

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

Удосконалення технології виробництва хліба
Баладі

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МГХТ-1-24
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Григорій МАЛИЦЬКИЙ

Керівник: _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА

Рецензент: _____

Дніпро 2025

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО

«___» _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Малицькому Григорію Ігоровичу

1. Тема роботи: «Удосконалення технології виробництва хліба Баладі».
Керівник роботи: Холобцева Ірина Петрівна, кандидатка технічних наук, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року №3184.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 грудня 2025 року.
3. Вихідні дані до роботи: 1. Літературні джерела та періодичні видання. 2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується виробництва хліба.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1. Оглядовий розділ. 2. Дослідницько-аналітичний розділ. 3. Експериментальний розділ. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Організаційно-економічний розділ. Загальні висновки і пропозиції. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1) Титульний аркуш, тема. 2) Мета і задачі досліджень. 3) Хліб Баладі та технологія його виробництва. 4) Характеристика сировини. 5) Методика експериментальних досліджень. 6) Результати експериментальних досліджень. 7) Охорона праці та захист навколишнього середовища 8) Організаційно-економічна частина. 9) Висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 5	доцентка ХОЛОБЦЕВА Ірина	24.10.25	08.12.2025

7. Дата видачі завдання 12 листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	24.10-26.10.2025	виконано
2	Оглядовий розділ	27.10-02.11.2025	виконано
3	Дослідницько-аналітичний розділ	03.11-09.11.2025	виконано
4	Експериментальний розділ	10.11-23.11.2025	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	24.11-26.11.2025	виконано
6	Організаційно-економічний розділ	27.11-30.11.2025	виконано
7	Загальні висновки і пропозиції, бібліографія	01.12-03.12.2025	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	04.12-08.12.2025	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Григорій МАЛИЦЬКИЙ
(підпис)

Керівник роботи _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить: 62 сторінку друкованого тексту, 11 рисунків, 9 таблиць та використано 35 літературних джерела.

Метою роботи є дослідження впливу різних видів борошна (пшеничного, гречки посівної та гречки татарської) та технологічних параметрів на якість хліба Баладі, зокрема на його реологічні властивості тіста, хімічний склад, органолептичні та кольорові характеристики, а також свіжість готового виробу, з подальшим визначенням оптимальної рецептури та рекомендацій для виробництва з підвищеною харчовою цінністю та споживчими властивостями.

Об'єкт дослідження: технологічний процес виробництва хліба «Баладі», включно з усіма стадіями підготовки сировини, замішування, ферментації, формування та випікання тіста.

Предмет дослідження: вплив технологічних факторів (якість борошна, співвідношення води та дріжджів, режими замішування та ферментації, температура і час випікання) на реологічні властивості тіста та структурно-механічні характеристики готового хліба «Баладі».

Робота присвячена дослідженню технології виробництва хліба Баладі та впливу різних видів борошна на його якість, харчову цінність та споживчі характеристики. У першому розділі проведено огляд літературних джерел щодо традиційного хліба Баладі, його технологічних особливостей, а також характеристик пшеничного, гречаного посівного та татарського борошна. Проаналізовано попередні дослідження щодо удосконалення рецептури та застосування функціональних добавок, які впливають на реологічні, органолептичні та харчові властивості хліба. Другий розділ присвячений опису сировини, методів технологічної обробки, визначенню реологічних властивостей тіста, кольорових характеристик, органолептичної оцінки та контролю свіжості хліба. Представлено методологію експериментальних досліджень, спрямованих на оцінку впливу складу борошна та технологічних параметрів на якість готового виробу. У третьому розділі наведено результати експериментальних досліджень: хімічний склад сировини та готового хліба, реологічні властивості тіста, органолептичні та кольорові показники, а також визначено термін збереження свіжості хліба Баладі. Четвертий розділ висвітлює питання охорони праці та екологічного забезпечення виробничого процесу, а п'ятий – організаційно-економічні аспекти виробництва. Загальні висновки роботи підтверджують ефективність використання сумішей пшеничного та гречаного борошна для отримання хліба Баладі з підвищеною харчовою цінністю, оптимальною структурою м'якушу, приємним смаком та кольором, а також визначено рекомендації щодо впровадження технології у виробничих умовах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ХЛІБ БАЛАДІ, ПШЕНИЧНЕ БОРОШНО, ГРЕЧКА ПОСІВНА, ГРЕЧКА ТАТАРСЬКА, РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ, ХІМІЧНИЙ СКЛАД, СВІЖІСТЬ ХЛІБА, ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА, ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОДУКТИ ХАРЧУВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Хліб та технологія його виробництва Баладі	7
1.2 Борошно з пшениці, гречки посівної і гречки татарської.....	10
1.3 Аналіз попередніх досліджень	14
Висновки за розділом	17
2 ДОСЛІДНИЦЬКО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	19
2.1 Сировина, використана в дослідженні.....	19
2.2 Технологічна обробка.....	20
2.3 Реологічні властивості тіста	22
2.4 Кольорові характеристики.....	25
2.5 Органолептична оцінка.....	26
2.6 Визначення свіжості хліба.....	27
Висновки за розділом	28
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	30
3.1 Хімічний склад сировини	30
3.2 Реологічні властивості тіста	31
3.3 Хімічний склад хліба Баладі.....	38
3.4 Кольорові характеристики хліба Баладі	40
3.5 Органолептичні властивості хліба Баладі	42
3.6 Свіжість хліба Баладі.....	45
Висновки за розділом	47
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	49
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	54
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	57
БІБЛІОГРАФІЯ	59

ВСТУП

Виробництво хліба є одним із стратегічно важливих напрямів харчової промисловості, що забезпечує населення основним джерелом харчових речовин, зокрема білків, вуглеводів, клітковини та мікроелементів. Якість хлібобулочних виробів безпосередньо впливає на здоров'я населення та рівень задоволеності споживачів, тому підвищення ефективності технологічних процесів та удосконалення рецептури продукту є актуальними завданнями сучасного хлібопекарського виробництва.

Хліб «Баладі» є традиційним арабським виробом, який відзначається специфічними органолептичними властивостями: тонкою та еластичною скоринкою, м'якою і пористою серцевиною, а також характерним смаком і ароматом, сформованими особливою рецептурою та технологією приготування. Попит на цей вид хліба зростає не лише в регіонах його традиційного споживання, а й у глобальному контексті, що зумовлює необхідність розробки науково обґрунтованих технологічних процесів для промислового виробництва.

Обґрунтування технології виробництва хліба «Баладі» включає всебічний аналіз сировинної бази, зокрема якості пшеничного борошна, води, дріжджів та інших компонентів, а також визначення оптимальних режимів замішування, ферментації та бродіння тіста. Важливе значення має метод формування виробів, умови їх вистоювання та випікання, які впливають на структурні характеристики, смакові властивості та тривалість зберігання готового хліба.

Наукове обґрунтування технології дозволяє встановити параметри, що забезпечують стабільну якість продукції, економічну доцільність процесу та мінімізацію витрат сировини й енергії. Розробка ефективної технології хліба «Баладі» також сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємства, задоволенню сучасних вимог споживачів та інтеграції традиційних рецептур у промислове виробництво.

Метою роботи є дослідження впливу різних видів борошна (пшеничного, гречки посівної та гречки татарської) та технологічних параметрів на якість хліба

Баладі, зокрема на його реологічні властивості тіста, хімічний склад, органолептичні та кольорові характеристики, а також свіжість готового виробу, з подальшим визначенням оптимальної рецептури та рекомендацій для виробництва з підвищеною харчовою цінністю та споживчими властивостями.

Завдання дослідження:

1. Дослідити технологію виробництва хліба Баладі та визначити особливості його рецептури, формування тіста та випікання для забезпечення високої якості та харчової цінності.

2. Оцінити властивості сировини (пшеничного, гречаного та татарського борошна) та їх вплив на реологічні, хімічні та органолептичні характеристики тіста і хліба.

3. Розробити та провести експериментальні дослідження, спрямовані на визначення оптимальних пропорцій борошна і технологічних параметрів для отримання хліба Баладі з покращеними властивостями.

4. Оцінити якість та споживчі характеристики хліба, включаючи хімічний склад, кольорові параметри, органолептичні показники та свіжість під час зберігання.

5. Визначити заходи охорони праці та екологічні аспекти виробництва, що забезпечують безпечну і раціональну організацію технологічного процесу.

6. Оцінити економічну ефективність виробництва хліба з удосконаленою рецептурою та запропонувати рекомендації для впровадження в промислових умовах.

Об'єкт дослідження: технологічний процес виробництва хліба «Баладі», включно з усіма стадіями підготовки сировини, замішування, ферментації, формування та випікання тіста.

Предмет дослідження: вплив технологічних факторів (якість борошна, співвідношення води та дріжджів, режими замішування та ферментації, температура і час випікання) на реологічні властивості тіста та структурно-механічні характеристики готового хліба «Баладі».

1 ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ

1.1 Хліб та технологія його виробництва Баладі

Хліб Баладі є традиційним видом хліба Близького Сходу та Північної Африки, особливо поширеним є в Єгипті. Він відзначається своєю специфічною формою — плоскими коржами з м'якою, еластичною м'якушкою та тонкою хрусткою скоринкою. Цей хліб займає важливе місце у щоденному раціоні населення і широко використовується як самостійний продукт або як основа для сендвічів, закусок і національних страв. Технологія його виробництва поєднує традиційні рецептурні підходи з сучасними методами механізації та автоматизації виробничого процесу, що дозволяє досягати високої якості готового продукту при мінімальних витратах часу та енергоресурсів [1-4].



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд хліба Баладі

Для виготовлення хліба Баладі використовують пшеничне борошно вищого або першого сорту, інколи з частковим додаванням твердих сортів пшениці для підвищення еластичності тіста. Основними компонентами також є питна вода без сторонніх домішок, дріжджі (свіжі або сухі), сіль у кількості 1–2 % від маси

борошна та додаткові компоненти за рецептурою, такі як цукор, рослинна олія або покращувачі тіста. Перед замісом борошно просіюють для видалення домішок та насичення його повітрям, воду підігрівають до оптимальної температури 25–30 °С, дріжджі готують відповідно до виду (сухі додають безпосередньо, свіжі розчиняють у воді), а сіль і цукор рівномірно розподіляють по сухій масі або розчиняють у воді.

Заміс тіста може проводитися як вручну, так і механічно на промислових планетарних або спіральних міксерах. У домашніх умовах ручний заміс триває 15–20 хвилин, а на промисловому рівні механічний заміс триває 8–12 хвилин і забезпечує інтенсивне формування клейковинної сітки. Вологість тіста зазвичай становить 55–60 %, температура після замісу 26–28 °С. Під час замісу відбувається формування клейковинної сітки, рівномірний розподіл дріжджів і солі, включення повітря, що активізує ферментативні процеси і підвищує пластичність тіста [5-8].

Після замісу тісто піддають первинному вистоюванню протягом 15–30 хвилин при температурі 28–32 °С. Метою цієї стадії є активація дріжджів, часткове збільшення об'єму тіста, розвиток аромату та підготовка до формування коржів. Після вистоювання тісто ділиться на порції однакової маси, зазвичай за допомогою тістоподільників у промислових умовах, і формуються круглі або овальні коржі. Товщина коржів становить 0,5–1 см, що забезпечує швидке та рівномірне випікання. У промислових умовах використовуються конвеєрні тісторозкатувачі, які гарантують однорідну товщину та стабільну форму коржів.

Випікання хліба Баладі проводиться при високій температурі 220–250 °С протягом 3–5 хвилин, що дозволяє отримати тонку хрустку скоринку і м'яку, еластичну м'якушку. Для промислового виробництва використовуються електричні тунельні печі або конвекційні печі з подачею гарячого повітря, у традиційному виробництві застосовують кам'яні печі. Під час випікання відбувається інтенсивний розвиток пари всередині коржа, що формує характерний «пузир» у центрі. Крім того, проходить процес карамелізації цукрів і формування аромату хліба [9-11].

Після випікання коржі охолоджують протягом 5–10 хвилин на решітках, щоб

уникнути конденсації вологи та забезпечити збереження текстури м'якушки і скоринки. Потім хліб упаковують у поліетиленові або паперові пакети для збереження свіжості та м'якості. Тривалість зберігання хліба без консервантів становить 24–48 годин, при використанні харчових пакувальних матеріалів ідеальна свіжість може зберігатися 3–5 діб.

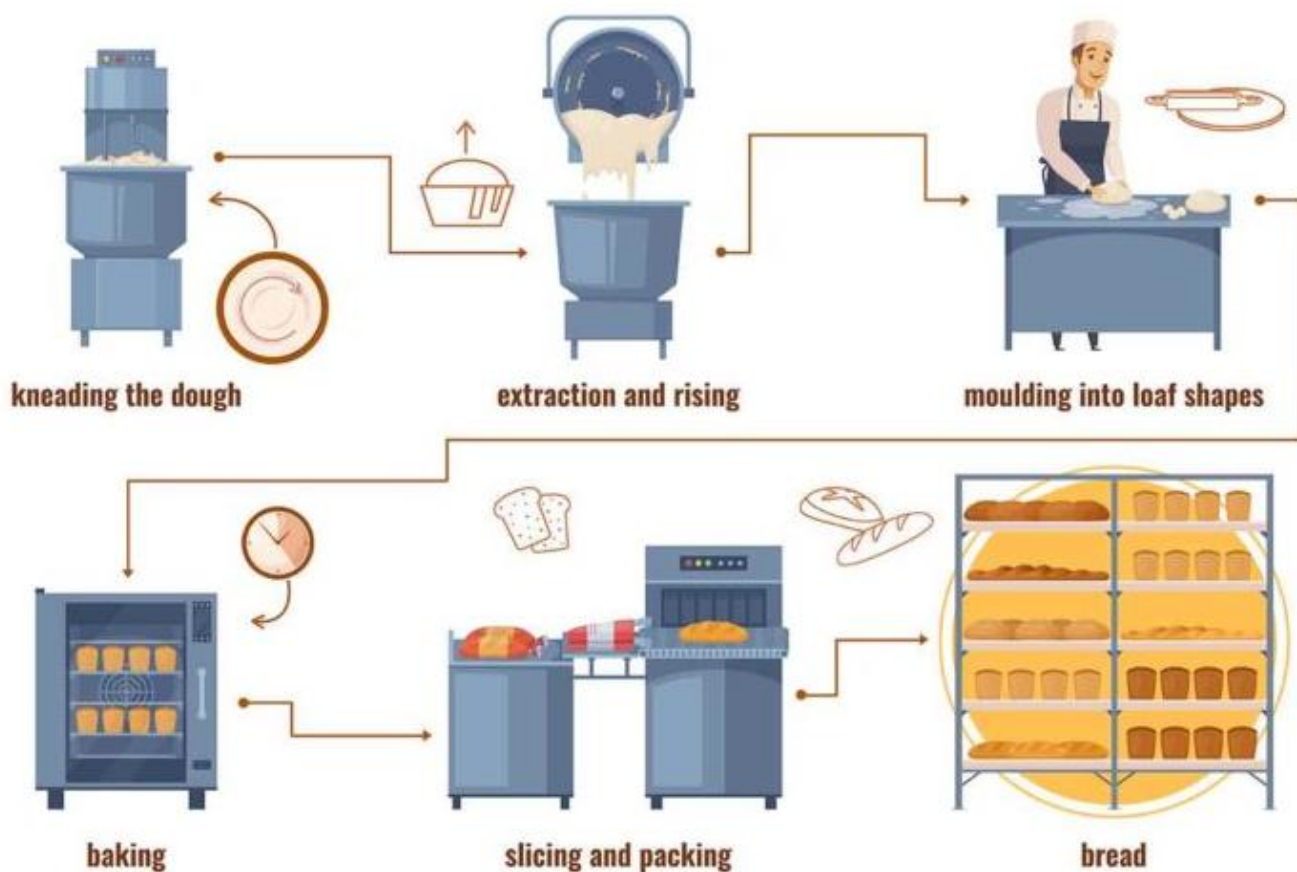


Рисунок 1.2 – Схема виробництва хліба Баладі

Контроль якості хліба Баладі включає фізико-хімічні, органолептичні та мікробіологічні показники. До фізико-хімічних відносять вологість тіста і готового продукту, щільність і об'єм хліба. Органолептичний контроль включає оцінку кольору скоринки та м'якушки, текстури, аромату та смаку. Мікробіологічна оцінка передбачає визначення вмісту бактерій, дріжджів і плісняви, що особливо важливо при зберіганні понад 24 години.

