ЛЬВІВСЬКИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра харчових технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ І ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНОЇ СИРОВИНИ

Виконав: здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Харчові технології»
спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Салига Михайло Олегович_
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

_____ Науковий керівник Донцова І. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Львів – 2026

ЛЬВІВСЬКИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *товарознавства, управління та сфери обслуговування*
Кафедра *харчових технологій*
Рівень вищої освіти перший
Ступінь вищої освіти бакалавр
Спеціальність *181 «Харчові технології»*
(шифр і назва)
Освітньо професійна програма «*Харчові технології*»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри харчових технологій

_____ **доц. Давидович О. Я.**
"____" _____20___року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА
Салиги Михайла Олеговича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Удосконалення рецептурного складу і технологічного процесу виробництва хліба з використанням інноваційної сировини»

керівник роботи *Донцова І.В., доцент, кандидат технічних наук,*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від "29" *вересня 2025 року № 977/03*
2. Термін подання студентом роботи *8 червня 2026 р.*
3. Вихідні дані до роботи *матеріали публікацій за останні 5 років, періодичні видання « Зерно і хліб», «Харчові технології», «Харчова і переробна промисловість», «Пекарські та кондитерські технології», інтернет-ресурси та інші.*
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *харчова цінність та технологічні особливості основної сировини для виробництва хліба; перспективні рішення для вдосконалення рецептур та технології хліба; різновиди пакувальних матеріалів для хліба; підбір інноваційної сировини для виробництва хліба; комплексне дослідження якості та складу інноваційної харчової добавки; розробка рецептури та технологічних режимів виробництва хліба з використанням інноваційної сировини; оцінка споживчих властивостей хліба «Динний»; дослідження мікробіологічної безпеки хліба «Динний».*
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) *таблиці хімічного складу нетрадиційної сировини, схеми технології виробництва харчової добавки з насіння дині, таблиці рецептурного складу нового хліба з використанням нетрадиційної сировини, таблиці органолептичних та фізико-хімічних показників якості нових виробів.*

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ	05.10.25	*виконано*
2.	Харчова цінність та технологічні особливості основної сировини для виробництва хліба	12.11.25	*виконано*
3.	Перспективні рішення для вдосконалення рецептур та технології хліба	06.12.25	*виконано*
4.	Різновиди пакувальних матеріалів для хліба	02.01.26	*виконано*
5	Об'єкти та методи досліджень	26.01.26	*виконано*
6.	Підбір інноваційної сировини для виробництва хліба	12.02.26	*виконано*
7.	Комплексне дослідження якості та складу інноваційної харчової добавки	11.03.26	*виконано*
8	Розробка рецептури та технологічних режимів виробництва хліба з використанням інноваційної сировини	11.04.26	*виконано*
9	Оцінка споживчих властивостей хліба «Динний»	10.05.26	*виконано*
10	Дослідження мікробіологічної безпеки хліба «Динний»	25.05.26	*виконано*
11.	Висновки і пропозиції	01.06.26	*виконано*
12.	Список використаної літератури	05.06.26	*виконано*

Здобувач _____ **Салига М.О.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Донцова І.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Салига Михайло Олегович «Удосконалення рецептурного складу і технологічного процесу виробництва хліба з використанням інноваційної сировини» – Рукопис.

Кваліфікаційна робота на здобуття першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології». – Львівський торговельно-економічний університет. Львів. 2026.

У роботі розглянуто актуальні напрями удосконалення рецептурного складу та технологічних процесів виробництва хліба шляхом використання інноваційної сировини. Проведено аналіз сучасних тенденцій у хлібопекарській галузі, що передбачають застосування функціональних інгредієнтів, альтернативних видів борошна та біологічно активних добавок для підвищення харчової та біологічної цінності продукції. Особливу увагу приділено насінню дині як перспективному джерелу білків, харчових волокон, мінеральних речовин та поліфенолів. Розроблено рецептуру хліба «Динний» із частковою заміною пшеничного борошна на харчову добавку з насіння дині. Експериментально підтверджено підвищення вмісту білка, харчових волокон, а також значне зростання рівня поліненасичених жирних кислот і мінеральних елементів. Досліджено мікробіологічну безпеку нового хліба «Динний», яка підтверджує наявність природних консервантів у добавці з насіння дині. Практична значущість роботи полягає у створенні інноваційного хліба з високою харчовою та біологічною цінністю, який поєднує традиційні смакові характеристики з оздоровчими властивостями та має перспективи для комерційного виробництва.

