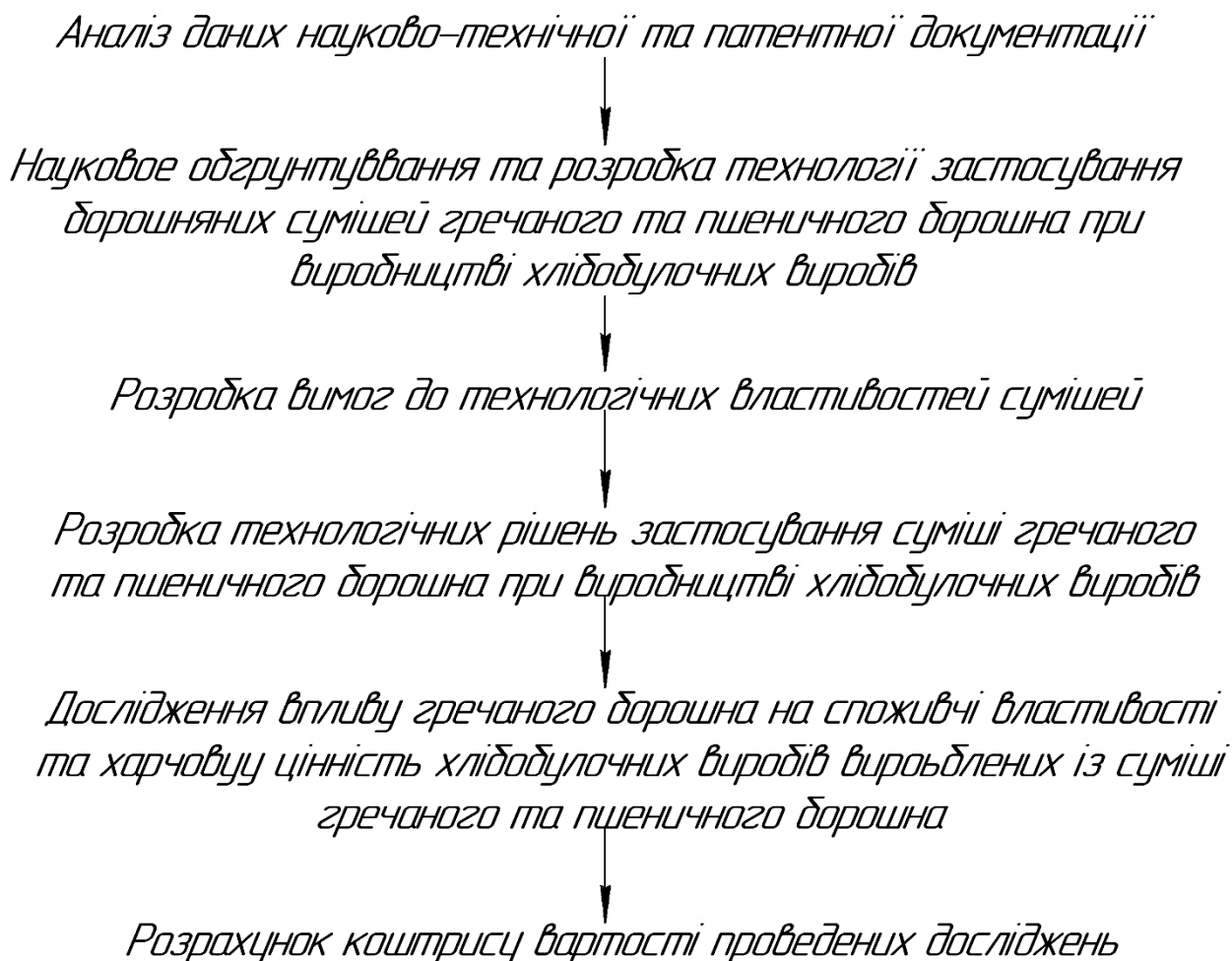


Рисунок 2.1. – Структурна схема проведення дослідження

2.1 Сировина та матеріали, що застосовувалися під час проведення досліджень

У дослідженнях використовували пшеничне борошно вищого гатунку (ДСТУ 52189-2003), гречане борошно 1 гатунку (що відповідає вимогам ТУ 9293-005-00932169-96) отримане на мелькомбінатах м. Дніпро.

Під час проведення досліджень використовували таку сировину:

- дріжджі пресовані хлібопекарські (ГОСТ 171-81);
- сіль кухонну харчову «Екстра» (ДСТУ 13830-97);

- цукор-пісок (ДСТУ 21 - 94);
- олія рослинна - соняшникова (ГОСТ 1129 - 73);
- воду питну, що відповідає показникам за СанПіН 2.1.4.559 96;
- крохмаль кукурудзяний (ДСТУ 51985-2002);
- камедь ксантанову, що відповідає вимогам СанПіН 2.3.2.1078-01;
- камедь гуарову, що відповідає вимогам СанПіН 2.3.2.1078-01;
- покращувач хлібопекарський який відповідає вимогам державних санітарно-епідеміологічних правил та норм відповідно до СЕЗ №77.99.02.916.Д.009419.12.03 від 25.12.2003.

## 2.2 Методи досліджень, що застосовувалися у роботі

Дослідження проводили в лабораторії кафедри «Технології зберігання і переробки с.г. продукції Дніпровського державного аграрно-економічного університету та в умовах приватного підприємства «Самріз» міста Дніпро.

### 2.2.1 Методи дослідження властивостей сировини

Проби пшеничного борошна аналізували за такими показниками якості: вологість, кислотність, вміст клейковини та її властивості, автолітична активність за показником «числа падіння».

Вологість борошна визначали за ДСТУ 9404-2003.

Вміст масової частки сирої клейковини визначали за методикою, наведеною у посібнику [87].

Реологічні властивості сирої клейковини визначали за її здатністю чинити опір деформуючого навантаження стиснення на приладі ІДК-2М за методикою, наведеною у керівництві [87].

Визначення автолітичної активності пшеничного борошна здійснювали на приладі Амілотест АТ-97 (ПП- ТА) за методикою, наведеною в керівництві [25].

Проби гречаного борошна аналізували за такими показниками якості: вологість, гранулометричний склад, зольність, органолептичні показники.



Визначення гранулометричного складу гречаного борошна проводили на лабораторному розсіві, технологічна схема якого представлена на рисунку 2.2

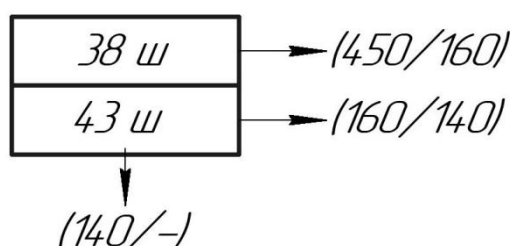


Рисунок 2.2 – Схема лабораторного розсіву для помелу гречаного борошна

Зольність гречаного борошна визначали за ДСТУ 51411-99 (ІСО 2171 93) «Зерно та продукти його переробки».

Органолептичну оцінку гречаного борошна здійснювали відповідно до ТУ 9293-005-00932169-96.

Дріжджі пресовані хлібопекарські аналізували за показником підйомної сили, що визначається за швидкістю підйому тіста відповідно до ГОСТ 171-81.

Сіль кухонну харчову «Екстра» аналізували органолептично відповідно до ДСТУ 13830-97.

Цукор-пісок аналізували органолептично відповідно до ДСТУ 21-94.

Рослинну олію аналізували органолептично відповідно до ДСТУ 52465-2005.

### 2.2.2 Способи приготування гречаного борошна, тіста та хліба із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Проби гречаного борошна було приготовлено на кафедрі «Технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції» на установці МЛУ. При приготуванні проб гречаного борошна із зерна з гідротермічною обробкою (ГТО) використовували додатковий технологічний прийом підготовки зерна до помелу – пропарювання з наступними параметрами – тиск пари 0,25 МПа, тривалість пропарювання 5 хвилин. Було приготовлено 8 проб гречаного борошна різного

гранулометричного складу 140/-, 160/140, 450/160, -/450 мкм із зерна із ГТО та із зерна без ГТО.

Приготування тіста та випічку хлібобулочних виробів здійснювали у лабораторних умовах кафедри «Технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції» ДДАЕУ.

Для приготування тіста готували суміші з пшеничного борошна вищого гатунку з гречаним борошном при різних співвідношеннях. Проби сумішей борошна готували шляхом механічного змішування наважок пшеничного борошна вищого гатунку та відповідних ним наважок гречаного борошна у співвідношеннях, представлених у таблиці 2.1.

При проведенні досліджень впливу різних дозувань гречаного борошна на якість тіста та готових виробів, суміші пшеничного та гречаного борошна готували у співвідношеннях, представлених у таблиці 2.1, тісто готували безопарним способом відповідно до рецептури, представленої в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Способи приготування сумішей пшеничного борошна вищого гатунку та гречаного борошна

Найменування сировини	Кількість сировини, що вноситься (% до маси пшеничного борошна вищого гатунку)										
Пшеничне борошно вищого	100	95	93	90	85	80	70	50	30	10	-
Гречане борошно	-	5	7	10	15	20	30	50	70	90	100

Таблиця 2.2 – Рецептатура хліба із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Найменування сировини	Кількість сировини, що вноситься (% до маси сумішей борошна)
Суміш пшеничного борошна вищого гатунку та гречаного борошна	100
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5
Сіль кухонна харчова	1,5
Вода	за розрахунком, виходячи з вологості тіста 40 – 48 %

При проведенні досліджень впливу додаткових рецептурних компонентів (олії та цукру-піску) на якість хлібобулочних виробів суміші пшеничного та гречаного борошна готували у співвідношеннях, представлених у таблиці 2.1. Тісто готували безопарним способом відповідно до рецептури, представленої в таблиці 2.3, 2.4.

Таблиця 2.3 – Рецептатура хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Найменування сировини	Кількість сировини, що вноситься (% до маси сумішей борошна)
Суміш пшеничного борошна вищого гатунку та гречаного борошна	100
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5
Сіль кухонна харчова	1,5
Рослинна олія	1 – 2
Вода	за розрахунком, виходячи з вологості тіста 40 – 48 %

Таблиця 2.4 – Рецептатура хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Найменування сировини	Кількість сировини, що вноситься (% до маси сумішей борошна)
Суміш пшеничного борошна вищого гатунку та гречаного борошна	100
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5
Сіль кухонна харчова	1,5
Рослинна олія	1 – 2
Цукор	1 – 2
Вода	за розрахунком, виходячи з вологості тесту 40 – 48 %

При проведенні дослідження впливу технологічних факторів (кількість дріжджів та вологість тіста) на якість хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна тісто готували безопарним способом згідно з рецептурою приготування хліба, представленої в таблиці 2.5.

При проведенні дослідження впливу солі на якість хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна тісто готували безопарним способом відповідно до рецептури приготування хліба, представленої в таблиці 2.6.

Кількість води для замісу тіста визначали за формулою відповідно до методики, наведеної в посібнику [82]. Температура води для замісу тіста становила 26 – 28 °С.

Сіль кухонну харчову та цукор-пісок вносили у водному розчині, пресовані дріжджі – у вигляді суспензії. Усю сировину зважували на вагах «GP 3100 Sartories».

Таблиця 2.5 – Рецептатура хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Найменування сировини	Кількість сировини, що вноситься (% до маси сумішей борошна)		
Пшеничне борошно вищого гатунку	70	50	30
Гречане борошно	30	50	70
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1 – 5, відповідно до матриці планування експерименту за методом центрального композиційного уніформротатабельного планування		
Сіль кухонна харчова	1,5		
Вода	за розрахунком, виходячи з вологості тіста 40 – 48 %		

Таблиця 2.6 – Рецептатура хліба із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Найменування сировини	Кількість сировини, що вноситься (% до маси сумішей борошна)		
Пшеничне борошно вищого гатунку	70	50	30
Гречневе борошно	30	50	70
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5		
Сіль кухонна харчова	0,5 – 2,5		
Вода	За розрахунком, виходячи з вологості тіста 40 – 48 %		

Хлібопекарські покращувачі та структуроутворюючі речовини вносили безпосередньо в борошно перед замісом тіста.

Тісто замішували на лабораторній тістомісильній машині «Diosna» на середній швидкості протягом 5 хвилин. Бродіння тіста проводили в термостаті за температури 30 – 32 °С. Тривалість бродіння тіста становила 90 – 150 хвилин. Кожні 60 хвилин проводили обминання. Потім тісто вручну обробляли на шматки і формували.

Сформовані тістові заготовки укладали у форми і поміщали в розстойну шафу. Розстойку проводили протягом 25 – 80 хв (до готовності) при температурі 38 – 40 °С, вологості повітря в шафі становила 75 – 85 %.

Випікання хліба проводили в лабораторній хлібопекарській печі при температурі 225 °С. Тривалість випікання хліба становила 25 – 30 хвилин.

Випечені вироби зберігали при температурі 18 – 20 °С у поліетиленовій упаковці. Готові вироби аналізували через 4, 24, 48 та 72 години після випічки

### 2.2.3 Методи оцінки властивостей сумішей пшеничного та гречаного борошна

У сумішах пшеничного та гречаного борошна, приготовлених відповідно до таблиці 2.1, визначали масову частку води, кількість та якість сирої клейковини, газоутворювальну, водозв'язувальну та водопоглинальну здатності, показник «числа падіння» та автолітичну активність відповідно до методик, наведених у посібниках [1].