У порівнянні з іншими видами хліба, такими як французький багет чи

пшеничний батон, хліб Баладі має значно меншу товщину (0,5–1 см проти 3–4 см у багета), більш м'яку та еластичну м'якушку і тонку хрустку скоринку. Час випікання значно коротший, що зменшує енергозатрати, а використання простих інгредієнтів і традиційних методів дозволяє досягати стабільної якості без додаткових технологічних покращувачів. Крім того, технологія дозволяє замінювати частину борошна на інші види (гречку, кукурудзу) для підвищення харчової цінності без значного впливу на текстуру і органолептичні властивості [13-18].

Таким чином, технологія виробництва хліба Баладі є ефективною, економічною і відносно простою. Вона поєднує традиційні підходи з можливістю промислової автоматизації, що забезпечує високий рівень стабільності параметрів готового продукту. Основні переваги включають швидкий цикл виробництва, низькі енергетичні витрати, простоту рецептури і технології, можливість використання різних видів борошна та додаткових компонентів для поліпшення харчової цінності та смакових характеристик. Завдяки цьому хліб Баладі залишається одним із найпопулярніших видів хліба у регіонах Близького Сходу та Північної Африки, а також цікавим об'єктом для вивчення технологічних процесів у хлібопекарній промисловості.

1.2 Борошно з пшениці, гречки посівної і гречки татарської

Борошно є однією з основних складових хліба, визначаючи його текстуру, смакові та органолептичні властивості, а також впливаючи на харчову цінність та термін зберігання. Сучасні тенденції харчової промисловості передбачають використання сумішей борошна різних зернових культур, що дозволяє отримати хліб не тільки з приємними смаковими якостями, але й з підвищеною функціональною цінністю. Пшеничне, гречане посівне та гречане татарське борошно відрізняються між собою складом, вмістом білка та клейковини, колірними характеристиками, а також технологічними властивостями, що безпосередньо впливає на процес замісу тіста, його ферментацію та випікання.

Пшеничне борошно традиційно є основною складовою хлібопекарських сумішей. Воно забезпечує формування міцної еластичної клейковини, здатної утримувати гази, що виділяються під час бродіння тіста. Клейковина пшеничного борошна складається переважно з білків глютенінів та гліадинів, які при зволоженні та замісі утворюють еластичну сітку, що визначає об'єм і структуру м'якушу. Якість пшеничного борошна залежить від сорту пшениці, вмісту білка, клейковини та ступеня помелу. Високосортне пшеничне борошно характеризується високим вмістом білка та добре розвиненою клейковиною, що сприяє отриманню пухкого, пористого та рівномірного м'якушу. Другосортне та обдирне борошно містить менше білка, але більше мінеральних речовин та харчових волокон, що підвищує його функціональну цінність. Проте його використання у чистому вигляді часто знижує еластичність тіста і об'єм хліба, тому воно зазвичай застосовується у суміші з борошном вищих сортів. Пшеничне борошно також впливає на колір м'якушу, смакові властивості та здатність хліба утримувати вологу, що безпосередньо пов'язано з тривалістю його свіжості та м'якістю.

Гречане борошно посівної гречки (*Fagopyrum esculentum* Moench) відзначається високим вмістом білка, харчових волокон, мінералів і біологічно активних речовин, таких як рутин, магній, залізо, фосфор та антиоксиданти. Особливістю цього борошна є відсутність глютену, що значною мірою обмежує його здатність до утворення еластичної структури тіста. Через це хліб із високим вмістом гречаного борошна має більш щільний м'якуш і нижчий об'єм порівняно з виробами, приготованими виключно з пшеничного борошна. Водночас додавання гречаного борошна надає хлібу специфічного горіхового аромату, більш темного кольору та підвищеної харчової цінності, що робить його привабливим для споживачів, які дотримуються принципів здорового харчування. Для поліпшення технологічних властивостей хліба гречане борошно зазвичай вводять у суміші з пшеничним, де клейковина пшеничного борошна компенсує відсутність глютену. Оптимальний вміст гречаного борошна у суміші коливається від 10 до 30 %, що дозволяє збалансувати текстуру, об'єм м'якушу та органолептичні показники

готового продукту.

Гречане борошно татарської гречки (*Fagopyrum tataricum* Gaertn) має дещо інший біохімічний склад у порівнянні з гречкою посівною. Воно містить більшу кількість білка та фенольних сполук, що підвищує антиоксидантну активність хліба та сприяє його харчовій цінності. Борошно з татарської гречки відрізняється темнішим кольором, що визначає насиченість кольору м'якушу готового виробу, а також наявністю більш виражених гірких ноток у смаку через високий вміст фенольних речовин. Зважаючи на специфічні смакові й технологічні властивості, гречку татарську вводять у хлібні суміші у невеликих концентраціях – зазвичай не більше 10–15 % від загальної маси борошна. Надмірне її додавання може ускладнити заміс та ферментацію тіста, а також знизити об'єм хліба.

Сучасні технології виробництва хліба з сумішею пшеничного, гречаного та татарського борошна передбачають декілька основних етапів. Першим є підготовка сировини та змішування борошна у визначених пропорціях для досягнення оптимальної комбінації білка, клейковини та харчових компонентів. Наступний етап – заміс тіста з урахуванням водоутримуючих властивостей гречаного борошна, яке поглинає більше води порівняно з пшеничним, що впливає на консистенцію тіста та його пластичність. Важливим аспектом є також використання ферментних або розпушувальних агентів, що дозволяє компенсувати низький вміст глютену і забезпечити оптимальний об'єм та пористість м'якушу. На стадії ферментації необхідно контролювати температуру та вологість, щоб забезпечити рівномірне підняття тіста та формування характерної структури хліба. Випікання проводять при контрольованих параметрах температури та вологості для отримання хліба з оптимальною скоринкою, м'яким і пористим м'якушем.

Важливою характеристикою хліба з додаванням гречаного борошна є його колір. Використання борошна гречки посівної надає м'якушу світло-коричневий відтінок, тоді як татарська гречка робить його значно темнішим. Поєднання обох видів борошна у певних пропорціях дозволяє досягти бажаного відтінку, який є важливим критерієм споживчої привабливості хліба. Крім того, темніший колір асоціюється зі зростанням харчової цінності та вмістом біологічно активних

компонентів, що особливо важливо у виробництві функціональних продуктів харчування.

Таблиця 1.1 – Хімічні властивості пшеничного, гречки посівної та гречки татарської борошна

Показник	Пшеничне борошно (високосортне)	Гречка посівна	Гречка татарська
Вологість, %	14	12,5	12
Сировинний білок, %	11,5–13,0	13,0–15,0	14,0–16,0
Клейковина, %	28–32	0	0
Жир, %	1,5	3,0–3,5	3,5–4,0
Вуглеводи (загальні), %	72–74	70–72	68–70
Харчові волокна, %	2,5–3,0	6–7	7–8
Зола, %	0,5–0,7	1,5–2,0	2,0–2,5
Лізін, %	0,3	0,75	0,8
Триптофан, %	0,16	0,2	0,22
Фенольні сполуки (рутин), мг/100 г	2–3	10–12	20–25
Магній, мг/100 г	22	150	170
Залізо, мг/100 г	1,2	2,5	3
Фосфор, мг/100 г	100	250	280

Гречане борошно також впливає на текстуру м'якушу. Підвищений вміст харчових волокон робить його більш щільним, а також здатним довше утримувати вологу, що подовжує термін свіжості хліба. Суміш гречки посівної та татарської з пшеничним борошном дозволяє збалансувати об'єм та пористість м'якушу, забезпечуючи оптимальні органолептичні властивості. У процесі розробки рецептур важливо враховувати співвідношення всіх компонентів, оскільки надмірна кількість гречки може призвести до зниження об'єму виробу та погіршення його структури.

З точки зору харчової цінності, хліб із суміші пшеничного, гречаного та татарського борошна є продуктом з підвищеним вмістом білка, мінеральних речовин та антиоксидантів. Такий хліб підходить для людей, які дотримуються принципів здорового харчування, для осіб з порушеннями обміну речовин або тих,

хто прагне збільшити споживання харчових волокон. Поєднання різних видів борошна дозволяє компенсувати недоліки одного виду зерна за рахунок переваг іншого, забезпечуючи збалансовану харчову цінність та привабливі смакові характеристики.

Отже, використання пшеничного борошна разом із борошном гречки посівної та татарської є ефективним способом підвищення функціональної та харчової цінності хліба. Такий підхід дозволяє отримати продукт з оптимальною структурою м'якушу, насиченим смаком, приємним ароматом і насиченим кольором, що відповідає сучасним вимогам споживачів до хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності. Правильне поєднання різних видів борошна, контроль технологічних параметрів замісу, ферментації та випікання забезпечує стабільність якості та повторюваність органолептичних і фізико-хімічних властивостей хліба. Наукові дослідження підтверджують, що оптимальне поєднання пшеничного, гречаного та татарського борошна дозволяє досягти балансу між технологічною придатністю тіста, органолептичними показниками та підвищеною харчовою цінністю готового виробу.

Таким чином, використання сумішей пшеничного, гречаного посівного та татарського борошна є сучасним підходом у хлібопеченні, який дозволяє поєднати традиційні технології з принципами здорового харчування та функціональних продуктів. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на оптимізацію рецептур, підбір технологічних режимів замісу та випікання, а також на визначення впливу різних пропорцій борошна на фізико-хімічні, органолептичні та харчові властивості хліба. Це створює підґрунтя для впровадження нових видів хлібобулочних виробів, які відповідають сучасним запитам споживачів на продукти високої харчової цінності та поліпшених органолептичних характеристик.

1.3 Аналіз попередніх досліджень

Хліб «Баладі» є одним із основних продуктів харчування в Єгипті та має

велике соціальне та економічне значення. Він традиційно споживається щодня, формуючи основу раціону місцевого населення. Враховуючи його важливість, протягом останніх десятиліть проводились численні наукові дослідження, спрямовані на покращення якості хліба, підвищення його харчової цінності та продовження терміну зберігання. Одним із напрямів таких досліджень є використання функціональних добавок, зокрема гідроколоїдів, які здатні змінювати реологічні властивості тіста та впливати на його старіння. Дослідження показали, що додавання пуллулану до рецептури хліба «Баладі» сприяє підвищенню об'єму тіста, покращує його структуру та значно сповільнює процес зачерствіння хліба. Такий ефект пояснюється здатністю пуллулану утримувати воду та стабілізувати клейстеризовані структури крохмалю під час випікання та охолодження виробу [1-7].

Крім того, хліб «Баладі», збагачений гречаним борошном, отримав особливу увагу через потенційні користі для здоров'я. Гречка пов'язується зі зниженням рівня гіперліпідемії, контролем артеріального тиску та регуляцією маси тіла. Дослідження показали, що споживання гречки сприяє нижчому післяпрандіальному рівню глюкози та інсуліну в крові, що робить її корисною для людей із діабетом та метаболічними порушеннями. Високий вміст антиоксидантних сполук, таких як рутин і кверцетин, обумовлює протизапальні та антиоксидантні властивості хліба з гречки. Біоактивні компоненти гречки, зокрема D-хіро-інозитол, білки та флавоноїди, позитивно впливають на рівень холестерину, нейропротекцію, мають протиракові властивості та сприяють нормалізації артеріального тиску. Крім того, існують дані про потенційне терапевтичне застосування гречки при хворобі Альцгеймера, що підкреслює її значення як функціонального харчового компонента [9-16].

Хімічний склад основних видів борошна, що використовуються у хлібі «Баладі», значно впливає на якість готового виробу. Пшеничне борошно твердих сортів (HWF) містить переважно крохмаль (55–75 %), білки (6–12 %), жири (1–4 %), розчинні вуглеводи (1–2 %), харчові волокна (3–7 %) та золу (1–2 %). Вміст білка та клейковини визначає еластичність і здатність тіста утримувати гази, що

безпосередньо впливає на об'єм хліба та його м'якість.

Гречка посівна (*Fagopyrum esculentum*, FE) характеризується багатим складом: алкалоїди, амінокислоти, антракінони, флавоноїди, флобатаніни, таніни, білки високої біологічної цінності, незамінні амінокислоти, жирні кислоти, харчові волокна, вітаміни та мінерали (залізо, цинк, селен). Гречка татарська (*Fagopyrum tataricum*, FT) має схожий склад, але містить ще більшу кількість флавоноїдів із вираженою антиоксидантною активністю, що підвищує харчову цінність хліба та його функціональні властивості [10-16].