Ключові слова: хліб, харчова добавка з насіння дині, харчова цінність, біологічна цінність, мікробіологічна безпека.

ANNOTATION

Salyga Mykhailo Olehovych "Improvement of the recipe composition and technological process of bread production using innovative raw materials" – Manuscript.

Qualification work for obtaining the first (bachelor's) level of higher education in the educational and professional program "Food Technologies" in specialty 181 "Food Technologies". – Lviv University of Trade and Economics. Lviv. 2026.

The work considers current areas of improvement of the recipe composition and technological processes of bread production through the use of innovative raw materials. An analysis of modern trends in the baking industry, which involve the use of functional ingredients, alternative types of flour and biologically active additives to increase the nutritional and biological value of products, is carried out. Special attention is paid to melon seeds as a promising source of proteins, dietary fibers, minerals and polyphenols. A recipe for "Melon" bread was developed with a partial replacement of wheat flour with a food additive from melon seeds. An increase in the content of protein, dietary fiber, as well as a significant increase in the level of polyunsaturated fatty acids and mineral elements was experimentally confirmed. The microbiological safety of the new "Melon" bread was studied, which confirms the presence of natural preservatives in the melon seed additive. The practical significance of the work lies in the creation of innovative bread with high nutritional and biological value, which combines traditional taste characteristics with health-improving properties and has prospects for commercial production.

Keywords: *bread, food additive from melon seeds, nutritional value, biological value, microbiological safety*.

Тема «Удосконалення рецептурного складу і технологічного процесу виробництва хліба з використанням інноваційної сировини»

ЗМІСТ

		С.
	ВСТУП ……	6
РОЗДІЛ 1.	СИРОВИНА, ТЕХНОЛОГІЯ ТА УПАКОВКА: СУЧАСНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ХЛІБА	8
1.1.	Харчова цінність та технологічні особливості основної сировини для виробництва хліба…….	8
1.2.	Перспективні рішення для вдосконалення рецептур та технології хліба …….	25
1.3.	Різновиди пакувальних матеріалів для хліба ..……..	30
РОЗДІЛ 2.	ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЬ……	35
РОЗДІЛ 3.	РОЗРОБКА ТА КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНОЇ СИРОВИНИ	40
3.1.	Підбір інноваційної сировини для виробництва хліба	40
3.2.	Комплексне дослідження якості та складу інноваційної харчової добавки	48
3.3	Розробка рецептури та технологічних режимів виробництва хліба з використанням інноваційної сировини	55
3.4.	Оцінка споживчих властивостей хліба «Динний»	60
3.5	Дослідження мікробіологічної безпеки хліба «Динний»	66
	ВИСНОВКИ ……...	69
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ …..……	72
	ДОДАТКИ ……..	77

ВСТУП

Актуальність теми. Виробництво оброблених харчових продуктів постійно розвивається, і хлібопекарська галузь не є винятком. Хоча хліб виготовляють уже тисячі років, його традиційні види залишаються актуальними й сьогодні, проте сучасне виробництво активно впроваджує нові ідеї та технології.

Інноваційні рішення безперечно стимулюють подальший розвиток хлібопечення, однак не слід забувати про його традиційні основи. Зростаюче різноманіття продукції, значною мірою зумовлене споживчим попитом, визначає перспективи галузі. Частіші подорожі та розширення глобальних комунікацій сприяють поширенню різних видів хлібобулочних виробів серед широкого кола споживачів. Те, що є традиційним продуктом в одній країні, може стати новинкою в іншій.

Традиційно хліб виготовляють із борошна, отриманого з пшениці. Хоча існує багато інших видів зернових, бобових культур, які можна молоти для отримання «борошна», унікальна властивість білків у пшениці — перетворювати суміш із борошна та води на еластичне тісто, здатне формувати хліб — залишається майже ексклюзивною для пшениці та кількох інших поширених зернових. Генетичні дослідження відкривають можливість комбінувати білкові особливості пшениці з характеристиками інших більш зручних для вирощування та обробки рослин, наприклад, поліпшуючи форму зерна або їх стійкість до зберігання.