Масову частку води сумішей пшеничного та гречаного борошна визначали за ГОСТ 9404-88 згідно з методикою, наведеною у практикумі [87], та виражали у відсотках до маси борошна.

Вміст у пшеничному борошні сирої клейковини визначали (ГОСТ 27839-88 «Визначення вмісту в борошні сирої клейковини») за методикою, наведеною в практикумі [87]. Кількість відмитої та віджатої клейковини виражали у відсотках до маси борошна без урахування вологості.

Властивості відмитої клейковини визначали за її здатністю чинити опір деформуючого навантаження стиску протягом певного часу на приладі ІДК-1 за

методикою, викладеною в керівництві [87]. Результати виміру виражали в умовних одиницях шкали приладу.

Газотворчу здатність борошна визначали волюмометричним методом на приладі Яго-Островського. Результати вимірювання виражали в сумарній кількості діоксиду вуглецю, що виділився за 5 год, см<sup>3</sup>. Методика проведення аналізу наведено у лабораторному практикумі [87].

Для оцінки стану вуглеводно-амілазного комплексу використовували інтегральну характеристику – автолітичну активність, що визначається методом «числа падіння» (ГОСТ 27676-88). Методику проведення аналізу наведено у лабораторному практикумі [87].

Водозв'язувальну здатність (ВЗЗ, %), що характеризує здатність борошна поглинати слабопов'язану вологу, перетворюючи її на міцнопов'язану, визначали за методикою, представленою в посібнику [41].

Водозв'язувальну здатність виражали у відсотках і визначали за такою формулою:

$$B33 = \frac{m_2 - m_0}{m_1} \quad (2.1)$$

де  $m_0$  – маса порожньої пробірки, г;

$m_1$  – маса наважки борошна, г;

$m_2$  – маса вологої пробірки з борошном, г;

Водопоглинальну здатність (ВПЗ, %), що характеризує здатність борошна з базисною вологістю поглинати необхідну кількість води для отримання тіста заданої консистенції, визначали на приладі фаринограф згідно з методикою, наведеною в лабораторному практикумі [59].

#### 2.2.4 Методи оцінки властивостей тіста

Тісто для приготування хліба готували за рецептурами, наведеними у розділі 2.2.2. У пробах тіста, що бродило протягом 90 – 150 хв, з обминками

через кожну годину, визначали масову частку вологи, кислотність, реологічні властивості тіста, за методиками наведеними в посібниках [26].

Масову частку вологи тіста із сумішей пшеничного борошна вищого гатунку та гречаного борошна, приготованих відповідно до таблиці 10, визначали відповідно до методик, наведених у посібнику [8].

Реологічні властивості тіста із сумішей пшеничного та гречаного борошна, приготовлених відповідно до таблиці 2.1, аналізували на приладах фаринограф та структурометр СТ-1М відповідно до методик, наведених у посібниках [59, 68].

### 2.2.5 Методи оцінки якості хлібобулочних виробів

Проби випечених хлібобулочних виробів аналізували через 4, 24, 48, 72 та 168 годин після випічки за фізико-хімічними та органолептичними показниками якості.

З фізико-хімічних показників якості хлібобулочні вироби визначали такі показники, як питомий об'єм, вологість м'якушу, кислотність м'якуша, пористість, пластичну та пружну деформацію м'якуша, крихтість та фізико-хімічні властивості м'якуша.

Питомий об'єм хлібобулочних виробів визначали за методикою, наведеною у посібнику [8].

Вологість і кислотність м'якушу визначали за методикою, наведеною в посібнику [8].

Пористість хлібобулочних виробів визначали стандартним методом за допомогою приладу Журавльова за ГОСТ 5669-51.

Реологічні характеристики м'якішу готових виробів визначали на приладі структурометр СТ-1М, пенетрометр, відповідно до методик наведених у посібниках [59, 87].

Реологічні властивості крохмального гелю м'якуші хлібобулочних виробів визначали на приладі Амилотест АТ-97 при роботі в режимі №3 відповідно до методики описаної в посібнику [59].

Крихтість м'якуша хлібобулочних виробів визначали відповідно до



методики, описаної в посібнику [87].

Гідрофільні властивості м'якуші хлібобулочних виробів визначали відповідно до методики Катца, наведеної в посібнику [87].

Процес черствіння хлібобулочних виробів оцінювали за показниками реологічних та фізико-хімічних характеристик м'якушу готових виробів, відповідно до методики [6]. Для об'єктивної оцінки процесу черствіння хліба враховували кут нахилу між променем, що відображав зміну реологічних і фізико-хімічних показників м'якішу готових виробів у часі і променем, спрямованим паралельно осі абсцис з точки, що відповідає першому виміру реологічних і фізико-хімічних характеристик, контрольної та експериментальної проб.

При органолептичній оцінці визначали такі показники як зовнішній вигляд (правильність форми, фарбування кірки, стан поверхні), стан м'якуша (колір м'якуша, еластичність, стан пористості, розжовування), смак і аромат хлібобулочних виробів. Визначення всіх показників проводили згідно з баловою методикою та методикою сенсорного аналізу, наведених у керівництві [87].

Сенсорний аналіз здійснювали за допомогою аналітичного кількісного описового методу, що ґрунтується на оцінці інтенсивності того чи іншого імпульсу, відповідно до стандарту ISO 6658:1985 «Сенсорний аналіз. Методологія Загальне керівництво».

Сенсорний аналіз включав такі етапи: формування дегустаційної комісії: складання списку описових термінів (дескрипторів), відтворення переліку термінів, вибір вихідних продуктів, тренінг дегустаційної комісії, застосування профільного методу для оцінки якості готових виробів.

До списку дескрипторів хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна увійшли такі терміни:

- характеризуючі імпульси аромату: характерний пшеничному хлібу, характерний гречаній крупі, горіховий, здобний, кислий, прісний, пліснявий, гіркий;
- характеризуючі імпульси текстури м'якуша: м'який, пружний і еластичний, некрихкий, незаминний, добре розжовується;

- характеризуючі імпульси смаку: солоний, солодкий, кислий, прісний, характерний для пшеничного хліба, характерний для гречаної крупи, жирний, пісний.

Кожен дескриптор оцінювався випробувачами за п'ятибальною шкалою: - ознака відсутня; 1 – тільки впізнаний чи відчувається; 2 – досить чітка інтенсивність; 3 – помірна інтенсивність; 4 – сильна; 5 – дуже сильна інтенсивність.

Анкета для сенсорного аналізу хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна представлена у Додатку 5.

Розрахунок харчової цінності хліба здійснювали відповідно до Методичних вказівок з розрахунку хімічного складу хлібобулочних виробів.

Глікемічний індекс (ГІ) розраховували за середнім арифметичним значенням значень ГІ кожного інгредієнта рецептури хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна, визначені за даними офіційної «Бази глікемічних індексів продуктів харчування» та таблицях, наведених у посібниках з розрахунку дієт для людей, та надмірною вагою [55, 65].

#### 2.2.6 Спеціальні методи дослідження

У пробах випечених хлібобулочних виробів було проведено аналіз вмісту слабо пов'язаної та міцно пов'язаної вологи за допомогою методу ядерно-магнітного резонансу на приладі релаксометр MARAN Ultra (OXFORD Instruments). Аналіз проб хліба здійснювали у процесі його зберігання через 4, 72 та 168 годин після випічки.

Принцип дії приладу релаксометр MARAN Ultra (OXFORD Instruments) заснований на явищі резонансного поглинання речовиною радіочастотної електромагнітної енергії імпульсів, що досліджуються. Даний прилад працює на основі постійних магнітів (з рідкоземельних матеріалів). Досліджувані проби хлібобулочних виробів поміщали у пробірки, встановлювали в однорідне магнітне поле. Спини ядер проб починали рецесувати навколо напрямку магнітного поля із частотою ядерного магнітного резонансу. При додатку імпульсів слабого

випромінювання радіочастотного орієнтація спина ядер змінювалася. Після закінчення дії імпульсу ядра поверталися до початкового стану, випускаючи ЯМР-сигнал, який реєструвався аналізатором. Амплітуда сигналу залежала від кількості ядер, що резонують, а тривалість ядерної магнітної релаксації від навколишньої структури ядер проб. По амплітуді сигналу та тривалості релаксації судили про фізико-хімічні властивості досліджуваних речовин. Більш тривалий час релаксації характеризував кількість міцно пов'язаної вологи, менший час релаксації відповідав вмісту слабо пов'язаної вологи.

На релаксометрі MARAN Ultra релаксаційні параметри (час релаксації) досліджуваних проб хлібобулочних виробів було визначено за багатоімпульсною програмою «CPMG» (програма Кара -Персела - Мейбума - Гіла ), виражені у відсотках і відповідні кількості слабо- і міцно пов'язаної вологи [14, 30].

### 2.3. Характеристика сировини, що застосовувалася у роботі

Визначення показників якості та аналіз пшеничного борошна вищого гатунку проводили за методиками, наведеними в розділі 2.2.1, відповідно до ДСТУ 52189-2003. У роботі використали 8 проб пшеничного борошна вищого гатунку. Показники якості борошна, що застосовувалася у роботі, наведено у таблиці 2.8.

Таблиця 2.7 – Фізико-хімічні показники якості пшеничного борошна вищого гатунку

Найменування показника	Проби борошна							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Вологість, %	12,5	11,6	12,5	14,0	13,5	14,5	14,0	13,8
Вміст сирієї клейковини, %	26,4	26,2	26,5	25,5	26,0	28,5	29,5	27,0

Властивості сирії клейковини, од. приладу ІДК	48	57	50	58	55	54	52	56
Число падіння, с	262	354	373	354	355	364	380	358

З наведених даних видно, що всі проби пшеничного борошна вищого гатунку, що застосовувалася в роботі, за кількістю та властивостями клейковини були задовільно слабкими, належали до II групи якості та відповідали ДСТУ 52189-2003.

Відповідно до ГОСТ 27558 всі проби пшеничного хлібопекарського борошна вищого гатунку мали такі органолептичні показники:

- білий із кремовим відтінком колір;
- властивий борошну запах;
- смак, властивий пшеничному борошні, без кислуватого і гіркуватого присмаків.

У роботі використали 8 проб гречаного борошна.

Визначення показників якості та аналіз гречаного борошна проводили за методиками, наведеними у розділі 2.2.1 відповідно до ТУ 9293-005 00932169-96.

Фізико-хімічні показники якості гречаного борошна представлені у таблиці 2.8.

Органолептичні показники якості гречаного борошна, що застосовувалася у роботі, наведено у таблиці 2.9.

Таблиця 2.8 – Фізико-хімічні показники якості різних фракцій гречаного борошна

Найменування показника	Значення показника якості борошна з різним гранулометричним складом (мкм)							
	140/-		160/140		450/160		-/450	
	із зерна без ГТО*	із зерна з ГТО*	із зерна без ГТО*	із зерна з ГТО*	із зерна без ГТО*	із зерна з ГТО*	із зерна без ГТО*	із зерна з ГТО*
Вологість, %	14,5	14,2	14,0	14,5	13,8	14,0	14,0	14,5
Зольність, %	0,80	0,82	1,89	1,96	2,69	2,82	1,63	1,75
Вихід фракції, %	60,7	49,8	13,5	10,7	25,8	39,5	100	100

\*ГТО - гідротермічна обробка

Таблиця 2.9 – Органолептичні показники якості різних гречаних фракцій

Найменування показника	Значення показника якості борошна з різним гранулометричним складом ( мкм )							
	140/-		160/140		450/160		-/450	
	із зерна без ГТО*	із зерна з ГТО*	із зерна без ГТО*	із зерна із ГТО*	із зерна без ГТО*	із зерна з ГТО*	із зерна без ГТО*	із зерна з ГТО*
Колір	бежево-рожевий	світло-бежевий	бежево-рожевий	бежевий	світло-бежевий	темно-бежевий	світло-бежевий	темно-бежевий
Запах	Властивий гречаний крупі, без сторонніх запахів ,не затхлий, не цвілевий							

Смак	Характерний, не кислий, не гіркий	Характерний, не кислий, гіркуватий
Вміст мінеральних домішок	При розжовуванні не відчувається хрускоту	

Дріжджі, що застосовувалися при проведенні експерименту, пресовані хлібопекарські відповідно до вимог ГОСТ 171-81 легко ламалися, не мазалися, мали щільну консистенцію; рівномірний кремовий колір, запах та смак, властиві дріжджам. Вологість дріжджів становила 75 %.

Харчова кухонна сіль «Екстра» була білого кольору, не мала запаху та помітних оку сторонніх домішок, тобто. відповідала вимогам ДСТУ 13830-97.

Цукор-пісок мав білий з блиском колір, мав солодкий смак без сторонніх присмаків і запахів, відсутні сторонні домішки, тобто. відповідав вимогам ДСТУ 21-94.

Хлібопекарський покращувач мав порошкоподібний вигляд, світло-бежевий колір, солодкуватий смак, без різкого запаху, не мав сторонніх домішок. Гарантію якості та безпеки було підтверджено Санітарно-епідеміологічним висновком №77.99.02.916.Д.009419.12.03 від 25.12.2003 р.

Камедь ксантанова мала вигляд дрібнодисперсного порошку сіруватобілого кольору, без смаку та запаху.