Якість хліба оцінюється не лише органолептично, а й за допомогою інструментальних методів, таких як фаринограф і екстензіограф. Фаринограф дозволяє оцінити властивості тіста під час замісу, його водопоглинання, час розвитку тіста та стабільність клейковинної структури. Екстензіограф використовується для визначення еластичності, пластичності та розтяжності тіста. Дослідження показали, що додавання трансглутамінази покращує показники фаринографа та екстензіографа при використанні ячмінного або соєвого борошна. Використання соєвого борошна та борошна *Cephalaria syriaca* підвищувало розтяжність тіста, тоді як порошок личинок зменшував його еластичність. Аналогічно, ячмінне та кукурудзяне борошно впливали на реологічні показники тіста по-різному, що демонструє необхідність оптимізації рецептур.

Клейстеризаційні властивості пшеничного борошна в хлібі «Баладі» можуть змінюватися при додаванні та заміні інгредієнтів. Збагачення хліба борошном із очищених лущених бобів підвищує водопоглинання, час досягнення піку та час розвитку тіста. Додавання соєвого борошна впливало на сенсорні та реологічні властивості хліба, тоді як в [14] встановили, що заміна звичайного та воскового цільнозернового борошна знижує в'язкість клейстеризації.

Хімічний склад хліба «Баладі» досліджували у контексті впливу різних інгредієнтів. В [15] зосередили увагу на збагаченні хліба жирними кислотами за допомогою насіння коріандру. В [17] оцінили елементний склад та сенсорні властивості хліба, збагаченого ячмінним і кукурудзяним борошном. В [24] покращили харчову цінність хліба фолієвою кислотою та цільнозерновими

продуктами. Введення червоних водоростей дозволяло підвищити антиоксидантну активність, тоді як використання оболонки насіння, рисових висівок і кірок кавуна впливало на хімічні, сенсорні властивості та потенційну користь для здоров'я.

Колір хліба «Баладі» змінюється залежно від інгредієнтів і технології обробки. Додавання ячмінного та кукурудзяного борошна змінювало відтінок м'якушу, тоді як хліб із гуаром наближався до кольору французького хліба. Сироватковий білок та насіння коріандру спричиняли темніння скоринки. Вплив нанопорошків, червоних водоростей, кірок кавуна та рисових висівок також відзначався, тоді як кількість оливкової олії суттєво не змінювала колір хліба типу чабатта.

Широко досліджували вплив добавок на сенсорні властивості та свіжість хліба. Додавання борошна з виноградних кісточок, кіноа покращувало харчові та сенсорні характеристики. Ячмінне борошно та червоні водорості забезпечували харчові переваги, але могли дещо змінювати смак та текстуру. Заміна пшеничного борошна кірками кавуна допустима до 15% без погіршення сенсорики. Дослідження [19] показали, що ферменти та контроль температури зберігання сприяють підтриманню свіжості хліба, а в [22] підкреслено, що підвищений вміст білка та молочних продуктів подовжує термін його зберігання.

Таким чином, хліб «Баладі» є продуктом із високим потенціалом для функціонального харчування. Його якість і харчова цінність значною мірою визначаються типом борошна, технологією замісу, ферментацією та додатковими функціональними компонентами, що дозволяє створювати вироби з покращеними сенсорними властивостями, продовженим терміном зберігання та підвищеною користю для здоров'я.

Висновки за розділом

Хліб Баладі є традиційним продуктом Близького Сходу та Північної Африки, особливо поширеним у Єгипті, і характеризується плоскими коржами з м'якою еластичною м'якушкою та тонкою хрусткою скоринкою. Його технологія виробництва

поєднує традиційні рецептурні підходи з сучасними методами механізації, що забезпечує високу якість готового продукту при мінімальних енерговитратах та швидкому циклі виробництва. Основні інгредієнти включають пшеничне борошно, воду, дріжджі, сіль та за потреби додаткові компоненти, такі як цукор, олія чи покращувачі тіста. Тісто замішується вручну або механічно, проходить стадії первинної та вторинної ферментації, формується у тонкі коржі та випікається при високій температурі, що забезпечує оптимальну текстуру та аромат хліба. Контроль якості охоплює фізико-хімічні, органолептичні та мікробіологічні показники.

Використання борошна різних культур, зокрема гречки посівної та татарської, дозволяє підвищити харчову цінність хліба, збалансувати текстуру м'якушу, надати виробу приємного аромату, насиченого кольору та підвищити вміст білка, харчових волокон і антиоксидантів. При цьому оптимальна концентрація гречаного борошна у суміші з пшеничним дозволяє зберегти об'єм та еластичність хліба. Сучасні технології передбачають контроль водопоглинання, консистенції тіста та параметрів ферментації і випікання для досягнення стабільної якості та повторюваності органолептичних властивостей.

Наукові дослідження показують, що хліб Баладі збагачений гречаним борошном або іншими функціональними компонентами має значний потенціал для функціонального харчування: покращує сенсорні властивості, продовжує термін зберігання та підвищує користь для здоров'я, впливаючи на рівень глюкози, інсуліну, холестерину та антиоксидантний статус організму. Таким чином, технологія виробництва хліба Баладі є ефективною, економічною і адаптивною до інноваційних рецептур, що забезпечує поєднання традиційної харчової культури з сучасними вимогами до функціональних продуктів харчування.

2 ДОСЛІДНИЦЬКО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Сировина, використана в дослідженні

У дослідженні було обрано сорти гречки посівної (*Fagopyrum esculentum*, FE) і гречки татарської (*Fagopyrum tataricum*, FT) для комплексної оцінки їхнього росту, розвитку, продуктивності та якості зерна за різних строків посіву. Вивчалися морфологічні характеристики рослин, етапи фенофази, урожайність і показники вмісту білка, клітковини та інших поживних компонентів у зерні.

Зерно гречки після збору проходило ретельну підготовку: його змішували для отримання однорідної проби, сушили до оптимальної вологості та очищали від сторонніх домішок і пошкодженого насіння. Для забезпечення високої схожості та безпечності матеріалу насіння гречки було придбано у сертифікованих українських насіннєвих компаніях. Перед висівом усі партії насіння пройшли державний фітосанітарний контроль та лабораторний тест на схожість, що гарантувало придатність насіння для дослідних ділянок та відсутність шкідників і хвороб.

Пшеничне борошно твердих сортів (Hard Wheat Flour, HWF) із коефіцієнтом виходу 82% закуповувалося у місцевих млинах Дніпропетровської області. Для приготування тіста використовували стандартні харчові інгредієнти: цукор, сіль (хлорид натрію) та дріжджі (*Saccharomyces cerevisiae*), які були придбані на місцевому ринку. Всі ці компоненти відповідали нормам харчової безпеки та були придатні для проведення експериментальних досліджень у лабораторних умовах.

Усі хімічні реагенти та розчинники, що використовувалися під час лабораторних аналізів, були аналітичного класу чистоти. Зокрема, застосовували такі реагенти, як трихлороцтова кислота (ТСА) для осадження білків, тіобарбітурова кислота (ТВА) для визначення продуктів перекисного окислення ліпідів та радикальний стабілізатор DPPH (2,2-діфеніл-1-пікрілгідразил) для оцінки антиоксидантної активності. Усі хімікати закуповувалися у сертифікованих українських постачальників лабораторних матеріалів, що гарантувало їхню якість та надійність для проведення точних аналітичних досліджень.



Пшеничне борошно
твердих сортів (HWF)



Гречка посівна (FE)



Гречка татарська (FT)

Рисунок 2.1 – Вихідний матеріал

2.2 Технологічна обробка

Насіння гречки було очищене від домішок та змочене до вологості 15%. Після цього його подрібнювали у борошно за допомогою млину, а потім просіювали через сито з розміром осередків 40. Отримане борошно фасували у пластикові пакети для збереження якості та уникнення поглинання вологи.

Для проведення досліджень борошно гречки змішували з твердим пшеничним борошном (HWF) у різних пропорціях:

- 100% HWF (контроль),
- 90% HWF + 10% борошна гречки (BWF),
- 80% HWF + 20% BWF,
- 70% HWF + 30% BWF.

Такі комбінації дозволяли оцінити вплив різних рівнів заміни пшеничного борошна на властивості тіста та якість готового хліба.



Колоїдний млин



Лабораторний розсів



Набір кондитерських сит для просіювання борошна



Обладнання для випікання хлібобулочних і кондитерських виробів



Обладнання для зважування



Обладнання для змішування і збивання інгредієнтів

Рисунок 2.2 – Лабораторне обладнання, яке використовувалось при дослідженнях

Для приготування хліба суміші борошна змішували з дріжджами, сіллю та водою протягом 6 хвилин до отримання однорідного тіста. Тісто ферментувалося 1 годину при 30 °С і вологості 85%. Потім його поділяли на шматки по 125 г, які відпочивали на дошці, присипаній висівками, протягом 45 хв. Кожен шматок тіста розкочували до діаметру 20 см, витримували для остаточного підйому 15 хв при температурі 30–35 °С та випікали при температурі 400–500 °С протягом 1–2 хвилин. Після випікання хліб охолоджували протягом 1 години перед проведенням оцінки властивостей.

2.3 Реологічні властивості тіста

Реологічні характеристики тіста визначали за допомогою фаринографа, екстенोगрафа та амілограф (виготовлені кафедрою інжинірингу технічних систем ДДАЕУ) відповідно до методик ААСС. Це дозволяло оцінити водопоглинання, час розвитку тіста, стабільність та енергетичні характеристики, а також механічні властивості тіста, такі як розтяжність і опір розширенню.

Фаринограф використовується для визначення механічних та гідратаційних властивостей тіста при змішуванні. Параметри, що вимірювалися:

- Водопоглинання (%) – кількість води, необхідна для отримання тіста із стандартною консистенцією 500 BU (Brabender Units).
- Час розвитку тіста (min) – час, необхідний для досягнення максимальної стабільності тіста під час змішування.
- Стабільність тіста (min) – час, протягом якого тісто зберігає оптимальну консистенцію після досягнення піку.
- Ослаблення (BU) – показник падіння консистенції після піку, що характеризує міцність клейковинного каркасу.

Для вимірювань використовували стандартну 300 г пробу борошна, температура води підтримувалась на рівні 30 °С. Всі дані реєстрували в автоматичному режимі за допомогою програмного забезпечення фаринографа.



Амілограф



Екстенсограф



Фаринограф Vrabender

Рисунок 2.3 – Лабораторне обладнання для визначення реологічних властивостей

Екстенсограф дозволяє оцінити механічні властивості тіста під час його розтягування, що важливо для прогнозування поведінки тіста під час формування хліба. Вимірювали такі параметри:

- Розтяжність (E , см) – довжина, на яку тісто може розтягнутися перед розривом.
- Опір розширенню (R , BU) – сила, необхідна для розтягування тіста.
- Максимальний опір розширенню (BU) – найвищий показник сили під час розтягування, що характеризує міцність тіста.
- Пропорційне число (R/E) – співвідношення сили до розтяжності, що дозволяє оцінити еластичність і пластичність тіста.
- Енергія тіста (см^2) – інтегральна характеристика, що відображає загальну роботу, яку тісто може виконати до розриву.

Для дослідження брали зразки тіста після 1 години бродіння при $30\text{ }^\circ\text{C}$ та 85% вологості. Тісто формували у стандартні циліндричні зразки, які розтягували за допомогою механізму екстенोगрафа зі швидкістю 0,5 см/сек.

Амілограф застосовувався для оцінки клейстеризаційних властивостей тіста і борошняних сумішей при нагріванні та охолодженні. Цей метод дозволяє:

- визначати пікову та кінцеву в'язкість,
- оцінювати час досягнення піку,
- оцінювати стабільність клейстеру,
- прогнозувати текстуру готового хліба та вплив добавок на крохмалеві властивості.

Пробу борошна (3–4 г сухої речовини) змішували з водою у спеціальних кюветах, проводили нагрівання до $95\text{ }^\circ\text{C}$ із наступним охолодженням до $50\text{ }^\circ\text{C}$. Дані зчитували у реальному часі, отримуючи криву в'язкості, на основі якої визначали параметри: пікова в'язкість, мінімальна в'язкість, зниження в'язкості, кінцева в'язкість, повернення в'язкості, час досягнення піку та температуру клейстеризації.

Таким чином, комбінація цих методів дозволяла комплексно оцінити водопоглинання, міцність, еластичність, енергетичні та клейстеризаційні характеристики тіста, що є критично важливим для прогнозування якості хліба при використанні різних рівнів FE та FT.

2.4 Кольорові характеристики

Кольорові характеристики хліба Баладі, збагаченого гречаним борошном (FE та FT), оцінювали за допомогою колориметра LS173, який дозволяє точно вимірювати колір поверхні зразків у трьох координатах за стандартною колірною системою CIELAB:

1. L – показник світлості, який відображає, наскільки світлим або темним є зразок. Значення змінюються від 0 (чорний) до 100 (білий).
2. a – показник червоності/зеленості. Позитивні значення a відображають червонуватий відтінок, а негативні – зеленуватий.
3. b – показник жовтуватості/синяви. Позитивні значення b характеризують жовтий колір, негативні – синій.

Процедура вимірювань:

- Зразки хліба різних складів (контрольний зразок та хліб із 10, 20 та 30% FE або FT) нарізали на однакові шматки для забезпечення однорідності поверхні.
- Колориметр налаштували в режим 45/0, що означає: кут освітлення 45° та кут спостереження 0° – стандартна методика для оцінки кольору продуктів харчування.
- Використовували стандартну білу плитку як еталон для калібрування приладу, що забезпечувало точність та відтворюваність вимірювань.
- Кожен зразок вимірювали у трьох точках поверхні, після чого обчислювали середнє значення L, a та b.

Значення методики:

- Дозволяє об'єктивно оцінити зміни кольору хліба залежно від рівня добавки гречаного борошна.
- Дозволяє порівнювати вплив FE і FT на світлість, насиченість та відтінок скоринки.
- Використання стандартного еталону та трьох вимірювань підвищує точність і надійність результатів.

Таким чином, ця методика забезпечує кількісну оцінку візуальних змін хліба,

що важливо для визначення його сенсорних властивостей та потенційної привабливості для споживачів.



Рисунок 2.4 – Колориметр LS173

2.5 Органолептична оцінка

Сенсорну оцінку хліба Баладі проводила навчена група дегустаторів, яка складалася з 15 осіб. Дегустатори проходили попереднє навчання щодо критеріїв оцінки хліба та процедур виставляння балів, що дозволяло підвищити точність і відтворюваність результатів.

Кожен зразок хліба оцінювався за сімома основними параметрами:

1. Загальний вигляд (20 балів) – оцінювалася форма хліба, рівномірність поверхні, наявність тріщин, пухирців і дефектів скоринки.
2. Розшарування (20 балів) – визначався рівень відокремлення шарів м'якушки, однорідність текстури, наявність порожнин або щільних зон.
3. Округлість (15 балів) – оцінювалася симетричність та пропорційність форми хлібини.