Сучасні наукові досягнення й технології значно спростили та здешевили процес приготування хліба. Однак навіть зараз майстри-пекарі спираються на свої знання, досвід і ремісничі традиції, щоб інтегрувати доступні інгредієнти та технології й задовольнити запити клієнтів на свіжі, корисні та ароматні випечені вироби.

У зв'язку з цим удосконалення рецептурного складу і технологічного процесу виробництва хліба з використанням інноваційної сировини є актуальним.

Мета роботи – удосконалення рецептурного складу та технології виробництва хліба із додаванням інноваційної сировини.

Для досягнення наведеної мети передбачали вирішення *завдань*:

- охарактеризувати харчову цінність та технологічні особливості основної сировини, яка використовується для хліба;

- обґрунтувати вибір інноваційної сировини у рецептурі нового пшеничного хліба з харчовою добавкою із насіння дині;

- розробити рецептуру нового хліба з інноваційною сировиною та охарактеризувати підвищену харчову цінність готового продукту.

Об'єкт дослідження – розроблена рецептура хліба пшеничного «Динний» із використанням харчової добавки із насіння дині.

Предмет дослідження –хімічний склад, технологія підготовки нових інгредієнтів, які входять у рецептурний склад хліба з інноваційною сировиною.

Основні методи досліджень – органолептичні та фізико-хімічні методи.

Наукова новизна. Вдосконалено рецептурний склад та технологію виробництва хліба із підвищеним вмістом білків, поліненасичних жирних кислот та мінеральних речовин.

Практичне значення наукових результатів досліджень. Доведено можливість розробки рецептури та технології нового хліба із харчовою добавкою з насіння дині. Завдяки такому виробу харчовий раціон людини збагатиться харчовими волокнами та ПНЖК.

Структура кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Основний зміст роботи викладено на 76 сторінках комп`ютерного тексту, містить 18таблиць, 9 рисунків, додатки. Список використаних джерел включає 38 джерел.

РОЗДІЛ 1. СИРОВИНА, ТЕХНОЛОГІЯ ТА УПАКОВКА: СУЧАСНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ХЛІБА

1.1. Харчова цінність та технологічні особливості основної сировини для виробництва хліба

На сьогодні хлібопекарна промисловість є однією з провідних галузей харчової промисловості України. Підприємства хлібопекарної галузі випускають широкий асортимент хлібобулочних виробів, що налічує понад 1000 найменувань. Продукція класифікується за типом борошна, способом випікання, формою, масою, складом рецептури тощо.

Хліб є не лише одним із основних продуктів щоденного раціону людини, але й об'єктом соціальної політики держави. Його соціальне значення визначається такими аспектами, як усталені традиції та звички населення, доступна вартість порівняно з іншими продуктами харчування, широкий асортимент, висока харчова цінність та можливість збагачення складу фізіологічно важливими і функціональними інгредієнтами. Через це хлібопекарна галузь є дуже чутливою до ринкових змін і прямо залежить від рівнів попиту і пропозиції.

Головною метою галузі є забезпечення населення продукцією стабільно високої якості та споживчої привабливості в такому обсязі і різноманітті, які відповідатимуть щоденним потребам споживачів.

Останнім часом особливим попитом користуються хлібобулочні вироби, які позиціонуються як корисні для здоров'я (дієтичні та збагачені). До таких виробів належить продукція з додаванням злаків, підвищеним вмістом харчових волокон, які не лише сприяють профілактиці неінфекційних захворювань, але й підтримують імунітет завдяки покращенню роботи кишкового тракту. Також популярністю користуються невеликі снекі для перекусів протягом дня — сухарі, грінки, хрусткі хлібці, галети, крекери, а також випічка у вигляді пирогів, пиріжків та пончиків.

В останні роки значну увагу приділяють продуктам переробки рослинної сировини, зокрема плодам, овочам та фітосировині, які активно впроваджуються у технології виготовлення хлібобулочних виробів.

Основною сировиною називають ті інгредієнти, які є обов'язковими рецептурними компонентами хлібобулочних виробів, серед них: борошно, вода, сіль та дріжджі.

Додатковою сировиною вважаються компоненти, що вводяться за рецептурою для підвищення поживної цінності, надання хлібобулочним виробам специфічних органолептичних і фізико-хімічних властивостей. До такої сировини відносяться цукор, молочні продукти, яйця та яєчні продукти, жирові компоненти, мед, повидло, мак, горіхи тощо [1].