Камедь гуарова мала вигляд дрібнодисперсного порошку, світло-бежевого кольору, без яскраво вираженого запаху, без смаку.

#### Висновки до розділу

Приведено загальну структурну схему проведення досліджень, охарактеризовано методи та методики проведення експериментальних досліджень, приведено характеристику основної та допоміжної сировини, що була використана при проведенні експериментальних досліджень.

### 3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Вплив гречаного борошна на властивості суміші з пшеничним борошном

Гречане борошно має унікальний хімічний склад, який може впливати на якість хлібобулочних виробів із пшеничного борошна вищого гатунку, їхню харчову цінність, глікемічний індекс, функціональні та органолептичні властивості.

Встановлено ряд переваг хімічного складу гречаного борошна порівняно з пшеничним борошном вищого гатунку. У гречаному борошні порівняно з пшеничним борошном вищого гатунку більше вмісту білка, вуглеводів, жирів, золи, мінеральних речовин (кальцію, калію, магнію, фосфору, заліза), вітамінів групи В, вітамінів РР та ін.

Білковий комплекс гречаного борошна здатний підвищити рівень засвоюваності хлібобулочних виробів із пшеничного борошна вищого гатунку, а також збагатити їх найбільш збалансованим комплексом незамінних амінокислот. Гречане борошно відрізняється збалансованим амінокислотним складом у порівнянні з іншими видами борошна з бобових, круп'яних та олійних культур.

Доцільно використовувати гречане борошно при виробництві хлібобулочних виробів з пшеничного борошна вищого гатунку для збільшення вмісту таких незамінних амінокислот як валін, ізолейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан, фенілаланін.

Відповідно до цього на першому етапі дослідження вивчали вплив гречаного борошна різного гранулометричного складу, отриманого із зерна з різною підготовкою до помелу, та дозувань гречаного борошна на якість та властивості пшеничного борошна вищого гатунку.

Для цього готували суміші з пшеничного та гречаного борошна відповідно до методики, описаної в розділі 2.

Використовували 8 видів гречаного борошна, отримані із зерна, підготовленого до помелу різними технологічними способами – без та із

застосуванням гідротермічної обробки (ГТО), та різного гранулометричного складу з характеристиками, представленими в розділі 2. Гідротермічну обробку зерна гречки проводили відповідно до загальноприйнятої методики.

У сумішах з пшеничного та гречаного борошна досліджували вміст сирової клейковини, показники опору деформації стиснення сирової клейковини та «числа падіння», газоутворювальну здатність.

Контролем служила проба суміші, виготовлена з пшеничного борошна вищого гатунку.

Результати досліджень представлені на рис. 3.1-3.4.

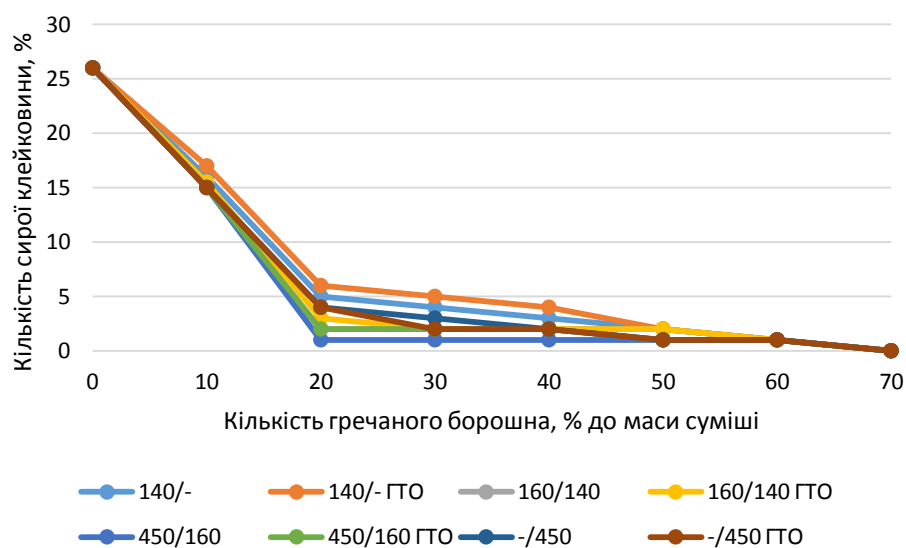


Рисунок 3.1 – Вплив гречаного борошна на вміст сирової клейковини в борошняній суміші

Аналіз даних, поданих на рис. 3.1, показав, що гречане борошно впливало на кількість і якість сирової клейковини, газоутворюючу та автолітичну здатність сумішей з пшеничного та гречаного борошна.

Ступінь цього впливу залежала від кількості гречаного борошна всіх видів, що вноситься. При внесенні гречаного борошна у кількості від 5 до 70% кількість клейковини пшеничного борошна знижувалася. При кількості гречаного борошна у сумішах понад 30% клейковина практично не відмивалася.



Мінімальне зниження кількості сирової клейковини в сумішах відзначалося при збільшенні дозувань гречаного борошна з гранулометричним складом 140/- мкм, отриману з зерна без і з ГТО обробкою, - в середньому на 9 - 98%, і гречаного борошна з гранулометричним складом -/450 отриманої із зерна із ГТО обробкою - на 16 - 98%.

Максимальне зниження кількості сирової клейковини спостерігалось при збільшенні дозувань гречаного борошна з гранулометричним складом 450/160 мкм, отриману із зерна без та з ГТО обробкою на 41 - 98% та 39 - 98%, відповідно.

Зниження кількості сирової клейковини у разі застосування всіх видів гречаного борошна відбувалося прямопропорційно збільшенню кількості гречаного борошна в сумішах з пшеничним борошном вищого гатунку, що можна пояснити повною відсутністю в гречаному борошні гліадинової і глютенінової фракцій, що утворюють клейковину, пшеничного борошна.

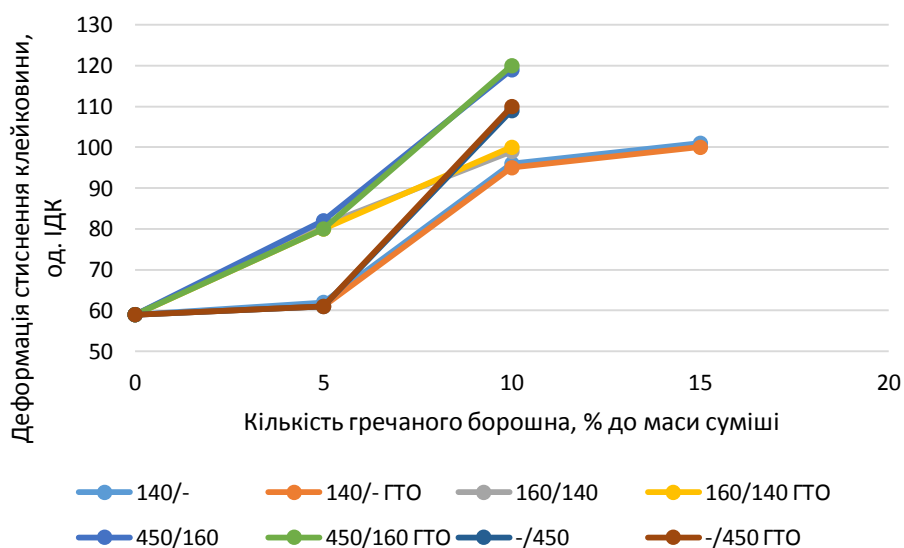


Рисунок 3.2 – Вплив гречаного борошна на зміну якості сирової клейковини в борошняній суміші

Додавання гречаного борошна надавало розслаблюючу дію на реологічні властивості клейковини, про що свідчили показання опору деформації навантаженню стиснення, представлені на рис 3.2. При додаванні гречаного

борошна в кількості більше 15% до маси сумішей пшеничного та гречаного борошна клейковину було практично неможливо відмити.

Зниження пружних властивостей клейковини відбувалося у всіх сумішах пшеничного та гречаного борошна. Ступінь зниження пружних властивостей клейковини залежала від кількості та виду гречаного борошна. Найменше розслаблення клейковини було відзначено у сумішей пшеничного борошна з гречаним борошном гранулометричного складу 140/- та -/450 мкм, отриманих із зерна без ГТО та з ГТО, на 15-40% та 10 – 41 %, відповідно.

Максимальне зниження якості клейковини встановлено у сумішах з гречаним борошном гранулометричного складу 160/140 та 450/160 мкм, отриманих із зерна без ГТО та з ГТО, на 28 – 42% та 33 – 107%, відповідно.

Ослаблення клейковини при збільшенні кількості гречаного борошна та її гранулометричного складу у сумішах з пшеничним борошном вищого гатунку є результатом зниження кількості клейковинних білків пшеничного борошна за рахунок їх заміни білковими речовинами гречаного борошна, не здатними утворювати пов'язаної структури, а також за впливу , що руйнують клейковинний каркас.

Результати дослідження газоутворюючої здатності сумішей пшеничного і гречаного борошна різних видів на кількість  $\text{CO}_2$ , що виділився, в процесі бродіння тіста представлені на рис. 3.3.

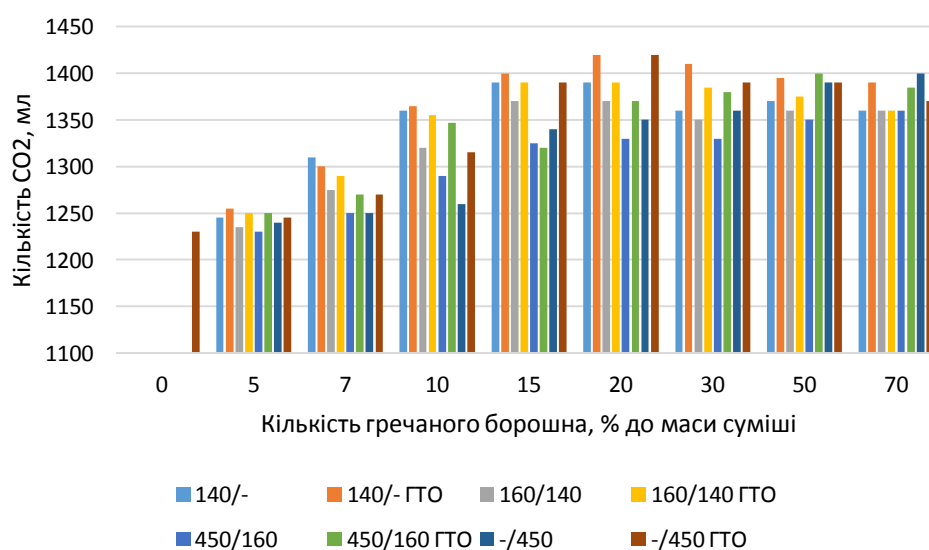


Рисунок 3.3 – Вплив гречаного борошна на зміну газоутворювальної здатності борошняної суміші

Встановлено, що застосування гречаного борошна в кількості 5 - 70%, отриманої із зерна із застосуванням і без ГТО, сприяло збільшенню газоутворюючої здатності суміші пшеничного та гречаного борошна. Максимальне (на 29%) збільшення газоутворюючої здатності суміші пшеничного та гречаного борошна спостерігалось при внесенні гречаного борошна з гранулометричним складом -/450 мкм у кількості до 20%, отриманої із зерна із ГТО, порівняно з контрольною пробою.

Було відзначено збільшення газоутворюючої здатності у сумішей із застосуванням гречаного борошна в кількості 5 - 70% до маси загальному борошна з гранулометричним складом 140/- мкм, отриманої із зерна без ГТО та з ГТО порівняно із сумішами із застосуванням гречаного борошна гранулометричного складу 450/160 -/450 мкм.

Мінімальне збільшення газоутворюючої здатності відзначалося у сумішей із застосуванням гречаного борошна в кількості 5 - 7-% до загальної маси борошна з гранулометричним складом 450/160 мкм із зерна із застосуванням і без гідротермічної обробки порівняно із сумішами із застосуванням гречаного борошна гранулометричного складу 160/140, -/450 мкм.

Збільшення гречаного борошна від 5 - 70% до маси суміші з пшеничним борошном сприяло збільшенню газоутворюючої здатності сумішей пшеничного та гречаного борошна на 4 - 12, 3 - 10, 5 - 12, 6 - 15% при застосуванні гречаного борошна з гранул 450/160 мкм, 160/140 мкм та 140/- мкм, отриманих із зерна з гідротермічною обробкою та без відповідно.

В результаті отриманих даних можна зробити висновок, що гречне борошно з гранулометричним складом -/450 мкм, отримане з зерна з ГТО, здатна більшою мірою збільшувати газоутворювальну здатність сумішей з борошна пшеничного вищого гатунку із застосуванням гречаного борошна в кількості до 20% до маси сумішей . Така дія гречаного борошна може бути пов'язана з наявністю в ній

більшої кількості власних цукрів порівняно з пшеничним борошном вищого гатунку. Відомо, що у гречаному борошні міститься до 2,6% власних цукрів.