4. Структура м'якушки (15 балів) – враховувалися пористість, щільність, однорідність розподілу пор та загальна еластичність м'якушки.

5. Колір скоринки (10 балів) – оцінювався рівень підсмаження, однорідність кольору, наявність золотистих або темних ділянок.

6. Смак (10 балів) – дегустатори оцінювали солодкість, солоність, гіркоту, присмак гречки та загальне смакове сприйняття хліба.

7. Запах (10 балів) – визначався інтенсивність і приємність аромату, наявність специфічного запаху гречки або дріжджів.

Балами визначали загальні сенсорні характеристики хліба та дозволяли об'єктивно оцінити, як різні рівні заміни пшеничного борошна на гречане впливають на сприйняття продукту споживачами.

2.6 Визначення свіжості хліба

Методика визначення свіжості хліба полягає у кількісній оцінці здатності м'якушки утримувати вологу під час зберігання, що є показником темпів черствіння та терміну придатності. Для цього досліджували хліб Баладі з різними рівнями заміни твердого пшеничного борошна (HWF) гречаним борошном (*Fagopyrum esculentum* та *Fagopyrum tataricum*) та контрольний зразок (100% HWF). Зразки нарізали на шматки однакового розміру, приблизно 50–100 г, і упаковували в поліетиленові пакети, щоб запобігти випаровуванню вологи. Зберігання проводили при кімнатній температурі 20–25 °C протягом 1, 3 та 5 днів, при цьому для кожного зразка у визначені часові точки фіксували масу та стан свіжості.

Визначення здатності м'якушки утримувати воду проводили за методом Alkaline Water Retention Capacity (AWRC), який базується на вимірюванні кількості води, що залишилася у хлібному м'якуші після його обробки лужним розчином. Зразок м'якушки занурювали у певний об'єм стандартного лужного розчину і витримували протягом визначеного часу. Після витримки надлишок рідини віджимали через сито або фільтр, після чого визначали масу води, що залишилася у зразку. Відсоток утриманої води (AWRC, %) розраховували як відношення маси

води, утриманої м'якушкою, до початкової маси зразка, помножене на 100. Вищий відсоток свідчить про більшу свіжість хліба, нижчий – про його черствіння.

Отримані дані дозволяють оцінити вплив рівня заміни пшеничного борошна гречаним на темпи черствіння та зміну текстури хліба під час зберігання. Метод AWRC є надійним та об'єктивним засобом кількісної оцінки свіжості хліба, оскільки дозволяє визначити втрату вологи без руйнування структури м'якушки, а також застосовувати його для хліба з додатковими інгредієнтами, які можуть змінювати водопоглинання та механічні властивості виробу. Дані оформлюють у вигляді таблиць та графіків для порівняння контрольного зразка з експериментальними варіантами хліба та визначення оптимальних рівнів заміни пшеничного борошна гречаним для подовження терміну зберігання та збереження якісних показників продукту.

Висновки за розділом

Для проведення дослідження було обрано сорти гречки посівної (*Fagopyrum esculentum*, FE) та гречки татарської (*Fagopyrum tataricum*, FT), які пройшли фітосанітарний контроль та тест на схожість, що гарантувало якість та безпеку насіння для використання на дослідних ділянках. Пшеничне борошно твердих сортів (HWF) та стандартні харчові інгредієнти (цукор, сіль, дріжджі) забезпечили основу для приготування тіста та хліба Баладі, а аналітичні реагенти використовувалися для проведення точних лабораторних аналізів.

Насіння гречки було очищене, зволожено до 15% та подрібнене у борошно, яке змішували з HWF у різних пропорціях (100% HWF – контроль, 90/10, 80/20, 70/30 – з FE або FT), що дозволяло оцінити вплив заміни пшеничного борошна на якість тіста і готового продукту. Тісто готували стандартним методом: змішування з дріжджами, сіллю та водою, ферментація, формування та випікання при контролюваних умовах.

Реологічні властивості тіста оцінювали комплексно за допомогою фаринографа, екстенографа та амілографа, що дозволяло визначити

водопоглинання, стабільність, час розвитку, механічні характеристики, еластичність, енергетичні показники та клейстеризаційні властивості тіста. Це дало змогу прогнозувати поведінку тіста та якість хліба залежно від рівня добавки FE та FT.

Кольорові характеристики хліба (L^* , a^* , b^*) оцінювали за допомогою колориметра LS173 із використанням стандартної білої плитки, що дозволяло об'єктивно визначати світлість, червонуватість та жовтуватість скоринки та порівнювати вплив різних рівнів гречаного борошна.

Сенсорна оцінка проводилася навченою групою з 15 дегустаторів за сімома параметрами: загальний вигляд, розшарування, округлість, структура м'якушки, колір скоринки, смак і запах. Це забезпечувало комплексну оцінку органолептичних властивостей хліба та вплив рівня заміни пшеничного борошна на сприйняття продукту.

Визначення свіжості хліба проводили методом Alkaline Water Retention Capacity (AWRC) після зберігання в поліетиленових пакетах при кімнатній температурі протягом 1, 3 та 5 днів. Метод дозволяв кількісно оцінити втрату вологи та темпи черствіння хліба, що є об'єктивним показником тривалості зберігання та якості м'якушки.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Хімічний склад сировини

Таблиця 3.1 показує, що тверде пшеничне борошно (НWF) характеризувалося високим вмістом води (13,02%) та значною часткою вуглеводів (83,02%), що є типовим для борошна високого гатунку. Високий вміст вуглеводів забезпечує тісту енергетичну цінність і сприяє формуванню клейковинної матриці під час замішування та випікання, що впливає на об'єм і структуру хліба.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад (%) сировини (за сухою вагою)

Зразки	Хімічний склад зразків борошна (%)					
	Волога	Зола	Клейковина	Білок	Жири	Вуглеводи
НWF	13,01±0,21	1,43±0,01	1,62±0,02	11,73±0,29	1,85±0,09	83,31±0,77
FE	9,15±0,18	2,54±0,06	12,54±0,34	14,92±0,23	2,13±0,06	67,83±0,55
FT	8,74±0,28	2,83±0,02	22,02±0,36	11,84±0,24	1,55±0,02	61,66±0,84

НWF – тверде пшеничне борошно; FE – гречка посівна; FT – гречка татарська

На відміну від пшеничного борошна, гречка посівна (FE) та гречка татарська (FT) мали нижчий вміст води, що свідчить про їхню здатність до тривалішого зберігання без значної деградації, проте містили більшу кількість білка, золи та харчової клітковини. Зокрема, гречка посівна (FE) вирізнялася високим вмістом білка – 14,90%, що робить її перспективним інгредієнтом для підвищення протеїнової цінності хлібобулочних виробів. Білок гречки містить усі незамінні амінокислоти, що підкреслює її цінність як функціональної добавки, здатної покращувати харчову та біологічну якість готового продукту.

Гречка татарська (FT), у свою чергу, відзначалася високим вмістом харчової клітковини (22,08%) та мінеральних речовин, представлених в золі (2,85%). Це робить її важливим компонентом для формування виробів з підвищеною дієтичною цінністю, що сприяє нормалізації травлення, зниженню глікемічного індексу хліба

та покращенню текстури виробів за рахунок збільшення водопоглинання та утримання вологи.

Таким чином, результати аналізу хімічного складу свідчать про значний потенціал використання гречки посівної та татарської як функціональних інгредієнтів у хлібопекарській промисловості. Їхнє введення у рецептуру може не лише підвищити поживну цінність хліба за рахунок білка, мінералів і клітковини, а й вплинути на технологічні властивості тіста, такі як водопоглинання, структура клейковини та об'єм готового виробу. Це робить гречку перспективним компонентом для розробки хлібобулочних виробів з поліпшеними харчовими та функціональними властивостями, особливо актуальних у контексті здорового харчування та попиту на продукти з високою біологічною цінністю.

3.2 Реологічні властивості тіста

Таблиця 3.2 і рис. 3.1 показують параметри фаринографа для HWF, збагаченого FE. Контрольне 100% HWF мало певні показники водопоглинання, часу досягнення оптимальної консистенції та стабільності тіста. Зокрема, додавання 10% FT зменшувало водопоглинання та стабільність тіста, водночас значно збільшуючи індекс толерантності до змішування. На рівні 30% спостерігалася більш збалансована поведінка тіста. Навпаки, додавання FT призводило до зниження стабільності тіста, але збільшення толерантності до змішування, особливо на рівні 20%. Ці результати свідчать про те, що тип і рівень заміни борошна суттєво впливають на параметри фаринографа, що, у свою чергу, визначає зручність обробки тіста та якість виробу. Взаємозв'язок між стабільністю тіста та толерантністю до змішування підкреслює складний вплив добавок на реологічні властивості. Глибокий вплив додавання борошна вимагає точного розуміння та балансу для оптимальної рецептури хліба.

Таблиця 3.2 – Параметри фаринографа при додаванні FE та FT у HWF

Зразки	Водо-поглинання (%)	Час досягнення консистенції (хв)	Час розвитку тіста (хв)	Стабільність тіста (хв)	Ослаблення тіста (BU)
Контроль (100% HWF)	67	1,1	2,6	21	24
90% (HWF) + 10% (FE)	64	1,6	6,1	84	113
80% (HWF) + 20% (FE)	63	2,2	6,2	62	112
70% (HWF) + 30% (FE)	62	2,4	7,2	25	51
90% (HWF) + 10% (FT)	62	2,1	4,6	62	106
80% (HWF) + 20% (FT)	64	2,4	5,2	83	134
70% (HWF) + 30% (FT)	61	2,6	5,1	91	102

HWF – тверде пшеничне борошно; FE – гречка посівна; FT – гречка татарська; BU – одиниця барабендера

Таблиця 3.3 і рис. 3.2 демонструють профілі екстенографа тіста з HWF, збагаченого гречкою посівною (FE) та гречкою татарською (FT). При додаванні 10% FT подовжуваність і опір тіста покращувалися, але при 30% обидва показники різко зменшувалися. У той же час 30% FT призводило до м'якшого тіста зі зниженими показниками подовжуваності та опору. Наші дані вказують, що тип і рівень заміни значно впливають на механічні властивості тіста і, зрештою, на якість хліба. Розуміння цих параметрів екстенографа у контексті альтернативних видів борошна є критично важливим для оптимізації рецептури хліба.

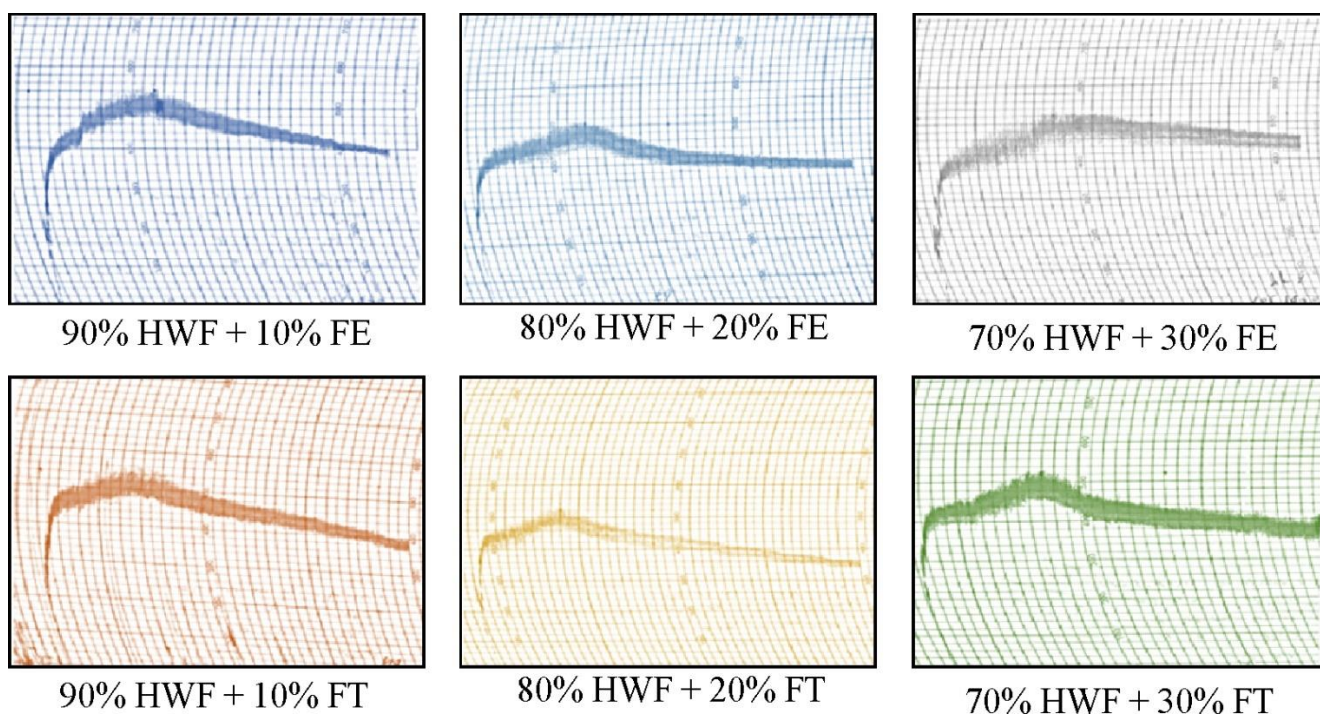


Рисунок 3.1 – Фаринограми тіста, збагаченого 10, 20, 30% гречки посівної (FE) та гречки татарської (FT) у твердому пшеничному борошні (HWF).