Також очевидну роль підвищеної газоутворюючої здатності гречаного борошна, отриманої із зерна із ГТО, грає стан її крохмального комплексу, тобто. крохмаль гречаного борошна має підвищений ступінь атакованості амілолітичними ферментами в порівнянні з гречаним борошном із зерна без ГТО. ГТО зерна гречки призводить до руйнування крохмальних зерен, завдяки чому підвищується кількість дрібніших і зруйнованих гранул крохмалю, що мають більшу питому вільну поверхню і, як наслідок, більшу атаку субстрату амілолітичними ферментами, завдяки чому цукроутворювальна здатність збільшується.

Встановлено, що зменшення гранулометричного складу гречаного борошна від -/450 мкм до 140/- мкм знижувало показник "числа падіння" суміші пшеничного та гречаного борошна на 7 - 40% (рис. 3.4).

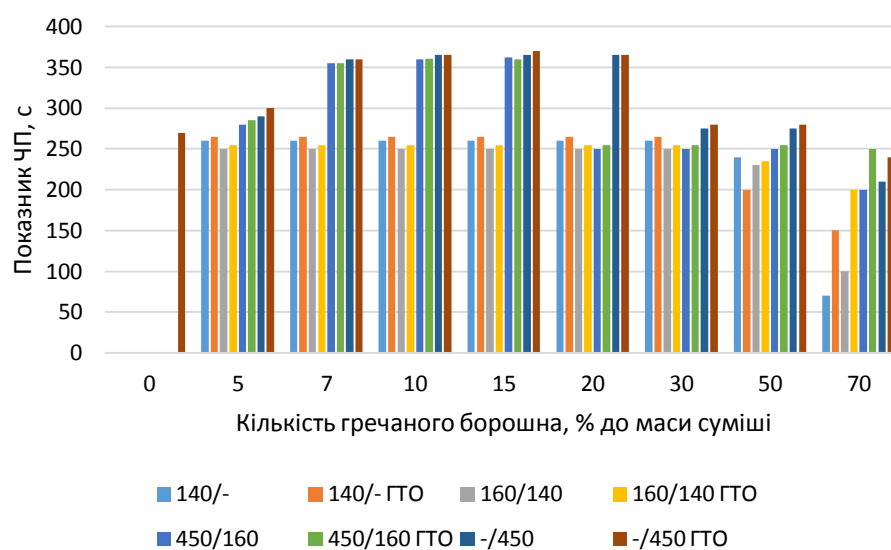


Рисунок 3.4 – Вплив гречаного борошна на зміну показника «числа падіння» борошняної суміші

За показником «число падіння» найбільшу автолітичну активність мали всі суміші з пшеничного борошна вищого гатунку і гречаного борошна з

гранулометричними складами 160/140-мкм і 140/- мкм, як із зерна з ГТО, так і без ГТО.

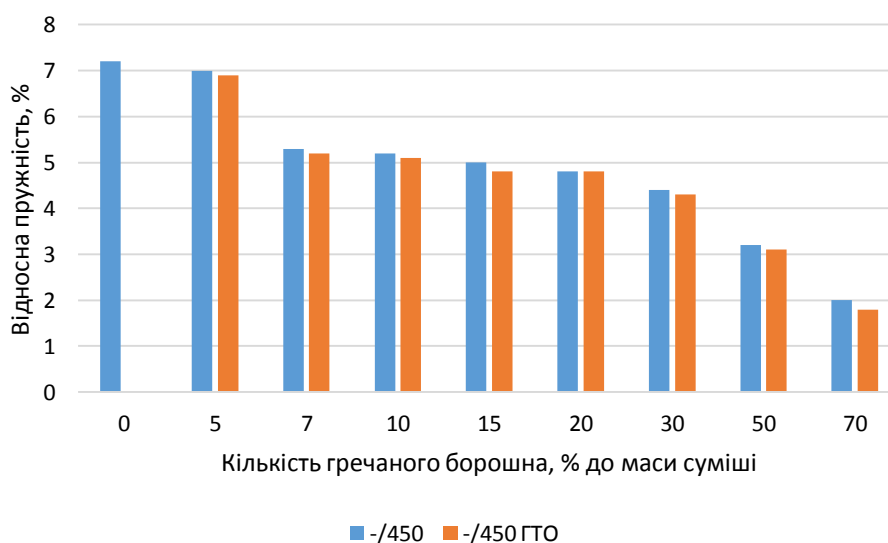
Максимальне значення автолітичної активності відзначалося у сумішей, що містять 50 - 70% гречаного борошна з гранулометричним складом 140/- та 160/140 мкм, що перевищувало значення автолітичної активності пшеничного борошна вищого гатунку в середньому на 36 - 40%.

Мінімальна автолітична активність встановлена у суміші з 15% гречаного борошна гранулометричного складу 450/- мкм, отриманої із зерна із застосуванням ГТО і без, для якої показник «число падіння» був більшим за показник для пшеничного борошна вищого гатунку на 20 – 22%.

Відзначено однакову тенденцію до збільшення автолітичної активності сумішей пшеничного та гречаного борошна зі збільшенням дозувань гречаного борошна.

### 3.2 Вплив використання суміші гречаного і пшеничного борошна властивості тіста

Оцінку властивостей тіста та якості хліба здійснювали за методиками, описаними у розділі 2. Контролем служили проби тіста та хліба із пшеничного борошна. Результати досліджень представлені на рис. 3.5-3.6.



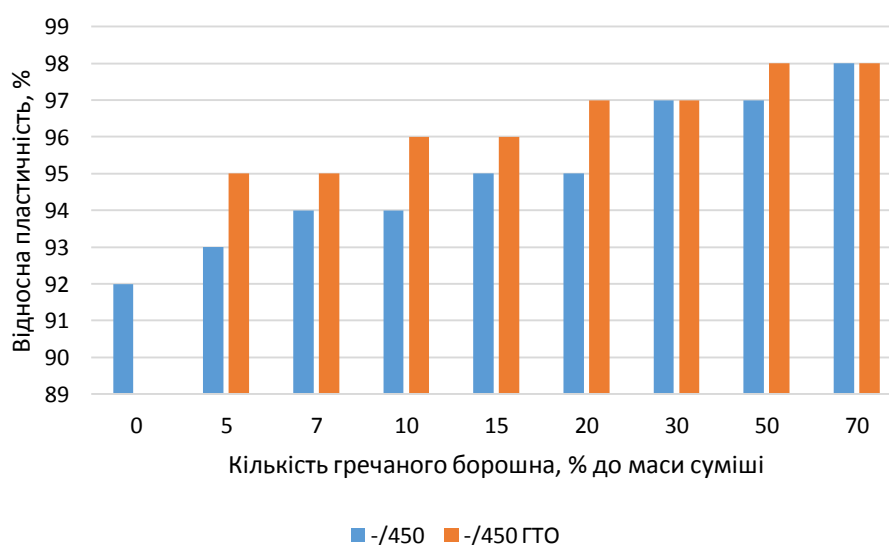
### Рисунок 3.5 – Вплив гречаного борошна на зміну відносної пружності тіста із борошняної суміші

Встановлено вплив різних видів гречаного борошна на пластичні та пружні властивості тіста та якість хліба із сумішей пшеничного борошна та гречаного борошна.

Гречане борошно впливало на пружні та пластичні властивості тіста із сумішей пшеничного та гречаного борошна. Ступінь цього впливу залежала від кількості гречаного борошна, а також незначною мірою від виду гречаного борошна.

При мінімальній кількості гречаного борошна у сумішах (5%) відзначалося найменше зниження пружних властивостей тесту для досліджуваних видів гречаного борошна, а саме на 6% у разі застосування борошна із зерна без ГТО та на 5% – із зерна із ГТО. Збільшення кількості гречаного борошна в сумішах призводило до стабільних показників пружних властивостей тіста з сумішей з гречаним борошном у кількості від 7 до 20%, в середньому нижче за пружні властивості тіста з пшеничного борошна вищого гатунку на 30 - 70%. При збільшенні кількості гречаного борошна у сумішах від 20 до 70% відзначалося значне зниження пружних властивостей тіста на 33 - 72% із сумішей з гречаним борошном із зерна без ГТО та на 34 - 75% із гречаним борошном із зерна із ГТО.

Дослідження пластичних властивостей тіста наведено на рис. 3.6



### Рисунок 3.6 – Вплив гречаного борошна на зміну відносної пластичності тіста із борошняної суміші

Збільшення кількості гречаного борошна від 5 до 70% у сумішах призводило до збільшення пластичних властивостей тіста із сумішею пшеничного та гречаного борошна, із зерна з і без ГТО. Пластичні властивості тіста із сумішею пшеничного борошна та гречаної, отриманої із зерна без ГТО, збільшувалися на 2 – 7%, а із зерна із ГТО – на 3 – 7%. При застосуванні гречаного борошна у кількості від 5 до 20% відзначалися найкращі властивості тесту за показником відносної пластичності у проб тіста із сумішею пшеничного борошна та гречаного, отриманого із зерна із ГТО: пластичність тіста була вищою на 5 – 6%, порівняно з пробами тіста, із сумішею пшеничного та гречаного борошна, отриманого із зерна без ГТО.

Зниження пружних та збільшення пластичних властивостей тіста із сумішею пшеничного та гречаного борошна із зерна з і без ГТО, залежало від кількості гречаного борошна у сумішах. Тісто з великою кількістю гречаного борошна відрізнялося менш пружними властивостями, відсутністю міцно пов'язаної еластичної структури та здатності відновлюватися. Причиною цієї тенденції, очевидно, є зниження кількості клейковини в тесті зі збільшенням кількості гречаного борошна у сумішах.

### 3.3 Розрахунок харчової та енергетичної цінності борошняної суміші гречаного і пшеничного борошна

Перевагою використання гречаного борошна замість пшеничного борошна вищого гатунку, як продукту борошномельно-круп'яного виробництва, полягає у його підвищеній харчовій цінності, високому вмісті білка, мінеральних та білкових речовин, вітамінів групи В, у вмісті найбільш збалансованого складу амінокислот у порівнянні з пшеничним сортом. При застосуванні в хлібопекарському виробництві гречане борошно здатна підвищити харчову цінність готових виробів.

Було здійснено розрахунок харчової та енергетичної цінності хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного відповідно до методики, представленої в розділі 2.

Результати розрахунку харчової та енергетичної цінності хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного представлені в таблиці 3.1.

Встановлено вплив кількості гречаного борошна на зміну харчової та енергетичної цінності хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна.

Таблиця 3.1 – Вплив кількості гречаного борошна на харчову та енергетичну цінність хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Найменування показників	Хліб із пшеничного борошна	Кількість гречаного борошна, %							
		5	7	10	15	20	30	50	70
Кількість білка, г	10,1	10,7	10,7	10,8	10,8	10,9	11,0	11,1	11,3
Кількість жиру, г	2,7	2,7	2,71	2,73	2,76	2,79	2,85	2,97	3,09
Кількість клітковини, г	0,15	0,20	0,22	0,25	0,30	0,35	0,45	0,50	0,85
Кількість калію, г	0,14	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,45
Кількість магнію, г	0,018	0,027	0,030	0,036	0,045	0,054	0,073	0,110	0,146
Кількості фосфору, г	0,096	0,107	0,111	0,117	0,128	0,138	0,160	0,202	0,244
Кількість вітамінів В1,	0,163	0,174	0,179	0,186	0,197	0,209	0,231	0,277	0,323



Кількість вітамінів В3,	0,052	0,057	0,063	0,064	0,071	0,078	0,092	0,120	0,149
Кількість вітаміну РР,	1,49	1,55	1,61	1,69	1,84	1,98	2,26	2,83	3,39
Кількість вуглеводів, г	40,6	40,1	40,0	39,9	39,7	38,5	38,1	36,4	43,7
Кількість крохмалю, г	68,7	68,3	68,3	67,5	67,5	67,1	66,3	64,7	63,1
Енергетична цінність, ккал	220	218	211	210	209	206	205	201	196

За результатами вироблених розрахунків внесення гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна знижувало енергетичну цінність готових виробів на 1 – 11 % збільшувало вміст таких компонентів як білки, клітковина, калій, магній, фосфор, вітаміни В1, В2, РР.

Отримані результати дозволяють рекомендувати хлібобулочні вироби із сумішей пшеничного та гречаного борошна як функціональні продукти харчування, для масового споживання, а також як дієтичний продукт людям, що страждають надмірною вагою.

#### 3.4 Вплив використання суміші гречаного пшеничного борошна на властивості хліба

Під час дослідження визначали вплив додавання гречаного борошна на питомий об'єм, пористість та якість хліба з пшеничного борошна найвищого гатунку. Ступінь цього впливу залежала від виду гречаного борошна та його кількості.

Результати дослідження наведено на рис. 3.7-3.9.

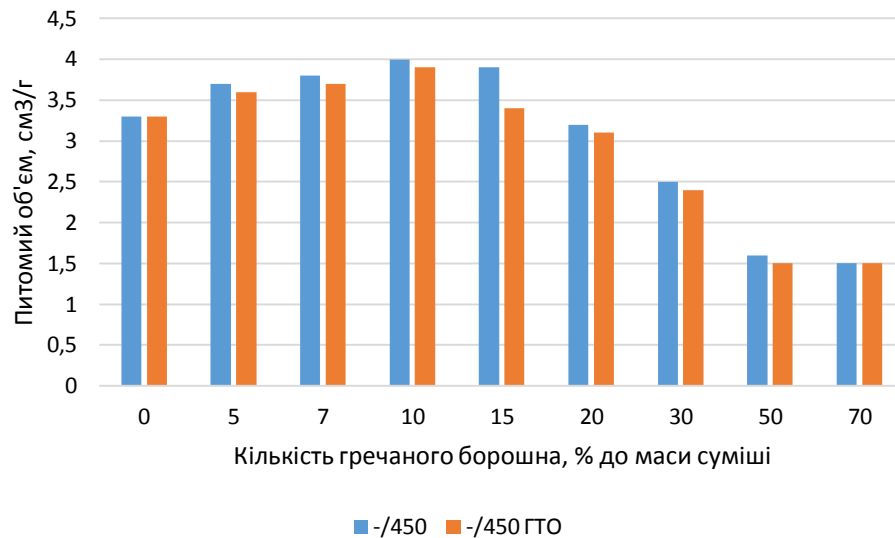


Рисунок 3.7 – Вплив гречаного борошна на зміну питомого об’єму хліба із борошняної суміші

Внесення гречаного борошна різних видів у кількості від 5 до 15% надавало позитивний вплив на якість хліба з пшеничного борошна вищого гатунку – питомий обсяг збільшувався в середньому на 13 – 22%, пористість на 3 – 5%, кількість балів зростала на 10 – 60% порівняно з показниками якості хліба із суміші, приготовленої із пшеничного борошна.

Позитивний вплив гречаного борошна в невеликих кількостях на показники якості готових виробів є причиною її вищої газоутворювальної здатності порівняно з пшеничним борошном вищого гатунку. Відзначено аналогічну тенденцію більш високих показників якості хліба при застосуванні гречаного борошна, отриманого із зерна із ГТО; ніж при застосуванні гречаного борошна із зерна без ГТО.

Висока якість хліба з пшеничного борошна із застосуванням гречаного борошна із зерна з ГТО було обумовлено більш насиченим, яскравим кольором кірки виробів та їх вираженням, приємним гречаним ароматом, порівняно із хлібом із застосуванням гречаного борошна без ГТО. ГТО обробка зерна гречки надавала гречаному борошну темний колір і яскраво виражений аромат гречки за рахунок процесів меланоїдиноутворення при обробці зерна-паром [21].

Результати дослідження пористості хліба з розробленої борошняної суміші наведено на рис. 3.8.

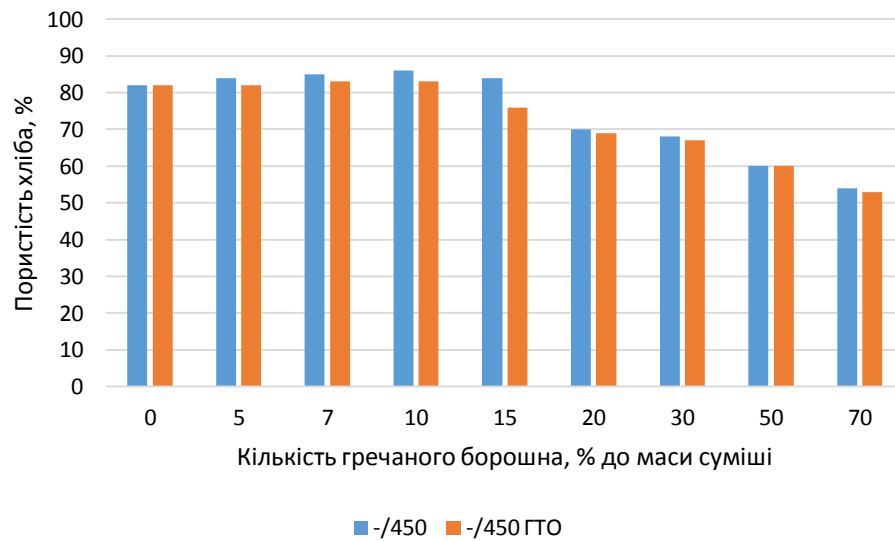


Рисунок 3.8 – Вплив гречаного борошна на зміну пористості хліба із борошняної суміші

Збільшення кількості гречаного борошна від 15 до 70 %, отриманого із зерна без ГТО та з ГТО, призводило до зниження показників питомого об'єму на 5 – 48%, пористості на 7 – 24%, кількість балів зменшувалася на 7 – 23%, порівняно з показниками хліба із суміші, приготовленої із пшеничного борошна. Зниження якості хліба із сумішей пшеничного борошна із застосуванням гречаного борошна понад 20% до маси сумішей залежало від зниження питомого обсягу та менш розвиненої структури пористості м'якуші готових виробів, що очевидно пов'язане зі зниженням кількості клейковини у сумішах пшеничного та гречаного борошна.

Найменша тенденція до зниження показників якості готових виробів відзначалася при застосуванні гречаного, борошна, отриманого із зерна із ГТО порівняно з впливом гречаного борошна із зерна без ГТО (рис. 3.9).

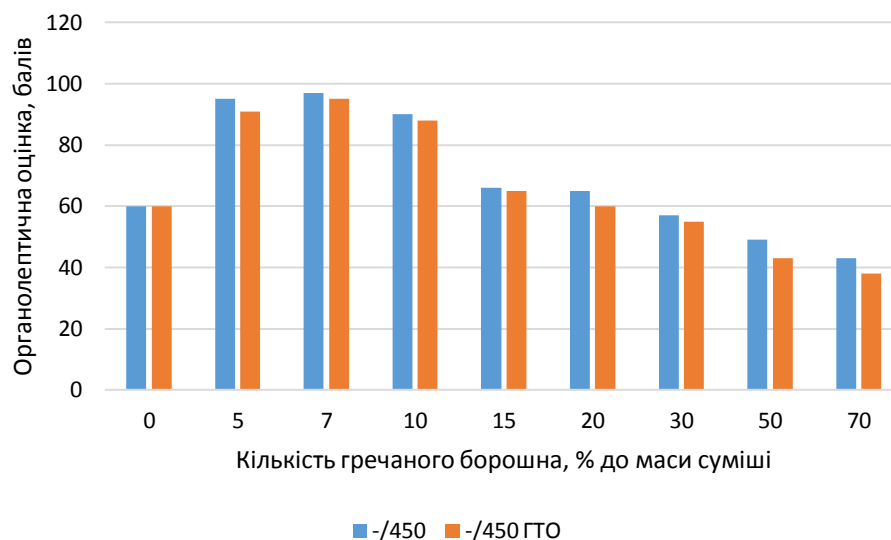


Рисунок 3.9 – Вплив гречаного борошна на зміну бальної оцінки якості хліба із борошняної суміші

Хліб із пшеничного борошна вищого гатунку із застосуванням гречаного борошна із зерна із ГТО у кількості від 20 до 70% характеризувався високими показниками питомого об'єму та пористості (в середньому на 3 - 5%) у порівнянні з хлібом із сумішей пшеничного та гречаного борошна із зерна ГТО. Хліб із сумішей пшеничного та гречаного борошна із зерна із ГТО мав бальову оцінку вище на 4 - 16%, щодо бальної оцінки хліба із застосуванням гречаного борошна без ГТО.

Більш висока бальна оцінка хліба пшеничного борошна із застосуванням гречаного борошна із зерна із ГТО обумовлена кращими органолептичними характеристиками даного гречаного борошна, порівняно з борошном без ГТО. Гречневе борошно із зерна з ГТО володіло більш вираженим приємним гречаним ароматом, а також темнішим кольором, за рахунок процесу меланоїдиноутворення при впливі пари на зерно гречки при ГТО [21]. Кращу якість хліба із пшеничного борошна із застосуванням гречаного борошна із зерна із попередньою ГТО можна пояснити зміненим хімічним складом та кращими органолептичними характеристиками гречаного борошна із зерна із попереднім ГТО порівняно з борошном без попереднього ГТО. Борошно із зерна з

попередньою ГТО володіло збільшеною кількістю декстринів, цукрів, пектинів, а також, очевидно, наявністю деякої кількості активної  $\alpha$ -амілази [60], що позитивно впливало на поліпшення якості хліба з пшеничного борошна вищого гатунку за рахунок збільшення питомого обсягу, покращення пористості м'якшу виробів, тому хліб із борошна із зерна з попередньою ГТО характеризувався кращою якістю за рахунок таких органолептичних показників, як аромат м'якшу та хліба та колір кірки.

Технологічні параметри гречаного борошна, призначеного для виробництва хлібобулочних виробів, пов'язані з її гранулометричним складом та способом підготовки зерна гречки до помелу, а саме із застосуванням гідротермічної обробки.

На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що найкращий вплив на якість готових виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна надавала гречана борошно з гранулометричним складом  $-/450$  мкм, отримана із зерна, що пройшло гідротермічну обробку.

Гречневе борошно з гранулометричним складом  $-/450$  мкм, отримане із зерна з ГТО, можна рекомендувати для виробництва хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна.

У зв'язку з тим, що хімічний склад гречаного борошна відрізняється від хімічного складу пшеничного борошна очевидно, що гречне борошно може впливати на хід технологічного процесу приготування хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна.

Висновки по розділу.

Встановлено зниження кількості сирої клейковини у разі застосування всіх видів гречаного борошна відбувалося прямопропорційно збільшенню кількості гречаного борошна в сумішах з пшеничним борошном вищого гатунку, що можна пояснити повною відсутністю в гречаному борошна гліадинової і глютенінової фракцій, що утворюють клейковини

При додаванні гречаного борошна в кількості більше 15% до маси сумішей пшеничного та гречаного борошна клейковину було практично неможливо відмити.

Ослаблення клейковини при збільшенні кількості гречаного борошна та її гранулометричного складу у сумішах з пшеничним борошном вищого гатунку є результатом зниження кількості клейковинних білків пшеничного борошна за рахунок їх заміни білковими речовинами гречаного борошна, не здатними утворювати пов'язаної структури, а також за впливу , що руйнують клейковинний каркас.

Встановлено, що застосування гречаного борошна в кількості 5 - 70%, отриманої із зерна із застосуванням і без ГТО, сприяло збільшенню газоутворюючої здатності суміші пшеничного та гречаного борошна. Максимальне (на 29%) збільшення газоутворюючої здатності суміші пшеничного та гречаного борошна спостерігалось при внесенні гречаного борошна з гранулометричним складом -/450 мкм у кількості до 20%, отриманої із зерна із ГТО, порівняно з контрольною пробою.

Відзначено однакову тенденцію до збільшення автолітичної активності сумішей пшеничного та гречаного борошна зі збільшенням дозувань гречаного борошна.

Встановлено вплив різних видів гречаного борошна на пластичні та пружні властивості тіста та якість хліба із сумішей пшеничного борошна та гречаного борошна.

Зниження пружних та збільшення пластичних властивостей тіста із сумішей пшеничного та гречаного борошна із зерна з і без ГТО, залежало від кількості гречаного борошна у сумішах.

Причиною цієї тенденції, очевидно, є зниження кількості клейковини в тесті зі збільшенням кількості гречаного борошна у сумішах.

За результатами вироблених розрахунків внесення гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна знижувало енергетичну цінність готових виробів на 1 – 11 % збільшувало вміст

таких компонентів як білки, клітковина, калій, магній, фосфор, вітаміни В1, В2, РР.

Внесення гречаного борошна різних видів у кількості від 5 до 15% надавало позитивний вплив на якість хліба з пшеничного борошна вищого гатунку – питомий обсяг збільшувався в середньому на 13 – 22%, пористість на 3 – 5%, кількість балів зростала на 10 – 60% порівняно з показниками якості хліба із суміші, приготовленої із пшеничного борошна. Збільшення кількості гречаного борошна від 15 до 70 %, отриманого із зерна без ГТО та з ГТО, призводило до зниження показників питомого об'єму на 5 – 48%, пористості на 7 – 24%, кількість балів зменшувалася на 7 – 23%, порівняно з показниками хліба із суміші, приготовленої із пшеничного борошна.

За результатами органолептичної оцінки гречане борошно з гранулометричним складом -/450 мкм, отримане із зерна з ГТО, можна рекомендувати для виробництва хлібобулочних виробів із сумішею пшеничного та гречаного борошна.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Виробнича санітарія та гігієна праці при виробництві борошняних сумішей

Для забезпечення комфортних умов праці робітників при виробництві борошняних сумішей потрібна правильна взаємодія «оператор-середовище». Без даного факту можливе зниження працездатності людини, утворюється ризик виникнення професійних захворювань.

Працівники підприємств, де здійснюється переробка зерна, схильні до ризиків розвитку професійних респіраторних захворювань, що виникають в результаті відкладення частинок пилу в легенях.

Борошномельна промисловість утворює органічний пил під час промислових процесів, зокрема при подрібненні, змішуванні та пакуванні борошняних сумішей. Пил виділяється у повітря, а потім вдихається робітниками. Зернові антигени та ферменти, що використовуються в борошняній промисловості, особливо  $\alpha$ -амілаза вважаються основною причиною респіраторної сенсibiliзації та професійної астми серед працівників борошномельних підприємств. Працівники борошномельних заводів схильні до ризику розвитку респіраторних захворювань через вплив на них на робочому місці.

«Таким чином, вплив борошняного пилу на співробітників пов'язаний з такими несприятливими наслідками для здоров'я:

- бронхіт;
- роздратування верхніх дихальних шляхів;
- астма;
- респіраторна сенсibiliзація;
- подразнення шкіри та очей» [84, 85].