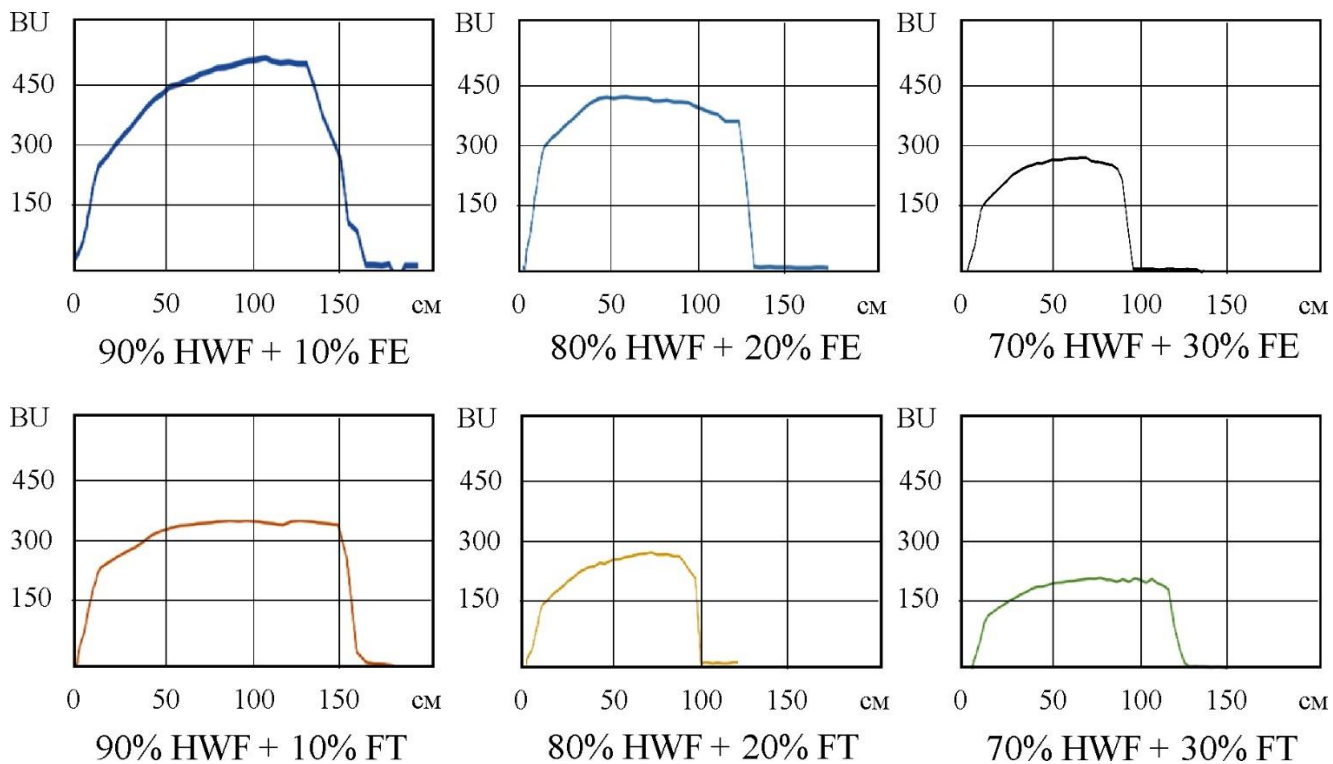


Рисунок 3.2 – Екстенोगрами тіста, збагаченого 10, 20, 30% гречки посівної (FE) та гречки татарської (FT) у твердому пшеничному борошні (HWF).

Таблиця 3.3 – Параметри екстенографа при додаванні FE та FT у HWF

Зразки	Розтяжність E, см	Опір розширенню R, BU	Максимальний опір розширенню, BU	Пропорційне число P/E	Енергія тіста, см ²
Контроль (100% HWF)	156	493	413	2,63	98
90% (HWF) + 10% (FE)	166	582	432	2,62	113
80% (HWF) + 20% (FE)	133	431	385	2,75	73
70% (HWF) + 30% (FE)	93	276	273	2,96	33
90% (HWF) + 10% (FT)	166	364	272	2,23	72
80% (HWF) + 20% (FT)	102	252	241	1,52	48
70% (HWF) + 30% (FT)	124	184	187	1,43	31

HWF – тверде пшеничне борошно; FE – гречка посівна; FT – гречка татарська

Дослідження профілю клейстеризації (RVA) показало, як додавання FE та FT впливає на властивості клейстеризації хліба Баладі на основі HWF (таблиця 3.4 та рис. 3.3). Контрольний зразок мав пікову в'язкість 1192 CP, яка зменшувалася при додаванні FE і значно зростала при додаванні FT, досягаючи піку 4949 CP при 30% заміні. Ці результати підтверджують попередні дослідження щодо впливу різних інгредієнтів, таких як соєве борошно та роздроблені боби, на властивості клейстеризації. Температури клейстеризації та піку також змінювалися, але залишалися в межах невеликих діапазонів. Такі зміни властивостей клейстеризації є важливими, оскільки вони дають уявлення про потенційні зміни текстури та

сенсорних властивостей готового хліба, підтверджуючи значну роль додавання інгредієнтів у рецептуру хліба.

Таблиця 3.4 – Властивості клейстеризації при додаванні FE та FT у HWF на різних рівнях

Зразки	Пікова в'язкість (CP)	Мінімальна в'язкість (CP)	Зниження в'язкості (CP)	Кінцева в'язкість (CP)	Повернення в'язкості (CP)	Час досягнення піку (хв)	Температура клейстеризації (°C)	Пікова температура (°C)
Контроль (100% HWF)	1191	886	956	632	562	8,3	56,6	91,9
90% (HWF) + 10% (FE)	924	294	631	673	257	9,2	57,2	94,3
80% (HWF) + 20% (FE)	1293	501	886	837	455	9,0	60,3	94,3
70% (HWF) + 30% (FE)	1029	517	508	998	491	9,4	68,2	94,4
90% (HWF) + 10% (FT)	1732	836	1195	1044	687	8,8	61,2	93,2
80% (HWF) + 20% (FT)	1925	753	1171	1405	522	8,8	58,4	93,5
70% (HWF) + 30% (FT)	4942	1941	3018	4241	708	8,4	63,4	92,4

HWF – тверде пшеничне борошно; FE – гречка посівна; FT – гречка татарська

Результати, наведені в таблиці 3.3, демонструють суттєвий вплив додавання борошна з гречки посівної (FE) та гречки татарської (FT) на реологічні властивості тіста, отримані за допомогою екстенотографа.

Контрольний зразок (100% HWF) характеризувався високими показниками розтяжності (156 см), опору розширенню (493 BU) та енергії тіста (98 см²), що свідчить про добре розвинену глютену структуру. При додаванні 10% FE спостерігалось незначне покращення еластичності тіста — розтяжність

збільшилася до 166 см, а енергія — до 113 см², що можна пояснити частковим збагаченням білкової структури та кращим утриманням води у системі. Однак подальше підвищення частки FE до 20–30% призводило до поступового зниження розтяжності та опору розширенню, що свідчить про ослаблення глютенної матриці через розбавлення пшеничного білка небілковими компонентами гречаного борошна. Зокрема, при 30% FE енергія тіста знизилася більш ніж утричі (до 33 см²), а розтяжність скоротилася до 93 см.

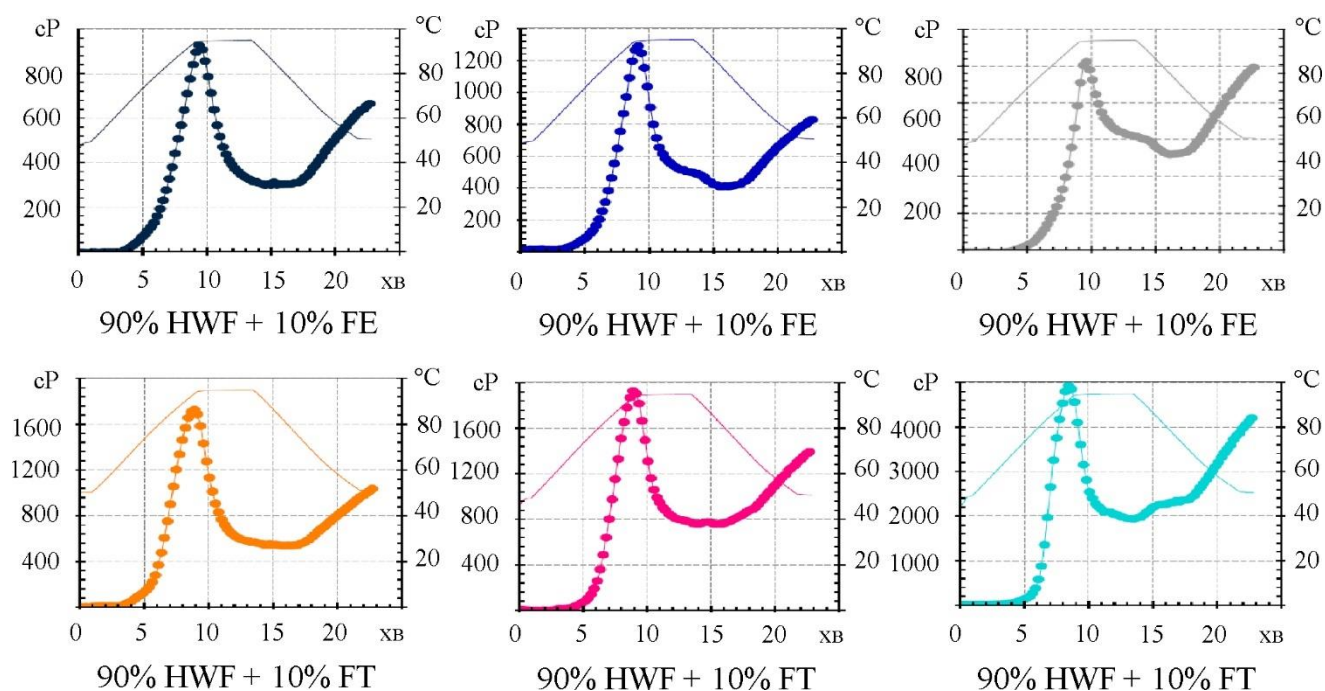


Рисунок 3.3 – Профіль клейстеризації (RVA) тіста, збагаченого 10, 20, 30% FE та FT у HWF

Подібна тенденція спостерігається і для FT: при незначній добавці (10%) тісто зберігало помірну розтяжність (166 см), однак подальше збільшення частки FT викликало різке зниження як розтяжності, так і опору розширенню — до мінімальних значень 124 см і 184 BU відповідно при 30% FT. Показник пропорційного числа (R/E) для FT знижувався до 1,43, що свідчить про зменшення еластичності тіста та тенденцію до підвищеної крихкості структури.

Таким чином, оптимальною концентрацією гречаного борошна (FE або FT) у пшеничному тісті є 10%, при якій забезпечується баланс між пружністю, еластичністю та розтяжністю тіста. Подальше збільшення частки альтернативного борошна негативно впливає на структурно-механічні властивості, ускладнюючи формування стабільного глютенowego каркаса.

У таблиці 3.4 наведено результати аналізу профілю клейстеризації (RVA), які відображають вплив FE та FT на в'язкісні властивості тіста. Контрольний зразок мав помірну пікову в'язкість (1191 CP), характерну для борошна з високим вмістом крохмалю та розвиненим глютенном.

Додавання FE спричиняло варіації пікової в'язкості: при 10% FE спостерігалось її зниження (до 924 CP), що свідчить про зменшення частки доступного крохмалю для клейстеризації через взаємодію з білковими та волокнистими компонентами. Водночас при збільшенні до 20% FE пікова в'язкість зросла до 1293 CP, що може бути пов'язано з кращою гідратацією і набуханням частинок крохмалю. При 30% FE спостерігалось певне вирівнювання показників, а температура клейстеризації підвищувалась до 68,2°C, що свідчить про затримку процесу клейстеризації через більший вміст клітковини та золи.

На відміну від цього, FT демонструвало значне збільшення пікової в'язкості з підвищенням рівня заміни HWF. Уже при 10% FT вона зросла до 1732 CP, а при 30% FT досягла максимуму 4942 CP — майже у 4 рази вище за контроль. Це вказує на інтенсивну взаємодію крохмалю FT з водою і утворення більш в'язкої, щільної структури. Високі значення кінцевої в'язкості (до 4241 CP) і показника «повернення в'язкості» свідчать про посилену ретроградацію крохмалю, що може впливати на текстуру, пружність і черствіння готового хліба.

Час досягнення піку залишався у межах 8,3–9,4 хв, тоді як температури клейстеризації коливалися від 56,6 до 68,2°C, що вказує на помірну стабільність термічних властивостей при різних варіантах заміни.

Узагальнюючи, можна зазначити, що:

– введення 10% FE або FT у склад тіста покращує його структурно-механічні властивості без істотної втрати еластичності;

- збільшення частки FE понад 20% призводить до ослаблення глютенкової структури і зниження енергії тіста;
- FT, навпаки, значно підвищує в'язкість системи та потенційно покращує водоутримувальну здатність, але може негативно вплинути на розтяжність і пластичність;
- такі зміни суттєво позначаються на текстурі, об'ємі та сенсорних характеристиках хліба, визначаючи можливі оптимальні рівні заміни для досягнення бажаного балансу між харчовою цінністю та технологічними властивостями.

3.3 Хімічний склад хліба Баладі

У таблиці 3.5 показано, що хімічний склад хліба Баладі, збагаченого FE та FT, продемонстрував суттєве поліпшення основних показників поживної цінності. Зокрема, хліб із додаванням 30% FE або FT мав помітно вищий вміст білка, вологи, золи та клітковини порівняно з контролем, виготовленим зі 100% твердого пшеничного борошна (HWF).

Дані таблиці 3.5 свідчать, що збагачення хліба Баладі борошном із гречки посівної (FE) та гречки татарської (FT) суттєво вплинуло на його хімічний склад, покращуючи основні поживні характеристики порівняно з контрольним зразком (100% HWF).

Спостерігається поступове зростання вологості хліба із підвищенням рівня заміни пшеничного борошна на гречане. У контрольному зразку вологість становила 34,5%, тоді як при 30% заміні FE вона досягала 37,9%, а при 30% FT – 38,7%. Це може бути пов'язано з високою водоутримувальною здатністю харчових волокон гречки, які здатні зв'язувати більше вологи під час випікання.

Збагачення FE сприяло поступовому зростанню вмісту білка з 11,6% у контролі до 13,1% при 30% FE. Це пояснюється вищим білковим вмістом гречки посівної порівняно з твердою пшеницею. Натомість додавання FT вплинуло

слабше – білок зріс лише до 11,8%, що свідчить про менший білковий потенціал цього виду.

Таблиця 3.5 – Хімічний склад хліба Баладі, збагаченого різними рівнями FE та FT (у перерахунку на суху речовину)

Зразок	Волога	Білок	Зола	Жир	Клітковина	Вуглеводи
Контроль (100% HWF)	34,5±1,6	11,6±0,2	1,5±0,1	1,6±0,1	1,6±0,1	83,6±2,3
90% (HWF) + 10% (FE)	35,65±1,2	12,0±0,1	1,7±0,1	1,6±0,1	2,7±0,1	81,9±1,3
80% (HWF) + 20% (FE)	36,8±1,5	12,6±0,1	2,0±0,1	1,5±0,1	3,5±0,1	80,3±1,6
70% (HWF) + 30% (FE)	37,9±1,4	13,1±0,1	2,3±0,1	1,5±0,1	4,0±0,1	78,9±1,3
90% (HWF) + 10% (FT)	36,0±1,6	11,6±0,1	1,8±0,1	1,7±0,1	3,9±0,1	80,9±1,1
80% (HWF) + 20% (FT)	37,5±1,7	11,7±0,1	2,1±0,1	1,8±0,05	5,8±0,1	78,6±0,9
70% (HWF) + 30% (FT)	38,7±1,7	11,8±0,1	2,5±0,1	1,8±0,02	7,5±0,1	76,3±0,8
HIP _{,05}	0,67	0,06	0,37	0,05	0,05	0,05

HWF – тверде пшеничне борошно; FE – гречка посівна; FT – гречка татарська

Вміст золи (мінеральних речовин) стабільно зростав із підвищенням частки добавки. У контролі цей показник складав 1,5%, тоді як у зразках із 30% FE і FT – 2,3% та 2,5% відповідно. Це підтверджує, що обидва види гречки є джерелом макро- і мікроелементів, збагачуючи хліб мінеральними речовинами.