Цей же пил є серйозною пожежною небезпекою, внаслідок чого працівникам необхідне навчання пожежної безпеки. Робота із зерном також несе безліч ризиків.

«Санітарія – практичне впровадження в життя гігієнічних заходів і вимог. Вони мають забезпечити здорові умови праці, захист довкілля. Поряд з поняттям санітарія часто стоїть питання оптимального мікроклімату» [84, 85].

Поняття оптимального мікроклімату тісно пов'язане з розрахунком всього виробничого простору цеху, де знаходиться або може знаходитися робітник. Таким виробничим простором називають умовно виділену площу, де працівнику доводиться перебувати щонайменше 30% робочої зміни.

При плануванні робіт завжди слід зважати на фізичне навантаження для працівника і не перевищувати встановлених норм. Оптимальний мікроклімат виробничих приміщень підприємства з виробництва борошняних сумішей представлено у табл. 4.1.

Для вимірювання та фіксації фізико-хімічних показників якості мікроклімату виробничого середовища використовуються цілий ряд різноманітних приладів, аналізаторів та іншого виду обладнання. Фізико-хімічний склад повітряного середовища робочому місці підтримується з допомогою вентиляції з підігрівом. На всіх зернопереробних підприємствах питання вентиляції промислових приміщень знаходиться під суворим контролем.

Таблиця 4.1 – Мікроклімат виробничих приміщень підприємства з виробництва борошняних сумішей

Пора року	Категорія робіт	Показник мікроклімату		
		Температура повітря, °C	Відносна вологість повітря, %	Швидкість повітря, м/с
Холодна	легка	20	45	0,2
	середньої важкості	18	45	0,3
	важка	15	45	0,3
Тепла	легка	27	50	0,2
	середньої важкості	20	45	0,4
	важка	20	45	0,5

Промислове освітлення поділяється на природне, штучне та комбіноване. Природне освітлення позитивно впливає на людину.

«До штучних джерел освітлення висуваються такі вимоги:

- електробезпека,
- пожежонебезпечність,
- вибухобезпечність,
- рівномірність освітлення,
- безшумність,
- мінімальна пульсація світла,
- відсутність або обмеження прямого блиску» [84, 85].

«Робоче освітлення призначене для забезпечення нормальної роботи підприємства з виробництва борошняних сумішей та оптимальних умов зорової роботи у всіх приміщеннях, на відкритих ділянках, а також нормальних освітлювальних умов для проходу людей та руху транспорту. За конструктивними особливостями робоче освітлення поділяється на загальне, місцеве та комбіноване» [84, 85].

Аварійне освітлення (освітлення безпеки та евакуаційне) призначене для забезпечення безпечної роботи під час аварійного відключення робочого освітлення. Найменша освітленість при аварійному освітленні повинна становити не менше 5% освітленості.

Евакуаційне освітлення призначене для евакуації людей із приміщення при аварійному вимкненні робочого освітлення. Воно має передбачатись: у небезпечних місцях проходу людей; на евакуаційних сходах; у вестибюлях; у виробничому цеху, де перебувають працівники, а вихід при відключенні освітлення пов'язаний із небезпекою завдання травм працюючим обладнанням. Евакуаційне освітлення має забезпечувати на підлозі проходів та сходах сходів освітленість не менше 0,5 лк у цеху та не менше 0,2 лк на відкритих територіях.

#### 4.2 Аналіз небезпек для працівників на підприємстві з виробництва борошняних сумішей

До характерних шкідливих виробничих факторів виробництва борошняних сумішей можна віднести насамперед: запиленість, шум, вібрацію, які обумовлені технологічним процесом обробки зерна.

«Крім того, на таких підприємствах працівники отримують досить специфічні травми в місцях зберігання зерна та при роботі обладнання з деталями, що рухаються:

- затягування в зернову масу під час випуску зерна зі складів, бункерів, рідше із силосів елеваторів;
- завалювання людини зерною масою, що обрушилася, або масою продуктів переробки зерна при завантаженні в склади для зберігання;
- падіння у відкритий люк бункера чи силосу;
- отримання травм при вантажно-розвантажувальних роботах із сипучими або тарними вантажами;

Також на виробництвах борошняних сумішей велику небезпека або так званий професійний ризик представляє неправильно організована робота при переміщенні та зберіганні зерна, зернового пилу та відходів. «До найнебезпечніших дій у цій галузі можна віднести:

- вибірку при заповненні мішків або при підгрібанні зерна з насипу до випускного отвору на транспортну стрічку шляхом підкопування. При таких

операціях, як правило, залишається навислим вертикальний верх насипу, який несподівано може обрушитися на працівників;

- пересування працівників по зерновому насипу (навіть, якщо відбувався процес злежування) без спеціальних настилів, що призводить до провалу людини в приховані порожнечі насипу;

- спуск працівників у бункери та безпосередньо на насип для розпушування висівок, що злежалися, відходів та випуск їх у патрубок або транспортерну стрічку;

- спуск працівників у бункери та пилову камеру для зачистки або обвалення злежаної (прилипшої до стін) сипучої маси» [85].

Навіть невелика кількість зерна, пилу або інших дрібних частинок, що потрапили працівникові в рот і ніс негайно забивають дихальні шляхи, що може призвести до задухи.

Тому робочі зони, яких людину може затягнути в зернову вирву, де є ризик обвалення склепіння або навислого продукту, вважають зонами підвищеної небезпеки.

До цих зон, у світлі ризикорієнтованого підходу, роботодавцю варто поставитися з особливою увагою.

#### 4.3 Рекомендації щодо покращення стану охорони праці на підприємстві з виробництва борошняних сумішей

До загальних рекомендацій щодо покращення стану охорони праці при виробництві борошняних сумішей слід віднести наступні:

- 1) забезпечити належну вентиляцію робочих цехів;
- 2) вимкнути та заблокувати все пов'язане з бункерним сховищем обладнання, включаючи шнеки, що допомагають переміщувати зерно, щоб зерно не переміщалося, не виносилося та не потрапляло до бункеру. Стояти на місці переміщення зерна – це смертельно небезпечно; зерно може діяти як «зибухий пісок» та накрити працівника за лічені секунди;

- 3) заборонити ходити по зерну, щоб запобігти його пересипанню;
- 4) забезпечити всіх працівників ременями безпеки та переконатися, що вони закріплені до того, як увійдуть у бункер;
- 5) призначити спостерігача, що знаходиться біля замкнутого простору, до якого заходить працівник. Переконатися, що спостерігач має обладнання для надання допомоги і що його єдиним завданням є постійне відстеження працівника, який знаходиться у замкнутому просторі. Заборонити працівникам входити до місць, де можуть впасти продукти переробки зерна;
- 6) навчати всіх робітників, які мають виконувати небезпечні роботи у зерносховищі;
- 7) перед входом перевіряти повітря на наявність горючих та токсичних газів, а також визначати наявність достатньої кількості кисню;
- 8) при виявленні в результаті випробувань наявності токсичних речовин випускати небезпечну атмосферу для забезпечення зниження рівня горючих та токсичних газів до безпечних рівнів та підтримання достатнього рівня кисню;
- 9) забезпечити видачу дозволу на кожний випадок, коли працівник заходить у замкнутий простір, підтверджуючи, що запобіжні заходи, перераховані вище, були вжиті.

При експлуатації вальцьових верстатів з урахуванням професійних ризиків, їх відповідної оцінки, рекомендується прийняти та прописати в Положенні про «Систему управління охороною праці» такі заходи як:

- заборона торкання руками вальців, що обертаються під час їх очищення або вилучення з робочої зони верстата сторонніх предметів;
- заборона очищення валиків живлення;
- заборона виїмки та очищення щитка для підведення подрібнюваного продукту до вальців.

Щоб запобігти захопленню пальців рук вальцями, що обертаються, верстати з однойменною назвою забезпечують запобіжними ґратами. При цьому зазор між заслінкою та живильним валиком, а також аспіраційні трубки, канали, матеріалопроводи прочищають спеціальними пристроями. Двері та лючки

вальцевого верстата при цьому мають бути закритими та не пропускати пилю в приміщення.

Для захисту працівників від такого виду професійних ризиків як отруєння шкідливими речовинами при винищенні шкідників хлібних запасів необхідно виконання таких заходів як:

- підготовка приманок у спеціальних приміщеннях з гарною вентиляцією або на відкритому повітрі;
- недопущення до цього виду робіт сторонніх.

Усі операції виробництва борошняних сумішей супроводжуються великим пилоутворенням як всередині обладнання, так і у виробничих цехах. Приміщення, в яких транспортується розсипом борошно, за вибухопожежобезпечністю відносяться до категорії «Б».

Щоб не допустити пожежі у приміщеннях керівнику підприємства рекомендується проводити профілактичні заходи, наприклад, такі як:

1. герметизація обладнання з підключеннями місцевих відсмоктувачів для зниження запиленості приміщень;
2. заземлення обладнання, збільшення вологості повітря у приміщенні;
3. обладнання трубопроводів пневмотранспорту, горизонтальних та похилих повітроводів аспіраційних систем лючками для очищення відкладень пилю, які встановлюють до та після технологічного обладнання біля кожного коліна через 2-4 м;
4. виключення присутності підпорів та завалів подрібнюваного продукту на всіх машинах, уникнення перевантаження, поломки або перегріву приводу;
5. відділення приміщень категорії «Б» інших приміщень протипожежними перешкодами та забезпечення захисту від руйнування під час вибуху;
6. встановлення захисту протипожежних прорізів та отворів у стінах, перекриттях;
7. забезпечення центрального водяного або парового опалення низького тиску з нагрівальними елементами, що мають гладку поверхню;

8. обладнання приміщень автоматичними установками пожежогасіння та сигналізації, первинними засобами пожежогасіння.

Висновки по розділу.

В розділі визначено основні положення щодо дотримання виробничої санітарії та гігієни праці при виробництві борошняних сумішей. Проведено аналіз небезпек для працівників на підприємстві з виробництва борошняних сумішей. Надано рекомендації щодо покращення стану охорони праці на підприємстві з виробництва борошняних сумішей.

## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

За мету проведення економічних розрахунків було взято оцінку отриманих результатів і доцільності проведених досліджень в цілому.

Відомо, що хліб та хлібобулочні вироби користуються високим попитом серед населення України і світу в цілому. Основною сировиною для виробництва даного сегменту продуктів харчування є борошно. Також відомо, що значне споживання хліба та хлібобулочних виробів в раціоні людини може призвести до виникнення захворювань. Зокрема даний факт обумовлюється збідненим вмістом біологічно активних речовин в пшеничному борошні вищого гатунку. При цьому пшеничне борошно вищого гатунку має певні недоліки, зокрема незбалансований амінокислотний склад, що призводить до незбалансованості білкового складу. Дані факти готовлять про доцільність та актуальність проведення робіт з дослідження технологій збагачення борошняної суміші з пшеничного борошна.

З метою зміни хімічного складу пшеничного борошна та суміші в цілому останнім часом досить популярним є використання різних круп'яних продуктів, зокрема борошна круп'яних культур. Ефективність такого збагачення полягає у використанні борошна круп'яних культур крупністю рівною крупності пшеничного борошна. Вчені вказують на доцільність подрібнення гречки ядриці та проділу. Вищезазначені круп'яні продукти володіють високою харчовою цінністю порівняно з іншими крупами.

### 5.1 Організація досліджень

#### 5.1.1. План проведення експериментальних досліджень

В якості організаційного методу при плануванні роботи над дослідженням за обраною науковою темою користувалися сітьовим методом планування та керування. На початку планування роботи над дослідженням було планування дослідної роботи, що приведено в таблиці 5.1.



Таблиця 5.1 – Планування експериментальних досліджень

Шифр робіт i-j	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , (дні)
1-2	Вибір теми наукового дослідження	2
2-3	Виконання аналітичного огляду літературних джерел з обраної науково теми	15
3-4	Планування етапів та графіку проведення експериментальних досліджень	3
4-5	Визначення методик та нормативної документації, необхідної для виконання досліджень	6
5-6	Визначення впливу гречаного борошна на властивості суміші з пшеничним борошном	10
6-7	Розробка технологічних рішень використання суміші гречаного та пшеничного борошна для виробництва хліба	5
7-8	Розрахунок харчової та енергетичної цінності розробленої борошняної суміші	5
8-9	Вплив використання суміші гречаного та пшеничного борошна на властивості хліба	20
7-10	Аналіз отриманих результатів (побудова та опис таблиць, графіків та ін.)	1
8-10		1
9-10		1
10-11	Обробка результатів та формулювання висновків	5
11-12	Складання демонстраційного матеріалу для оприлюднення результатів дослідження	4

### 5.1.2 Побудова сітьового графіка

Сітьовий графік будуємо за рекомендаціями [86].

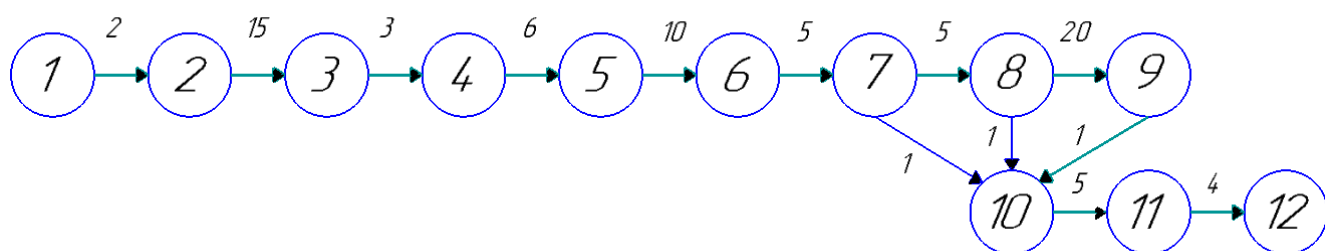


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік дослідної роботи

На основі сітьового графіка визначаємо всі повні тривалості послідовних робіт (шляхи), додаючи тривалості робіт ( $t_{ij}$ ):

$$L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12}=2+15+3+6+10+5+5+20+1+5+4=76 \text{ днів};$$

$$L^2_{1-2-3-4-5-6-7-8-10-11-12}=2+15+3+6+10+5+5+1+5+4=56 \text{ днів};$$

$$L^3_{1-2-3-4-5-6-7-10-11-12}=2+15+3+6+10+5+1+5+4=51 \text{ день}.$$

Шлях, що має максимальну тривалість є критичним ( $L_{кр}$ ). При плануванні дослідження критичним шляхом визначено:  $L_{кр} = L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12}$ .

Далі розраховуємо параметри сітьової моделі, а саме:

- ранній термін здійснення події ( $T_i^p$ )
- пізній термін здійснення події ( $T_i^n$ ) [86].

За виразом (5.1) розраховуємо повний резерв шляху:

$$R_i = T_i^n - T_i^p \quad (5.1)$$

де  $R_i$  – резерв шляху;

$T_i^n$  – пізній термін здійснення події;

$T_i^p$  – ранній термін здійснення події.

Отримані дані розрахунку наведені в табл.5.2.

Таблиця 5.2 – Терміни здійснення подій (ранній і пізній) і резерв шляху

Номер події	$T_i^p$ , дні	$T_i^n$ , дні	$R_i$ , дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	17	17	0
4	20	20	0
5	26	26	0
6	36	36	0
7	41	41	0
8	46	46	0
9	66	66	0
10	67	67	0
11	72	72	0
12	76	76	0

На наступному етапі планування визначаємо резерви часу:

а) повний резерв часу роботи ( $R_{ij}^n$ ):

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (5.2)$$

де  $t_{ij}$  – тривалість роботи.

б) вільний резерв часу роботи ( $R_{ij}^6$ ):

$$R_{ij}^6 = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (5.3)$$

Далі розраховується коефіцієнт напруженості робіт ( $K_{ij}^H$ ) по формулі (5.4):

$$K_{ij}^H = \frac{L_{\max ij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (5.4)$$

де  $L_{\max, ij}$  – довжина максимального шляху, що проходить через дану роботу;

$L_{кр}$  – критичний шлях.

Для роботи 7-10 розрахунок цих показників виглядає наступним чином:

$$R_{ij}^6 = 67 - 41 - 1 = 25 \text{ днів};$$

$$R_{ij}^n = 67 - 41 - 1 = 25 \text{ днів};$$

$$K_{ij}^H = \frac{41 - 1}{76 - 1} = 0,55.$$

Проводимо аналогічний розрахунок для всіх робіт, а результати заносимо в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку показників вільного та повного резервів

Шифр робіт, i-j	Вільний резерв, $R_{ij}^s$ , (дні)	Повний резерв, $R_{ij}^n$ , (дні)	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,03
3-4	0	0	0,23
4-5	0	0	0,29
5-6	0	0	0,39
6-7	0	0	0,51
7-8	0	0	0,58
8-9	0	0	0,82
7-10	25	25	0,55
8-10	20	20	0,61
9-10	0	0	0,88
10-11	0	0	0,93
11-12	0	0	1,00

Тривалість критичного шляха складає 76 днів.

### 5.1.3 Витрати на проведенням експериментальних дослідження

«До витрат, які пов'язані з проведенням дослідження відносяться: витрати на основні матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати» [86].

Прешим етапом визначаємо витрати на основні матеріали по формулі (5.5):

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.5)$$

Результати розрахунку наведено в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Борошно пшеничне в.г., кг	5	14,90	74,50
Борошно пшеничне 1 г., кг	2	14,00	28,00
Крупа гречана, кг	2	40,50	81,00
Борошно гречане, кг	5	82,00	410,00
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	0,5	72,00	36,00
Сіль кухонна харчова, кг	1	6,80	6,80
NaOH, кг	1	105,00	105,00
Всього			741,3

Розрахунки заробітної платні наведено в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньо-місячний заробіток, грн	Середньо-годинний заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8000	50,00	20	1000
Всього				1000

Нарахування на заробітну плату складають:

$$H = \frac{1000 \cdot 22}{100} = 220,00 \text{ грн.}$$

Наступним етапом по формулі (5.6) визначаємо витрати на електроенергію під час роботи над дослідженням:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.6)$$

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

$K$  – коефіцієнт використання потужності, ( $K=0,9$ );

$T$  – час роботи на обладнанні, год;

$a$  – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн/(кВт/год.).

$$E_{вал.вер.} = 11,0 \cdot 0,9 \cdot 5 \cdot 1,68 = 83,16 \text{ грн};$$

$$E_{змішувач} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 1,68 = 24,19 \text{ грн};$$

$$E_{ел.піч} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 5 \cdot 1,68 = 11,34 \text{ грн};$$

$$E_{газ} = 0,8 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 1,68 = 13,44 \text{ грн};$$

$$E_{заг} = E_{вал.вер.} + E_{змішувач} + E_{ел.піч} + E_{газ} = 83,16 + 24,19 + 11,34 + 13,44 = 132,13 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати на амортизацію за виразом (5.7):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.7)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн.

$\Phi$  – вартість устаткування, грн.;

$H$  – річна норма амортизації, %;

$t$  – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, (місяців, днів);

365 – кількість днів у році.

$$A_{змішувач} = \frac{2000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,09 \text{ грн};$$

$$A_{ел.піч} = \frac{3200 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,75 \text{ грн};$$

$$A_{газ} = \frac{4000 \cdot 12,5 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,37 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків зводимо в табл.5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Змішувач	2000	20	1	1,09
Електрична піч	3200	20	3	1,75
Ваги лабораторні	4000	12,5	1	1,37
Всього				4,21

Далі визначаємо кількість накладних витрат:

$$NB = \frac{1000 \cdot 80}{100} = 800,00 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зводимо в табл.5.7.

Таблиця 5.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	741,30
Заробітна плата	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,00
Електроенергія	132,13
Амортизація	4,21
Накладні витрати	800,00
Всього	2897,64

Як видно з табл. 5.7, найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження технології борошняних сумішей для виробництва функціональної продукції хлібної групи є витрати на заробітну платню, які складають 36 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов'язані з амортизацією обладнання, і склали 0,1 % від загальної суми витрат. Витрати на електроенергію становили 4,9 % від загальної суми витрат, що пояснюється використанням вальцевого верстату, потужністю 11 кВт.

## 5.2 Розрахунок ціни дослідження

Ціну дослідження визначаємо згідно формули (5.8):

$$C = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.8)$$

де  $C$  – ціна дослідження, грн.;

$C$  – витрати на дослідження, грн.;

$P$  – нормативна рентабельність ( $P = 30\%$ ).

Таким чином:

$$C = 2897,64 + \frac{30 \cdot 2897,64}{100} = 3766,93 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 3766,93 грн.

Висновки по розділу.

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 76 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.



Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є на заробітну платню, які складають 36 % від загальної суми витрат, найменшими – витрати на амортизацію обладнання (0,1 %). Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3766,93 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В огляді науково-технічної літератури розглянуто причини підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів для отримання функціональної спрямованості виробів; систематизовано вимоги до функціональних продуктів харчування. У цьому розділі докладно представлений хімічний склад гречки та продуктів її переробки; систематизовано способи застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів, функціональні властивості гречаного борошна та можливі технологічні ефекти від його застосування під час виробництва хлібобулочних виробів.

В другому розділі загальну структурну схему проведення досліджень, охарактеризовано методи та методики проведення експериментальних досліджень, приведено характеристику основної та допоміжної сировини, що була використана при проведенні експериментальних досліджень

У відповідності до поставлених завдань на початку дослідження було отримано наступні результати:

1) встановлено зниження кількості сирої клейковини у разі застосування всіх видів гречаного борошна відбувалося прямопропорційно збільшенню кількості гречаного борошна в сумішах з пшеничним борошном вищого гатунку. При додаванні гречаного борошна в кількості більше 15% до маси сумішей пшеничного та гречаного борошна клейковину було практично неможливо відмити.

2) встановлено вплив різних видів гречаного борошна на пластичні та пружні властивості тіста та якість хліба із сумішей пшеничного борошна та гречаного борошна. Зниження пружних та збільшення пластичних властивостей тіста із сумішей пшеничного та гречаного борошна із зерна з і без ГТО, залежало від кількості гречаного борошна у сумішах. Причиною цієї тенденції, очевидно, є зниження кількості клейковини в тесті зі збільшенням кількості гречаного борошна у сумішах.

3) було розраховано харчову та енергетичну цінність розробленої борошняної суміші. Внесення гречаного борошна до суміші знижувало енергетичну цінність готових виробів на 1 – 11 % збільшувало вміст таких компонентів як білки, клітковина, калій, магній, фосфор, вітаміни В1, В2, РР.

4) внесення гречаного борошна різних видів у кількості від 5 до 15% надавало позитивний вплив на якість хліба з пшеничного борошна вищого гатунку – питомий обсяг збільшувався в середньому на 13 – 22%, пористість на 3 – 5%, кількість балів зростала на 10 – 60% порівняно з показниками якості хліба із суміші, приготовленої із пшеничного борошна. За результатами органолептичної оцінки гречане борошно з гранулометричним складом -/450 мкм, отримане із зерна з ГТО, можна рекомендувати для виробництва хлібобулочних виробів із сумішею пшеничного та гречаного борошна.

В роботі визначено основні положення щодо дотримання виробничої санітарії та гігієни праці при виробництві борошняних сумішей. Проведено аналіз небезпек для працівників на підприємстві з виробництва борошняних сумішей. Надано рекомендації щодо покращення стану охорони праці на підприємстві з виробництва борошняних сумішей.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є на заробітну платню, які складають 36 % від загальної суми витрат, найменшими – витрати на амортизацію обладнання (0,1 %). Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3766,93 грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мікронутрієнти в харчуванні здорової та хворої людини (довідковий посібник з вітамінів та мінеральних речовин) / В.А. Тутельян, В.Б. Спірічев, Б.П. Суханов та ін. М.: Колос. 2002. 423 с.
2. Функціональні харчові продукти. Введення у технології/А.А. Кочеткова, А.Ф. Доронін, Л.Г. Іпатова; За ред. А.А. Кочіткової. М.: ДеЛі принт. 2009. 288 с.
3. Юдіна С.Б. Технологія продуктів багатofункціонального харчування. М.: ДеЛі принт. 2008. 280 с.
4. Доронін А.Ф., Шендерів Б.А. Функціональне харчування. М.: вид-во «Грант». 2002. 295 с.
5. Батурін А.К. Розробка системи оцінки та характеристика структури харчування та харчового статусу населення Росії: автореф. дис... докт. мед. наук. Москва. 1998. 45 с.
6. Спіричов В.Б. Вітаміни, вітаміноподібні та мінеральні речовини: Довідник для профізорів та фармацевтів. М: МЦФЕР. 2004. 240 с.
7. Збагачення харчових продуктів вітамінами та мінеральними речовинами. Наука та технологія / В.Б. Спірічев, Л.М. Шатнюк, В.М. Позняковський; За заг. ред. В.Б. Спіричева. Новосибірськ: вид-во Сиб. унів-та, 2004. 548 с.
8. Біологічно активні добавки у харчуванні людини/В.А. Тутельян, Б.М. Суханов, А.М. Андрієвських, В.М. Поздняківський. Томськ: Науково-технічна література. 1999. 299 с.
9. Шендерів, Б.А. Сучасний стан та перспективи розвитку концепції «Функціональне харчування». Харчова промисловість. 2003. № 5. С.4-7.
10. Mark-Herbert C. Functional Foods для Added Value: Розвиток та маркетинг в категоріях: Докторальна теза. Uppsala, 2002. 170 р.
11. Verschuren, P.M. Functional Foods: Scientific and Global Retrospectives (Summary Report). British J. Nutrition. 2002. Vol. 88. Is. 2. pp. 125-130.

12. Шатнюк Л.М. Наукові основи нових технологій дієтичних продуктів з використанням вітамінів та мінеральних речовин [Текст]: автореф. дис... докт. техн, наук: 05.18.01, 05.18.18. Москва. 2000. 60 с.

13. Соловйова Є.А. Розробка технології хлібобулочних виробів із фізіологічно функціональними харчовими інгредієнтами [Текст]: автореф. дис... канд. техн, наук: 05.18.01. Москва. 2006. 22 с.

14. Спірічов В.Б. Сучасні ставлення до ролі вітамінів у харчуванні. Теоретичні та клінічні аспекти науки про харчування. М., 1987. Т. VIII. З. 3-28.

15. Рекомендації МОЗ України «Про здорове харчування дорослих» від 8 грудня 2017 р. Київ: МОЗ України. 2017. 20 с.