Вміст жиру залишався відносно стабільним у всіх зразках (1,5–1,8%), що свідчить про незначний вплив гречки на жирову фракцію рецептури.

Вміст клітковини продемонстрував найбільш виражені зміни. У контрольному зразку він становив лише 1,6%, тоді як у хлібі з 30% FE він зріс до 4,0%, а з 30% FT – до 7,5%. Отже, FT виявилася більш ефективною у підвищенні вмісту харчових волокон, що має важливе дієтичне значення для поліпшення травлення і зниження глікемічного індексу продукту.

З підвищенням рівня гречаної добавки спостерігалось закономірне зниження вмісту вуглеводів: від 83,6% у контролі до 78,9% (30% FE) і 76,3% (30% FT). Це пояснюється частковою заміною крохмалю пшеничного борошна білками, клітковиною та мінералами гречки.

Внесення FE і FT призвело до формування більш збалансованого за складом хліба з вищим вмістом білка, клітковини і мінеральних речовин, що суттєво підвищує його харчову цінність. Найбільший ефект збагачення спостерігався при 30% заміні пшеничного борошна FT, тоді як FE забезпечувала оптимальне поєднання підвищеного білка та вологості при хороших органолептичних властивостях.

Таким чином, використання гречаного борошна (особливо FT) у виробництві хліба Баладі може бути ефективним способом створення функціонального продукту з підвищеною харчовою цінністю, без суттєвого зниження технологічних характеристик тіста.

3.4 Кольорові характеристики хліба Баладі

У таблиці 3.6 представлено показники кольору хліба Баладі, збагаченого різними рівнями гречки посівної (FE) та гречки татарської (FT). Вона демонструє вплив цих добавок на такі параметри, як L (світлість), a (перехід від зеленого до червоного), b (перехід від синього до жовтого), співвідношення a/b, насиченість та ΔE (загальна різниця кольору).

Контрольний зразок хліба (100% тверде пшеничне борошно) мав певні значення цих параметрів, які істотно змінювалися після додавання FE та FT. Отримані результати свідчать, що введення гречки суттєво впливає на кольорові характеристики хліба Баладі.

Додавання FE і FT призводить до зменшення світлості (значення L) та збільшення червоного (a) і жовтого (b) відтінків. Зокрема, хліб із 30% FE мав найвище значення a, що свідчить про посилення червонуватого відтінку, тоді як максимальне значення b (жовтизни) спостерігалось у зразку з 10% FE. Показники

насиченості кольору та загальної різниці кольору (ΔE) також змінювалися, відображаючи варіації в інтенсивності кольору та ступені відхилення від контрольного зразка.

Таблиця 3.6 – Кольорові характеристики хліба Баладі, збагаченого різними рівнями FE та FT

Зразки	Кольорові характеристики					
	L	a	b	a/b	Насиченість	ΔE
Контроль (100% HWF)	64,9±1,0	4,8±0,1	17,5±0,3	0,28±0,1	18,1±0,1	67,4±0,6
90% (HWF) + 10% (FE)	52,1±1,0	8,6±0,1	18,5±0,1	0,48±0,1	20,4±0,1	55,9±0,4
80% (HWF) + 20% (EF)	39,9±0,5	10,9±0,2	15,7±0,1	0,71±0,1	19,1±0,1	44,2±0,3
70% (HWF) + 30% (FE)	33,1±0,8	11,2±0,4	17,7±0,1	0,64±0,1	20,9±0,1	39,2±0,4
90% (HWF) + 10% (FT)	53,2±1,4	5,9±0,1	15,7±0,2	0,39±0,1	16,8±0,1	55,8±0,3
80% (HWF) + 20% (FT)	42,8±1,2	7,4±0,1	16,3±0,2	0,46±0,1	17,9±1,1	46,4±0,3
70% (HWF) + 30% (FT)	38,8±0,6	9,6±0,1	17,2±0,1	0,57±0,1	19,7±0,1	43,5±0,4
HP _{0,05}	0,042	0,044	0,146	0,033	0,068	0,076

HWF – тверде пшеничне борошно; FE – гречка посівна; FT – гречка татарська

Із зростанням частки FE у складі суміші спостерігається суттєве зменшення показника L – від 64,9 у контрольному зразку до 33,1 при 30% FE. Це свідчить про потемніння хліба, зумовлене як кольором самого борошна гречки, так і більш інтенсивними реакціями Майяра під час випікання. Показник a (червоність) зріс з 4,8 до 11,2, що вказує на вираженішу червонувато-коричневу тональність.

Параметр b (жовтизна) не демонструє однозначної тенденції, але зберігається на рівні 15–18, що вказує на змішаний теплий відтінок. Водночас a/b збільшується до 0,71, підтверджуючи зростання частки червоного відтінку відносно жовтого. Насиченість кольору (C) також підвищується до 20,9, що вказує на більш глибокий і виразний колір кірки. Показник ΔE знижується від 67,4 у контролі до 39,2 при 30% FE, що свідчить про істотну зміну кольору порівняно з вихідним зразком.

Додавання FT спричиняє подібні тенденції, хоча менш виражені. Світлотність L зменшується від 53,2 до 38,8, а параметр a зростає від 5,9 до 9,6, тобто хліб темнішає і набуває червонуватих тонів. Показник b змінюється незначно (15,7–17,2), а a/b збільшується до 0,57, що також вказує на підсилення червоного відтінку. Насиченість кольору зростає з 16,8 до 19,7, а ΔE знижується з 55,8 до 43,5, що характеризує помітну, але менш різку зміну кольору порівняно з FE.

Збагачення хліба FE спричиняє сильніше потемніння та інтенсивніше забарвлення порівняно з FT при однакових рівнях заміни пшеничного борошна. Це пояснюється більшим вмістом пігментів, фенольних сполук та продуктів термічної реакції в FE. Загалом, обидва види гречки знижують світлоту, підвищують червоність і насиченість кольору, покращуючи естетичне сприйняття натурального кольору виробу, характерного для хліба з добавками зернових культур.

Підвищення рівня заміни пшеничного борошна на гречане (як FE, так і FT) суттєво впливає на кольорові характеристики хліба Баладі: колір стає темнішим і насиченішим, зростає червонувато-коричневий відтінок, візуальні зміни є статистично достовірними ($p < 0,05$).

Таким чином, додавання гречаного борошна покращує зовнішній вигляд хліба, надаючи йому натурального забарвлення, притаманного продуктам із підвищеним вмістом біоактивних речовин.

3.5 Органолептичні властивості хліба Баладі

Органолептичні властивості хліба Баладі, збагаченого (FE) та (FT), оцінювалися за даними таблиці 3.7, що має особливе значення. Вона дає всебічне

уявлення про вплив різних рівнів цих добавок на характеристики хліба, такі як зовнішній вигляд, розшарування, округлість, структура м'якушки, колір скоринки, смак і запах.

Результати свідчать, що додавання до 20% FE або FT забезпечує збереження сенсорних показників на рівні контрольного зразка (100% пшеничне борошно твердих сортів, HWF). Проте при 30% заміни спостерігається незначне зниження таких характеристик, як загальний вигляд і рівномірність структури м'якушки.

Таблиця 3.7 – Вплив добавок FE та FT у поєднанні з HWF на органолептичні властивості хліба Баладі

Зразок	Загальний вигляд	Розшарування	Округлість	Структура м'якушки	Колір скоринки	Смак	Запах
Контроль (100% HWF)	18,5±0,88	19,5±0,87	14,5±0,48	14,5±0,70	9,3±0,88	9,1±0,67	8,8±0,79
90% (HWF)+ 10% (FE)	18,3±0,82	19,4±0,76	14,3±0,53	13,8±0,67	8,3±0,87	8,4±0,45	8,7±0,33
80% (HWF)+ 20% (EF)	17,5±0,74	19,3±0,82	14,1±0,53	13,1±0,82	7,5±0,82	8,3±0,65	8,6±0,48
70% (HWF)+ 30% (FE)	17,0±0,95	19,6±0,65	14,2±0,52	12,8±1,17	7,5±0,95	7,5±0,49	8,4±0,66
90% (HWF)+ 10% (FT)	18,7±0,92	19,2±0,57	14,3±0,42	13,4±0,95	9,3±0,74	8,9±0,52	8,1±0,41
80% (HWF)+ 20% (FT)	18,5±0,64	19,1±0,66	14,5±0,48	13,5±1,34	9,2±0,97	8,5±0,62	8,2±0,47
70% (HWF)+ 30% (FT)	18,0±1,08	19,3±0,77	14,4±0,88	13,3±1,03	8,3±0,74	8,0±0,74	8,0±1,15
HP _{0,05}	1,28	-	-	0,92	0,82	0,43	0,46

HWF – тверде пшеничне борошно; FE – гречка посівна; FT – гречка татарська

Органолептична оцінка хліба Баладі показала, що додавання борошна з гречки посівної (FE) і гречки татарської (FT) у різних співвідношеннях по-різному впливає на зовнішній вигляд, структуру, смак і аромат готового продукту.

Контрольний зразок (100% тверде пшеничне борошно, HWF) мав найвищі середні бали за більшістю показників, що свідчить про звичну для споживачів якість – гарний зовнішній вигляд (18,5 бала), чітке розшарування (19,5 бала), округлу форму (14,5 бала), рівномірну структуру м'якушки (14,5 бала), приємний колір скоринки (9,3 бала), а також збалансований смак (9,1 бала) і аромат (8,8 бала).

При додаванні 10–20% FE спостерігалось незначне зниження органолептичних показників. Загальний вигляд і форма залишались близькими до контролю, однак структура м'якушки та колір скоринки дещо погіршувалися. Зокрема, при 20% FE оцінка кольору скоринки знизилася до 7,5 бала, а м'якушка стала менш рівномірною (13,1 бала). Це може бути пов'язано з більш темним відтінком і грубішою структурою гречаного борошна.

При 30% FE виявлено подальше зниження балів за загальний вигляд (17,0) і колір скоринки (7,5), тоді як смак і запах залишались прийнятними (7,5–8,4). Таке зниження можна пояснити впливом високої частки безглютенового компонента, який зменшує еластичність тіста і змінює колір під час випікання.

Для зразків із борошном FT спостерігається аналогічна тенденція, але менш виражена. При 10–20% FT показники залишалися близькими до контролю: зовнішній вигляд – 18,5–18,7 бала, структура м'якушки – 13,4–13,5 бала, колір скоринки – 9,2–9,3 бала. Це свідчить, що FT має менший вплив на зовнішній вигляд і сенсорні характеристики хліба, порівняно з FE.

При 30% FT якість помітно знижувалася: колір скоринки оцінено у 8,3 бала, смак – 8,0, запах – 8,0. Проте навіть за таких умов хліб залишався сенсорно прийнятним.

Додавання до 20% FE або FT не призводить до суттєвого погіршення органолептичних властивостей хліба Баладі. Заміна понад 20% зменшує оцінки за кольором, структурою м'якушки і загальним виглядом. Хліб із FT зберігає кращі показники зовнішнього вигляду й кольору, ніж із FE, що може бути пов'язано з

відмінностями у складі пігментів і білковій структурі борошна. Оптимальним рівнем збагачення можна вважати 10–20% FE або FT, за якого досягається баланс між поліпшенням харчової цінності й збереженням привабливих сенсорних властивостей.

3.6 Свіжість хліба Баладі

Вплив періоду зберігання (1–3 доби) за кімнатної температури на свіжість хліба Баладі оцінювали відповідно до даних, наведених у таблиці 3.8 та на рисунку 3.4. Результати показують, що хліб Баладі, збагачений борошном із FE, особливо при 30% заміщенні, характеризується повільнішим процесом черствіння упродовж 72 годин порівняно з контрольним зразком та хлібом, збагаченим FT.

Таблиця 3.8 – Черствіння хліба Баладі, збагаченого різними рівнями FE та FT

Зразок	0 год	24 год	48 год	72 год
Контроль (100%HWF)	365±3,7	350± 3,70	290±3,6	245±4,3
90% (HWF)+ 10% (FE)	370±4,2	345± 4,20	280±4,8	240±3,4
80% (HWF)+ 20%(EF)	380±2,2	340± 5,00	285±5,3	250±4,4
70% (HWF)+ 30% (FE)	390±2,8	350± 1,50	290±3,3	260±2,8
90% (HWF)+ 10% (FT)	370±3,7	355± 2,70	290±5,6	245±4,6
80% (HWF)+ 20% (FT)	380±2,7	365± 4,50	300±5,3	265±3,6
70% (HWF)+ 30% (FT)	400±3,4	370± 1,50	320±4,5	280±4,3
НІР _{0,05}	1,76	1,57	5,63	3,65

HWF – тверде пшеничне борошно; FE – гречка посівна; FT – гречка татарська

Таблиця 3.8 відображає динаміку черствіння хліба Баладі протягом 72 годин зберігання при кімнатній температурі, залежно від рівня заміщення твердого

пшеничного борошна (HWF) борошном гречки посівної FE та гречки татарської FT.

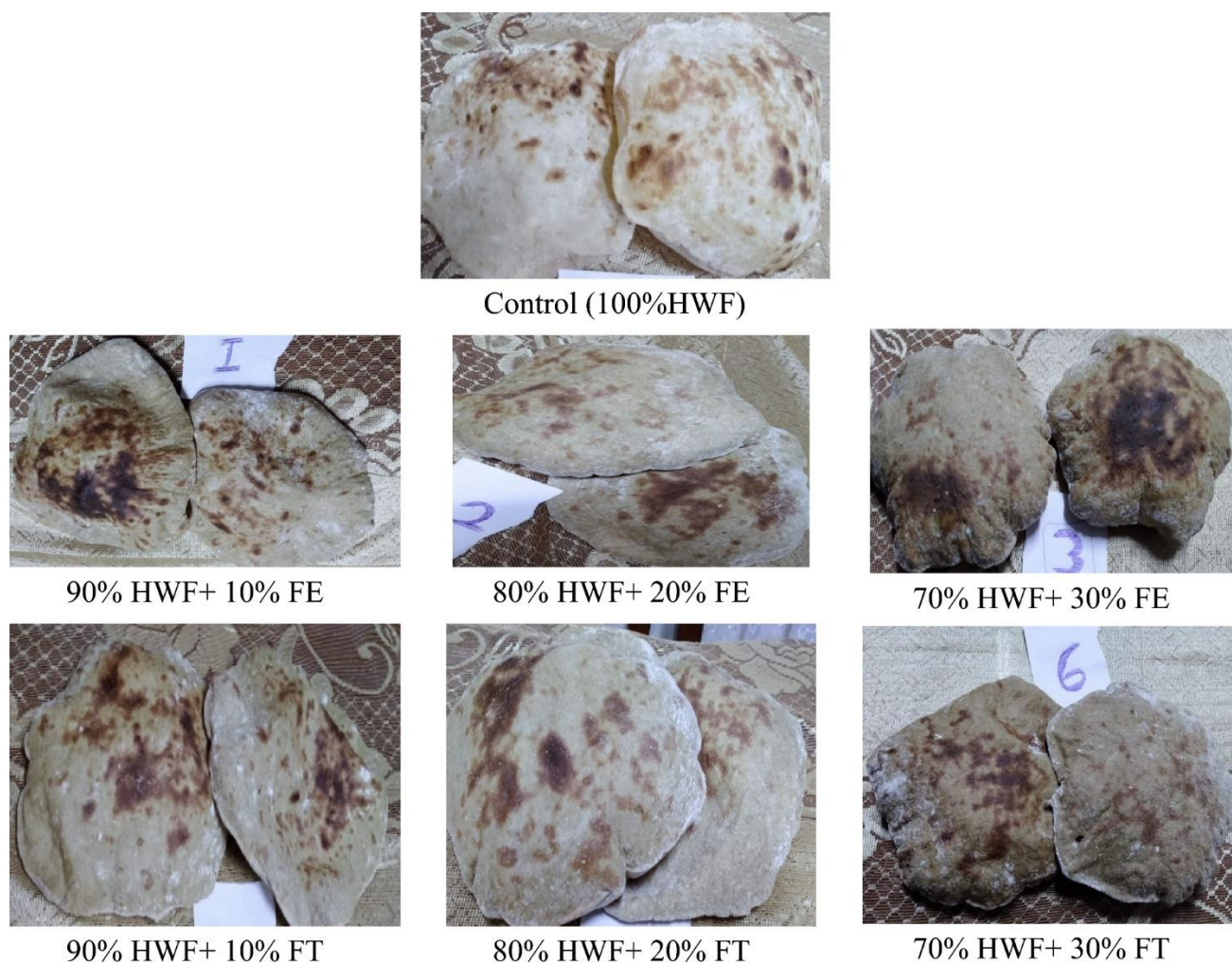


Рисунок 3.4 – Фото хліба з борошна твердої пшениці (HWF), збагаченого FE та FT на різних рівнях

На початковому етапі (0 год) усі зразки демонстрували порівняно близькі значення пружності м'якушки, проте найвищий показник мав хліб із 30% FT ($400 \pm 3,4$), що свідчить про щільнішу структуру м'якушки одразу після випікання. Зразки з FE мали дещо нижчі, але також стабільні значення (від $370 \pm 4,2$ до $390 \pm 2,8$), що свідчить про їхню хорошу початкову якість.

Через 24 години зберігання спостерігається поступове зниження показників для всіх зразків, що є природним наслідком процесу черствіння. Проте темпи

втрати свіжості різняться залежно від типу добавки. Хліб із FT, особливо при 20–30% заміщенні, показав найменше зниження пружності (наприклад, $370 \pm 1,5$ при 30% FT проти $350 \pm 3,7$ у контролі), що вказує на кращу стійкість до черствіння.

На 48-й годині зберігання хліб, збагачений FT, утримував більш високі значення (до $320 \pm 4,5$ при 30% FT) порівняно з FE (максимум $290 \pm 3,3$ при 30% FE) і контролем ($290 \pm 3,6$). Це підтверджує, що FT більш ефективно уповільнює процеси ретроградації крохмалю та втрати вологи.

Після 72 годин найвищі показники пружності залишалися у хліба з 30% FT ($280 \pm 4,3$), тоді як контрольний зразок знизився до $245 \pm 4,3$. Така різниця свідчить, що додавання FT, особливо у високій концентрації, сприяє кращому збереженню свіжості хліба протягом тривалого зберігання.

Збагачення хліба борошном FT ефективніше сповільнює процес черствіння, ніж FE. Найкращий результат досягнуто при 30% FT, що підтверджується найвищими значеннями після 72 год зберігання. Додавання гречки посівної (FE) також позитивно впливає, але в меншій мірі. Зменшення інтенсивності черствіння пов'язане, ймовірно, з підвищеним вмістом білків і харчових волокон, які утримують вологу та стабілізують структуру м'якушки.

Таким чином, використання FT у складі борошняної суміші можна розглядати як перспективний напрям для покращення тривалості збереження свіжості хліба Баладі без застосування штучних поліпшувачів.

Висновки за розділом

Дослідження підтверджує, що збагачення хліба Баладі борошном гречки посівної (FE) або гречки татарської (FT) призводить до значних змін у його харчовому складі, реологічних властивостях тіста, кольорових характеристиках, органолептичних показниках та терміні зберігання.

Зокрема, обидві види гречки забезпечують відчутну користь для харчової цінності хліба: підвищується вміст білка та харчових волокон, що робить хліб більш поживним і корисним для здоров'я споживачів. При цьому кожен вид гречки

по-різному впливає на оброблюваність тіста та якість готового виробу. Так, збагачення FT, особливо на рівні 30%, демонструє високу ефективність у сповільненні процесу черствіння хліба, що, у свою чергу, може подовжити його термін зберігання та свіжість. FE також позитивно впливає на органолептичні та функціональні властивості хліба, хоча її вплив на тривалість зберігання менш виражений.

Загалом, результати цього дослідження підкреслюють практичну цінність використання альтернативних видів борошна для покращення як харчових, так і технологічних характеристик хліба Баладі. Збагачення такими добавками дозволяє отримати продукцію з підвищеною поживною цінністю, привабливим зовнішнім виглядом та поліпшеними сенсорними властивостями, одночасно забезпечуючи більш тривалий термін зберігання. Це відкриває перспективи для розробки функціональних хлібобулочних виробів із застосуванням локальних та корисних інгредієнтів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Хлібопекарське виробництво є комплексним технологічним процесом, що включає приймання та зберігання сировини, приготування тіста, ферментацію, формування та випікання хлібобулочних виробів, охолодження та пакування готової продукції. Кожний з цих етапів пов'язаний з потенційними ризиками для здоров'я працівників, а також може впливати на стан навколишнього середовища. Тому питання охорони праці та екологічної безпеки є невід'ємною складовою організації сучасного хлібопекарського виробництва. Основними завданнями охорони праці є забезпечення безпечних умов праці, попередження виробничого травматизму, профілактика професійних захворювань та створення комфортного мікроклімату для персоналу.

Безпечна організація робочого місця є однією з ключових складових охорони праці. Приміщення хлібопекарського виробництва повинні відповідати санітарно-гігієнічним нормам щодо освітлення, вентиляції та опалення, а також мати ефективне зонування. Робочі поверхні, столи та підлога повинні бути рівними, антиковзаючими та легко очищуваними. Виробничі приміщення поділяють на зони підготовки сировини, замісу тіста, формування та випікання хліба, охолодження та пакування, що дозволяє зменшити ризик травмування та забруднення продукції.

Використання засобів індивідуального захисту є обов'язковим для всіх працівників. До них належать спеціальний одяг – халати, фартухи, шапочки, рукавички та захисне взуття. При роботі з гарячим обладнанням, таким як печі або конвекційні шафи, використовують термостійкі рукавиці та фартухи. Для запобігання вдиханню дрібнодисперсного борошна застосовуються респіратори або марлеві маски. Використання засобів індивідуального захисту знижує ймовірність виникнення професійних захворювань дихальної системи, опіків та травм, а також підвищує загальну ефективність роботи персоналу.

Обладнання та технологічні лінії в хлібопекарському виробництві мають забезпечувати безпеку праці. Усі машини повинні бути оснащені захисними огорожами, аварійними вимикачами та блокувальними механізмами, які

запобігають несанкціонованому включенню. Перед початком роботи працівники перевіряють справність обладнання, цілісність електропроводки та працездатність систем керування. Забороняється самостійне втручання в роботу механізмів без відключення електропостачання та спеціальної підготовки. Дотримання цих правил дозволяє мінімізувати ризик травмування, порізів, защемлень та інших виробничих нещасних випадків.

Особлива увага приділяється пожежній безпеці. У приміщеннях, де проводиться випікання та обробка гарячих сумішей, встановлюють вогнегасники та системи сигналізації, а персонал проходить навчання діям у разі пожежі. Регулярне очищення димових труб, вентиляційних каналів та печей зменшує ймовірність загоряння. Крім того, обов'язковим є забезпечення безпечних шляхів евакуації та розробка плану дій при аварійних ситуаціях.

Гігієна та санітарні вимоги в хлібопекарському виробництві мають велике значення не лише для безпеки працівників, а й для якості продукції. Працівники повинні ретельно мити руки перед початком роботи, після перерв та після контакту з сировиною, використовувати засоби дезінфекції та уникати роботи у разі наявності захворювань. Сировина, інгредієнти та готові продукти зберігають у відповідних умовах, що запобігає потраплянню сторонніх домішок, пилу, шкідників і мікроорганізмів.

Захист навколишнього середовища в хлібопекарському виробництві охоплює контроль за викидами в атмосферу, утилізацію відходів, економне використання води та енергоресурсів, а також контроль шуму та мікроклімату. Пил і аерозолі борошна, що утворюються під час замісу тіста та просіювання борошна, необхідно видаляти за допомогою витяжної вентиляції та пилозбірників. Теплові установки, печі та конвекційні шафи обладнують системами очищення димових газів та фільтрації, що зменшує викиди шкідливих речовин у атмосферу.


<p>1. Загальна інформація</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Місце роботи – лінія з виробництва хлібобулочних виробів. 2. Вид робіт – виробництво хліба. 3. Посада – оператор лінії. 4. Тривалість робочого часу – 2 зміни (07:00–18:30; 19:00–06:30). 5. Проходження медогляду – 1 раз на рік. 6. Проходження вторинного інструктажу з охорони праці – 1 раз на 6 місяців. 7. Термін дії картки: до 01.12.2029р. 	<p>2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Головний убір – 1 раз на рік. 2. Взуття шкіряне жаростійке – 1 раз на 6 місяців. 3. Нарукавники бавовняні – 1 раз на 3 місяці. 4. Рукавиці трикотажні, навушники протишумові, окуляри захисні – до зносу.
<p>3. Вимоги перед початком роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. До роботи допускають осіб, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання. 2. Робітник повинен одягнути спецодяг, підготувати робочу зону. 3. Перевірити роботу штучної вентиляції, справність та наявність захисних огорожень приводів робочих органів. 4. Перед запуском обладнання перевірити, що нікому не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів. 5. Перевірити роботу обладнання на холостому ходу. 6. Про виявленні порушення і недоліків доповісти безпосередньому керівнику і до їх усунення до роботи не приступати. 	<p>4. Вимоги під час роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Робітнику дозволяється виконувати тільки ту роботу, за якою пройдено навчання, інструктаж з охорони праці, до якої допущений особою, відповідальною за безпечне проведення осіб 2. Необхідно утримувати своє робоче місце у належній чистоті, своєчасно прибирати з підлоги розсипане борошно, тощо. 3. Необхідно застосовувати засоби захисту рук під час роботи з гарячими поверхнями. 4. Можна використовувати тільки справне устаткування, інструмент, пристосування. 5. Не дозволяється доручати свою роботу іншим особам, які не пройшли відповідне навчання та інструктаж.
<p>5. Вимоги після закінчення роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Привести в порядок робоче місце, інструменти та пристосування прибрати у відведене місце. 2. Зняти і здати на збереження спецодяг і засоби індивідуального захисту. 3. Виконати правила особистої гігієни. 4. Про виявленні порушення і недоліки під час проведення робіт доповісти безпосередньому керівнику і змінному працівнику. 	<p>6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. негайно припинити всі роботи. 2. Вимкнути все обладнання; 3. Доповісти керівнику про виникнення надзвичайної ситуації.
<p>Контакти служб екстреної допомоги</p>	
<p>Внутрішні службові номери: Майстер відділення: 000-00-00 Служба охорони праці: 000-00-00 – головний інженер, 000-00-00 – медичний кабінет.</p>	

Рисунок 4.1 – Картка безпеки праці оператора лінії з виробництва хлібобулочних виробів

Виробничі відходи, такі як обрізки тіста, залишки борошна та упаковки, підлягають сортуванню та безпечній утилізації. Біоорганічні відходи можуть використовуватися як кормові або компостні матеріали, що сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля. Раціональне використання енергоресурсів досягається шляхом впровадження енергоефективного обладнання та контролю за споживанням електроенергії, пари та води. Використання повторно технічної води для миття обладнання дозволяє значно скоротити її витрати.

Контроль шуму і мікроклімату є важливим аспектом охорони праці. Використання шумозахисних кожухів та регулярне технічне обслуговування обладнання знижують рівень шумового навантаження, що позитивно впливає на здоров'я працівників. Контроль температури та вологості повітря забезпечує комфортні умови роботи та стабільність технологічного процесу.

Не менш важливим елементом системи охорони праці є навчання та регулярний контроль персоналу. Працівники проходять інструктажі з охорони праці, пожежної безпеки та санітарних норм. Проводяться планові перевірки дотримання вимог безпеки та технічного стану обладнання. Такі заходи дозволяють мінімізувати ризики травматизму, підвищують дисципліну та професійну підготовку персоналу.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці та екологічної безпеки в хлібопекарському виробництві забезпечує безпечні умови праці для персоналу, високу якість продукції та мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище. Комплексна система заходів включає організацію безпечного робочого простору, використання засобів індивідуального захисту, контроль за роботою обладнання, пожежну безпеку, санітарні вимоги, управління відходами та навчання персоналу. Такий підхід дозволяє не лише знизити виробничі ризики, а й забезпечити сталий розвиток хлібопекарського підприємства, підвищуючи його економічну ефективність та екологічну безпеку.