16. Тихомирова Н.А. Технологія продуктів багатофункціонального харчування. М: ТОВ «Франтера». 2002. 213 с.

17. Вітаміни / за заг. ред. М.І. Смирнова. М: Мед., 1974. 495 с.

18. Спірічов В.Б. Медико-біологічні аспекти збагачення харчових продуктів вітамінами та мінеральними речовинами. Федеральні та регіональні аспекти політики здорового харчування. Новосибірськ: вид-во Сиб. Унів-та, 2002. С. 45-46.

19. Функціональні харчові продукти. Введення у технології / А.А. Кочеткова, А.Ф. Доронін, Л.Г. Іпатова; За ред. А.А. Кочіткової. М: ДеЛі принт, 2009. 288 с.

20. Дубцов Г.Г. Наукові основи технологій борошняних виробів для профілактичного та лікувального (дієтичного) харчування: автореф. дис. докт. техн. наук. Москва, 1995. 69 з.

21. Bellisle F. Functional Food Science in Europe / F. Bellisle, AT. Diplock, G. Nomstra та ін. // British J. Nutrition. 1998. Vol.80. pp. 191-193.

22. Гуляєв, К.К. Функціональні продукти харчування – реалії та перспективи. Хлібопек. 2004. № 6. С. 45-47.

23. Дробот В.І. Використання нетрадиційної сировини у хлібопекарській промисловості. Київ: Урожай, 1988. 152 с.

24. Михайлов, М.М. Удосконалення технології борошна для дитячого та дієтичного харчування: автореф. дис... канд. техн, наук: 05.18.02. Москва, 1982. 24с.
25. Пащенко Л.П., Жаркова І.М. Технологія хлібобулочних виробів: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. М: КолосС. 2006. 389 с.
26. Пучкова Л.І., Поландова Р.Д., Матвєєва І.В. Технологія хліба. СПб.: ГІОРД, 2005. 599 с.
27. Зверєв С.В., Зверєва Н.С. функціональні зернопродукти. М: ДеЛі принт, 2006. 119 с.
28. Здорова продукція - здорова нація // Хлібопечення Росії. 2008. № 1. С. 20.
29. Slavin, J. Whole Grains and Human Health. Nutrition Res. Reviews. 2004. Vol. 17. pp. 99-110.
30. Використання білкових продуктів із пшениці у харчових виробництвах / Г.М. Дубцова, В.В. Колпакова, А.П. Нечаїв. М.: ЦНДІТЕІ хлібопродуктів, 1992. 38 з.
31. Бремен Ю.М., Зирянов В.В. Перспективні продукти харчування з бета-каротином. Харчова промисловість. 1997. №9. З. 33-35.
32. Іуніхіна В.С. Крупні продукти: погляд з точки зору здорового харчування. Матеріали науково-практичної конференції «Технологія круп'яних продуктів учора, сьогодні, завтра». М: Видавництво. комплекс МГУВП, 2007. Ч. 2. С. 4-11.
33. Нові сорти хліба з харчовими волокнами/Л. Казанська, Л. Кузнєцова, Г. Мельникова// Хлібопродукти. 1998. № 2. З. 16.
34. Використання насіння льону в хлібопеченні/І. Міневич, В. Зубцов, Т. Циганова// Хлібопродукти. 2008. №3. С. 38-40.
35. Харчова хімія/О.П. Нечаєв, С.Є. Траубенберг, А.А. Кочеткова та ін. - 3-тє вид. СПб.: ГІОРД, 2004. 640 с.Потапов А.Н., Менх В.Г. Перспективы переработки растительных отходов плодово-ягодных хозяйств. Тез. докл. научно-

практич. конф. «Совершенствование техн, и технол. в пищевых отраслях промышленности». Кемерово: 1-Запр., 1994. С. 59.

36. Задорожня, Д.Г. Розробка технології інстантованих харчових добавок для продуктів функціонального харчування із рослинної сировини: автореф. дис. канд. техн, наук: 05.18.01. Москва, 2001. – 26 с.

37. Application of Cereals and Cereal Components in Functional Foods: A Review / I D. Charalampopoulos, R. wang, S.S. pandiella. C. Webb//International J. Food Microbiol. 2002. Vol. 79. Is. 1-2. pp. 131-141.

38. Functional Foods від Cereal Grains/J.S. Sidhu, Y. Kabir, F.G. Huffman // International Journal of Food Properties. 2007. Vol. 10. Is.2. pp. 231-244.

39. Іуніхіна В.С. Крупні продукти - джерело харчових волокон. Хлібопродукти. 2009. № 5. С.44-46

40. Кретович В.Л. Біохімія рослин. М.: Вища школа, 1986. – 503 с.

41. Лукін Н.Д., Філіппова Н.І. Особливості фізико-хімічних властивостей житнього, ячмінного та пшеничного крохмалів. Зберігання та переробка сільгоспсировини. 1997. № 4. С. 31-33.

42. Технологія хліба/Л.І. Пучкова, Р.Д. Поландова, І.В. Матвєєва. СПб.: ГИОРД, 2005. 599 с.

43. Хімічний склад харчових продуктів. Книга 1: Довідкові таблиці / За ред. І.М. Скуріхіна, М.М. Волгарьова. М: Агропромиздат, 1987. 234 с.

44. Зверєв С.В., Зверєва Н.С. Фізичні властивості зерна та продуктів його переробки. М: ДеЛі принт, 2007. 176 с.

45. Зверєв С.В., Зверєва Н.С. функціональні зернопродукти. М: ДеЛі принт, 2006. 119 с.

46. Козаков Є.Д. Клейковина. Її формування та властивості. Оглядова інформація М.: ЦНДІТЕІ хлібопродуктів, 1992. 60 с.

47. Козаков Є.Д., Карпіленко Т.П. Біохімія зерна та хлібопродуктів. СПб.: ГИОРД, 2005. 512 с.

48. Козьміна, Н.П. Біохімія зерна та продуктів його переробки. М: Колос, 1976. 375 з.

49. Теоретичні засади прогресивних технологій (Біотехнологія). Зернознавство (з основами біохімії рослин)/Н.П. Козьміна, В.А. Гунькін, Г.М. Сусянок. М: Колос, 2006. 464 с.

50. Технологія хліба/Л.І. Пучкова, Р.Д. Поландова, І.В. Матвєєва. СПб.: ГІОРД, 2005. 599 с.

51. Технологічний процес вітамінізації борошна на млинах та шляхи його вдосконалення / Л.Є. Айзікович, В.М. Калініна, Н.П. Тарутин. М: ЦНІТЕІ Мінзагу СРСР, 1973. 60 с.

52. Технологія борошна, крупи та комбікормів / За заг. ред. Г.А. Єгорова. М: Колос, 1984. 367 з.

53. Герж, Н.Б. Технологічні основи управління формуванням сортів муки на млинах багатосортного помелу пшениці: автореф. дис. канд. техн, наук. Москва, 1974. 25 с.

54. Кулак В.Г., Максимчук Б.М. Технологія виробництва борошна. М: Агропромиздат, 1991. 224 з.

55. Мерко І.Т., Моргун В.А. Зміна хімічного складу борошна на різних етапах виробництва. Харчова технологія. 1970. № 4. С. 42-45.

56. Сучасна техніка та технологія виробництва борошна / В.А. Бутківський, Л.С. Галкіна, Г.Є. Птушкіна. М: ДеЛі принт, 2006. 319 с.

57. Нікіфорова Т., Мельников Є. Перспективи використання пшеничного борошна. Хлібопродукти. 2006. № 12. С. 48-49.

58. Потенційні можливості побічних продуктів круп'яних виробництв/Т. Нікіфорова, Є. Мельников, С. Севериненко// Хлібопродукти. 2006. № 10. С. 62.

59. Галкіна Л.С., Птушкіна Г.Є. Нові напрями у техніці та технології переробки зерна: навчальний посібник. М.: Міністерство хлібопродуктів РРФСР, 1991. 48 з.

60. Нові додаткові інгредієнти у технології хліба, кондитерських та макаронних виробів: Навчальний посібник / Л.П. Пащенко, Н.Г. Кульнєва, В.І. Демченко. Воронеж: ВГТА, 1999. 86 з.



61. Гаврілова, О.М. Розробка технології хлібобулочних виробів із застосуванням гречаного борошна: автореф. дис. канд. техн, наук: 05.18.01. Москва, 2008. 26 с.
62. Хімічний склад харчових продуктів. Книга 2: Довідкові таблиці / За ред. І.М. Скуріхіна, М.М. Волгарьова. М: Агропромиздат, 1987. 360 с.
63. Klamczynski, A.P. Quality Flours from Waxy and Nonwaxy Barley для Production of Baked Products. *Cereal Chemistiy*. 1999. Vol. 76. Is.4. pp. 530-535.
64. Аспекти хімічної та nutrition effects of non-Starch Polysaccharides of Cereals in Developments of Carbohydrate Chemistry / P.J. Wood, R.J. Alexander, H.F. Zobel // Amer. Assoc. Cereal Chemists. St. Paul: MN, 1992. pp. 293-314.
65. Підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів масового споживання/Т.В. Саніна, Є.І. Пономарьова, О. Н. Воропаєва // Хлібопечення Росії. 2006. № 6. С. 28-29
66. Змішування компонентів під час виготовлення сухих зернових сніданків / В.М. Іванець, А.С. Романов, В.П. Зверєв// Харчова промисловість. 2002. № 5. С. 26-27
67. Кафаров В.В. Системний аналіз процесів хімічної технології. Процеси подрібнення та змішування сипких матеріалів/В.В. Кафаров, І.М. Дорохів, С.Ю. Арутюнів. М: Наука, 1985. 440 с.
68. Макаров Ю.І. Основи розрахунку процесів змішування сипких матеріалів. Дослідження та розробка змішувальних апаратів: дис. докт. техн, наук. Москва, 1975. 243 с.
69. Оптимізація ефективного гомогенного змішування порошкових композитних складів різного ступеня дисперсності/О.Д. Повір'я, А.В. Тирсіна, Ю.А. Тирсин // Зберігання та переробка сільгоспсировини. 2006. № 1. С. 42-44.
70. Чистяков І.Д. Фізико-механічні властивості сировини та готової продукції борошномельно-круп'яного, олійного та комбікормового виробництва: Навчальний посібник. Москва, 2000. 91 с.
71. Макаров Ю.І. Апарати для змішування сипких матеріалів. М: Машинобудування, 1973. 216 с.

72. Оптимізація рецептури композитної суміші/Т.В. Саніна, Є.І. Пономарьова, О. Н. Воропаєва // Хлібопечення Росії. 2007. № 1. С. 18-19.

73. Стабровська О.І., Гаріфуліна О.А. Комплексний підхід до розробки хлібопекарських сумішей. Хлібопечення Росії. 2008. № 2. С. 17-18.

74. Практичні аспекти одержання борошна нового покоління / І.С. Косцова, Д.М. Сичова, Т.В. Карунас// Хлібопек. 2004. №6. С. 21-23.

75. Системний підхід до розробки багатокомпонентних сумішей/О.С. Романов, О.І. Стабровська, С.А. Стабровський та ін. // Збірник наукових праць МПА. Вип. III. М., 2005. С.396-405.

76. Виробництво багатокомпонентних зернових пластівців заданого складу та необхідної харчової цінності / Є. Мельников та ін. та хлібопродукти. 2009. №3. С. 48-50.

77. Борошняні композитні суміші для печива / Г.О. Магомедов, А.Я. Олійникова, Є.В. Шакалова // Зберігання та переробка сільгоспсировини. 2003. № 2. С.44-47.

78. Шамков Ю., Воротнікова Є. Суміш для хліба «8 злаків». Хлібопродукти. 2001. № 6. С. 12.

79. Досвідчений регламент технологічного процесу формування композитних борошняних сумішей для кондитерських виробів (з добавкою борошна із круп'яних культур). Додаток до ТУ 9293-013-00932169-96. Композитні борошняні суміші для кондитерських виробів (з добавкою борошна з круп'яних культур). Технічні умови// В.Г. Дулаєв, І.А. Швецова. Введіть. 15.12.1996. М.: ВНДІЗ, 1996. 38 с.

80. Технологічне обладнання підприємств галузі/Л.А. Глебов, А.Б. Демський, В.Ф. Веденьов та ін. М.: ДеЛі принт, 2006. 815 с.

81. Установа для змішування та гомогенізації сипких матеріалів та пристрій для безперервного дозування борошна та подібних матеріалів // Р. Вайбель, Б. Гмюр, П. Неф. Патент РФ №2040326. Опубл. 25.07.1995.

82. Бойко, Л.Я. Дослідження процесу змішування білково-вітамінних добавок: автореф. дис... канд. техн, наук: 05.18.02. Москва, 1976. 27 з.

83. Сладкова К. Безпека на борошномельних комбінатах: як знизити травматизм / Охорона праці. Просто та зрозуміло. №3, березень, 2016. Режим доступу: <http://e.sotruda.ru/> (дата звернення 05.01.22).

84. Хайрулліна Л.І., Чижова М.А. Професійні ризики в управлінні охороною праці: досвід борошномельного виробництва. Вісник технологічного університету. 2018. Т.21 №9. С.122-127.

85. Нікіфорова Т., Мельников Є. Перспективи використання пшеничного борошна. Хлібопродукти. 2006. № 12. С. 48-49.

86. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.