Висновки за розділом

Дотримання вимог охорони праці та захисту навколишнього середовища в хлібопекарському виробництві забезпечує безпечні умови роботи персоналу, високу якість продукції та мінімальний негативний вплив на довкілля. Основними заходами є організація безпечного робочого простору, використання засобів індивідуального захисту, контроль за станом обладнання, дотримання санітарних норм, ефективне управління відходами та навчання персоналу. Такий комплексний підхід сприяє запобіганню травматизму, підвищенню професійної підготовки працівників та сталому розвитку підприємства.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

У даному розрахунку було проведено детальний економічний аналіз собівартості випікання хліба Баладі за різними рецептурами, що відрізнялися складом борошняної основи. Основною метою дослідження було оцінити економічну доцільність часткової заміни традиційного твердого пшеничного борошна (НWF) на борошно з гречки посівної (*Fagopyrum esculentum*, FE) та гречки татарської (*Fagopyrum tataricum*, FT). Для забезпечення точності порівняння були збережені сталими всі допоміжні інгредієнти — дріжджі, цукор, маргарин, сіль та вода, що дозволило ізолювати вплив лише борошняної складової на загальну собівартість продукту.

Цінові показники для розрахунків приймалися наступні: пшеничне борошно – 27,5 грн/кг, борошно гречки посівної – 120 грн/кг, борошно гречки татарської – 140 грн/кг, дріжджі – 430 грн/кг, цукор – 29 грн/кг, маргарин – 140 грн/кг, сіль – 35 грн/кг. Вихідною базою для розрахунку була маса 100 г борошна, що відповідає типовим лабораторним умовам для порівняльних випробувань.

Контрольний зразок хліба Баладі, виготовлений виключно з пшеничного борошна, мав найнижчу собівартість – близько 5,12 грн на 100 г продукту, що відповідає приблизно 51,2 грн за 1 кг готового виробу. Цей показник є базовим орієнтиром для подальших порівнянь. При заміні 10% пшеничного борошна на борошно FE собівартість зростала до 6,05 грн на 100 г, тобто на 18% у порівнянні з контролем. При 20% заміні витрати збільшувались до 6,97 грн, а при 30% – до 7,90 грн. Аналогічна тенденція спостерігалася і для варіантів із гречкою татарською (FT), однак через вищу вартість цього виду борошна підвищення собівартості було ще більш відчутним. Зокрема, при 10% заміні пшеничного борошна на FT собівартість складала 6,25 грн на 100 г, при 20% – 7,37 грн, а при 30% – 8,50 грн.

Отже, зі збільшенням частки гречаного борошна у рецептурі хліба собівартість виготовлення пропорційно зростає. Найбільше зростання спостерігається при використанні борошна гречки татарської, що пояснюється

вищою ринковою ціною цього інгредієнта. В середньому, кожні додаткові 10% заміни пшеничного борошна на гречане підвищують собівартість продукції на 0,9–1,2 грн на 100 г тіста.

Проте економічна оцінка не може бути обмежена лише собівартісними показниками. Хліб із додаванням борошна FE та FT має підвищену харчову цінність, оскільки гречка містить більше білка, клітковини, мінералів та антиоксидантів порівняно з пшеницею. Також збагачення рецептури гречаним борошном покращує біологічну повноцінність продукту та дозволяє позиціонувати його як функціональний або дієтичний хліб, що є актуальним для сучасного ринку здорового харчування. У таких умовах навіть підвищена собівартість може бути економічно виправданою за рахунок підвищення кінцевої роздрібною ціни, оскільки споживач готовий платити більше за продукцію з доданою цінністю.

Крім вартості інгредієнтів, у реальних виробничих умовах необхідно враховувати й інші складові собівартості: витрати електроенергії та палива на випікання, вартість води, заробітну плату працівників, амортизацію обладнання, витрати на пакування, транспортування та реалізацію готової продукції. У даному розрахунку вони не були враховані, оскільки метою було порівняння саме рецептурних витрат. Однак, при розробці повної економічної моделі виробництва ці фактори обов'язково мають бути включені.

Таким чином, за результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що заміна частини пшеничного борошна на борошно гречки посівної або татарської приводить до підвищення собівартості хліба Баладі на 18–66% залежно від відсотка заміщення та виду гречки. Попри це, доцільність такої рецептурної модифікації може бути обґрунтована підвищенням харчової цінності, поліпшенням сенсорних характеристик та подовженням терміну зберігання хліба. У підсумку, економічна ефективність виробництва збагаченого хліба може бути забезпечена за умови правильного позиціонування продукту на ринку, встановлення адекватної ціни реалізації та оптимізації виробничих процесів.

Отже, впровадження композитного складу борошна із залученням гречки може вважатися перспективним напрямом для хлібопекарської галузі, який

поєднує науково-технологічне вдосконалення рецептури з орієнтацією на сучасні вимоги до здорового та функціонального харчування.

Висновки за розділом

Економічний аналіз показав, що збагачення хліба Баладі борошном гречки підвищує собівартість виробництва. Контрольний зразок (100% пшеничне борошно) має собівартість 51,2 грн/кг, тоді як при заміні 30% на борошно гречки посівної (FE) вона зростає до 79 грн/кг, а на гречку татарську (FT) – до 85 грн/кг, тобто на 54–66%. Для збереження прибутковості потрібно підвищити роздрібну ціну на 35–40%, або обмежити частку гречаного борошна до 10–20%, що дозволить підвищити поживну цінність хліба без істотного зростання витрат. Такий варіант є найбільш економічно доцільним для промислового виробництва.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Хліб Баладі є традиційним продуктом, який поєднує багатовікові рецептурні підходи з сучасними методами механізації, що забезпечує високу якість виробу при ефективному енергоспоживанні та швидкому циклі виробництва. Використання різних видів борошна, зокрема гречки посівної та татарської, підвищує харчову цінність хліба, покращує текстуру, аромат та колір м'якушу, а також збільшує вміст білка, харчових волокон і антиоксидантів. Оптимізація технологічних параметрів замішування, ферментації та випікання забезпечує стабільну якість та повторюваність органолептичних властивостей. Хліб Баладі збагачений функціональними компонентами має потенціал для функціонального харчування, покращуючи сенсорні характеристики та користь для здоров'я, що робить його ефективним, економічним та адаптивним до інноваційних рецептур.

2. Для проведення дослідження було обрано гречку посівну та татарську, а також пшеничне борошно твердих сортів, що забезпечило якість та безпеку сировини. Використання різних пропорцій гречаного борошна дозволило оцінити вплив на реологічні, кольорові, органолептичні властивості тіста та хліба Баладі. Комплексні лабораторні та сенсорні дослідження підтвердили, що заміна частини пшеничного борошна на FE або FT впливає на текстуру, колір, смак та свіжість продукту, при цьому оптимальні співвідношення забезпечують збереження еластичності та підвищення харчової цінності хліба. Методологія дослідження дозволила об'єктивно оцінити якість і термін зберігання хліба, що є основою для подальшого вдосконалення рецептур та технології виробництва.

3. Дослідження показало, що збагачення хліба Баладі борошном гречки посівної (FE) або татарської (FT) позитивно впливає на його харчову цінність, реологічні властивості тіста, кольорові та органолептичні характеристики, а також термін зберігання. Додавання гречки підвищує вміст білка та харчових волокон, роблячи хліб більш поживним і корисним. Особливо ефективно використання FT на рівні 30%, що уповільнює черствіння та подовжує свіжість продукту, тоді як FE покращує органолептичні та функціональні властивості. Загалом, застосування гречаного борошна дозволяє отримати

хліб Баладі з підвищеною поживною цінністю, привабливим зовнішнім виглядом, поліпшеними сенсорними властивостями та тривалішим терміном зберігання, що відкриває перспективи для створення функціональних хлібобулочних виробів.

4. Дотримання вимог охорони праці та захисту навколишнього середовища в хлібопекарському виробництві забезпечує безпечні умови роботи персоналу, високу якість продукції та мінімальний негативний вплив на довкілля. Основними заходами є організація безпечного робочого простору, використання засобів індивідуального захисту, контроль за станом обладнання, дотримання санітарних норм, ефективне управління відходами та навчання персоналу. Такий комплексний підхід сприяє запобіганню травматизму, підвищенню професійної підготовки працівників та сталому розвитку підприємства.

5. Економічний аналіз показав, що збагачення хліба Баладі борошном гречки підвищує собівартість виробництва. Контрольний зразок (100% пшеничне борошно) має собівартість 51,2 грн/кг, тоді як при заміні 30% на борошно гречки посівної (FE) вона зростає до 79 грн/кг, а на гречку татарську (FT) – до 85 грн/кг, тобто на 54–66%. Для збереження прибутковості потрібно підвищити роздрібну ціну на 35–40%, або обмежити частку гречаного борошна до 10–20%, що дозволить підвищити поживну цінність хліба без істотного зростання витрат. Такий варіант є найбільш економічно доцільним для промислового виробництва.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Al-dalain, S., Morsy, M. Effect of pullulan and hydrocolloids on rheological properties and quality parameters of wheat-soy baladi bread // *Food Nutr. Sci.* – 2018. – Vol. 09, № 01. – P. 32–45.
2. Kreft, M. Buckwheat phenolic metabolites in health and disease // *Nutr. Res. Rev.* – 2016. – Vol. 29, № 1. – P. 30–39.
3. Giménez-Bastida, J., Zieliński, H. Buckwheat as a functional food and its effects on health // *J. Agric. Food Chem.* – 2015. – Vol. 63, № 36. – P. 7896–7913.
4. Al-Snafi, A. A review on fagopyrum esculentum: A potential medicinal plant // *Iosr J. Pharm. (Iosrphr).* – 2017. – Vol. 07, № 03. – P. 21–32.
5. Ivankov, A. et al. Changes in agricultural performance of common buckwheat induced by seed treatment with cold plasma and electromagnetic field // *Appl. Sci.* – 2021. – Vol. 11, № 10. – P. 4391.
6. Ji, H., Tang, W., Zhou, X., Wu, Y. Combined effects of blue and ultraviolet lights on the accumulation of flavonoids in tartary buckwheat sprouts // *Pol. J. Food Nutr. Sci.* – 2016. – Vol. 66, № 2. – P. 93–98.
7. Aubert, L., Decamps, C., Jacquemin, G., Quinet, M. Comparison of plant morphology, yield and nutritional quality of fagopyrum esculentum and fagopyrum tataricum grown under field conditions in Belgium // *Plants.* – 2021. – Vol. 10, № 2. – P. 258.
8. Mashayekh, M., Mahmoodi, M., Entezari, M. Effect of fortification of defatted soy flour on sensory and rheological properties of wheat bread // *Int. J. Food Sci. Technol.* – 2008. – Vol. 43, № 9. – P. 1693–1698.
9. Karaoğlu, M. Cephalaria syriaca addition to wheat flour dough and effect on rheological properties // *Int. J. Food Sci. Technol.* – 2006. – Vol. 41(s2). – P. 37–46.
10. Wang, L. et al. Effects of recombinated anabaena sp. lipooxygenase on the protein component and dough property of wheat flour // *J. Agric. Food Chem.* – 2014. – Vol. 62, № 40. – P. 9885–9892.
11. Xie, X., Yuan, Z., Fu, K., An, J., Deng, L. Effect of partial substitution of

flour with mealworm (*Tenebriomolitor* L.) powder on dough and biscuit properties // *Foods*. – 2022. – Vol. 11, № 14. – P. 2156.

12. Darwish, O., Rabie, A., El-Shewy, M., Shalaby, H. Effect of partial replacement of wheat flour by barley and oat flour on the chemical and rheological properties of toast bread dough // *Zagazig J. Agric. Res.* – 2018. – Vol. 45, № 1. – P. 261–269.

13. Onyango, C., Unbehend, L., Unbehend, G., Lindhauer, M. Rheological properties of wheat-maize dough and their relationship with the quality of bread treated with ascorbic acid and malzperle classic bread improver // *Afr. J. Food Sci.* – 2015. – Vol. 9, № 2. – P. 84–91.

14. Choi, I., Cheong, Y., Hyun, J., Kim, K. Substituting normal and waxy-type whole wheat flour on dough and baking properties // *Prevent. Nutr. Food Sci.* – 2012. – Vol. 17, № 3. – P. 197–202.

15. Hadidy, G., Rizk, E. Influence of coriander seeds on baking balady bread // *J. Food Dairy Sci.* – 2018. – Vol. 9, № 2. – P. 69–72.

16. Yousef, N., Salem, R., Zaid, E., El-kader, M. Enriching balady bread using red algae (*Pterocladia capillacea*) // *Egypt. J. Agric. Sci.* – 2015. – Vol. 66, № 3. – P. 234–244.

17. El-Adly, N., Hussein, A., Sakr, A. Improvement the nutritional value of balady bread by using fenugreek and moghat // *J. Food Dairy Sci.* – 2012. – Vol. 3, № 1. – P. 1–10.

18. Fahmy, H. et al. Chemical and sensory evaluation of balady bread supplemented with watermelon rinds flour and its anti-hyperlipidemic effect in male albina rats // *Pak. J. Biol. Sci.* – 2022. – Vol. 25, № 11. – P. 993–1000.

19. Mezaize, S., Chevallier, S., Bail, A., Lamballerie, M. Optimization of gluten-free formulations for French-style breads // *J. Food Sci.* – 2009. – Vol. 74, № 3. – P. E140–E146.

20. Aider, M., Sirois-Gosselin, M., Boye, J. Pea, lentil and chickpea protein application in bread making // *J. Food Res.* – 2012. – Vol. 1, № 4. – P. 160.

21. Yousif, E. et al. Egyptian balady bread quality as affected by functional

nano-powders of some food industry by-products // Egypt. J. Food Sci. – 2019.

22. Wahab, A., Elsalam, A. Physicochemical and technological properties of bread produced from wheat grain fertilized with nano fertilizer // Suez Canal Univ. J. Food Sci. – 2018. – Vol. 5, № 1. – P. 99–109.

23. Gümüş, P. The effect of different amounts of olive oil on sensory properties of ciabatta bread // Eur. J. Sci. Technol. – 2022.

24. Elkatry, H., Ahmed, A., Caboni, M., Mohamed, H., Eshak, N. Biological activities of grape seed by-products and their potential use as natural sources of food additives in the production of balady bread // Foods. – 2022. – Vol. 11, № 13.

25. Milovanović, M., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Žarković, B., Stikić, R. Evaluation of the nutritional quality of wheat bread prepared with quinoa, buckwheat and pumpkin seed blends // J. Agric. Sci. Belgrade. – 2014. – Vol. 59, № 3. – P. 319–328.

34. Hassona, M. M. et al. Chemical, rheological, sensorial and functional properties buckwheat semolina flour composite pasta // Egypt. J. Chem. – 2023. – Vol. 6610. – P. 467–478.

35. A.A.C.C. Approved Method of the AACC. 10th ed. – St. Paul, Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, INC., 2000.