Допоміжна сировина охоплює різноманітні поліпшувачі, поверхнево-активні речовини та інші добавки. Хлібопекарські поліпшувачі широкого спектру дії застосовують у процесі приготування хліба з метою виправлення недоліків борошна, оптимізації якості хлібобулочних виробів та продовження терміну їх збереження.

Борошно

Борошно є основною сировиною для хлібопекарської промисловості. Для виготовлення хлібобулочних виробів використовують борошно, отримане шляхом помелу заздалегідь відібраного, очищеного від домішок, а в разі потреби – спеціально обробленого зерна пшениці та жита.

Випускають пшеничне хлібопекарське борошно таких сортів: вищого сорту, першого сорту, другого сорту та обойне. Житнє хлібопекарське борошно поділяється на сорти: сіяне, обдирне, обойне та цільнозернове.

Хімічний склад борошна

Хімічний склад борошна може значно варіювати залежно від сорту зерна, умов його вирощування, а також виходу борошна. При різному виході до складу потрапляє різна кількість окремих структурних елементів зерна, таких як оболонки, алейроновий шар, зародки та ендосперм. Хімічні показники складу борошна різних сортів за різних способів помолу наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Хімічний склад борошна

Сорт	Вихід, %	Вміст, % на суху речовину					
		Крохмаль	Цукри	Азотисті речовини	Жири	Клітковина	Мінеральні речовини
Пшенична							
Вищого сорту	30 (0–30)	77,4	–	14,51	1,0	0,08	0,53
Першого сорту	35 (0–35)	74,3	–	15,35	1,4	0,21	0,85
Другого сорту	85 (0–85)	67,6	–	16,20	1,9	0,83	1,13
Обойне	96 (0–96)	56,8	–	15,91	1,9	2,30	1,70
Житнє							
Сіяне	63 (0–63)	74,0	4,45	10,30	1,17	0,48	0,64
Обдирне	87 (0–87)	67,8	5,27	11,35	1,64	1,56	1,36
Обойне	95 (0–95)	62,5	6,29	15,50	2,11	2,30	1,81

Вуглеводи борошна

Основну частину борошна (до 80 %) складає крохмаль, що міститься у клітинах ендосперму зерна. Властивості крохмалю - здатність набухати, клейстеризуватися та розщеплюватися ферментами, визначають характеристики борошна. Кількість крохмалю стає більшою, при меншому виході борошна, тобто чим менше до нього потрапляє частинок оболонок, алейронового шару та зародка, у яких немає крохмалю. Крохмаль житнього борошна має відмінності від пшеничного: він легше піддається впливу амілолітичних ферментів і клейстеризується при нижчій температурі (близько 55 °С), тоді як такий процес для пшеничного крохмалю починається при температурі 63–65 °С.

У пшеничному борошні міститься до 2,5 % цукрів, в основному сахароза (до 2 %), а також незначна кількість редукуючих цукрів (глюкоза, фруктоза та мальтоза) – у межах 0,1–0,4 %. Якщо ж зерно пророщене, то в борошні спостерігається підвищений вміст мальтози, тоді як з недозрілого або підмерзлого зерна – збільшується концентрація водорозчинних вуглеводів.

Вміст цукрів у житньому борошні значно вищий, ніж у пшеничному. Основними складовими є сахароза і фруктоза, а також пентозани. Останні

формують слизоподібні речовини, які здатні вбирати воду у 8-кратному об’ємі від своєї маси, утворюючи стійкі студні.

Клітковина та геміцелюлоза зосереджені переважно в оболонках зерна. Тому в борошні вищих сортів і з низьким виходом їх значно менше (0,1–0,2 %), ніж у борошні нижчих сортів і з високим виходом (1–2 %).

Азотисті та білкові речовини борошна

Азотисті сполуки борошна переважно представлені білками. Небілкові азотовмісні речовини (наприклад, амінокислоти та аміди) мають невеликий вміст — близько 2–3 % загальної маси азотистих сполук. При підвищенні виходу борошна зростає і вміст як загальних азотистих речовин, так і небілкового азоту.

Роль білків борошна у виготовленні хлібобулочних виробів надзвичайно важлива. Структура молекул білків і їх фізико-хімічні властивості впливають на реологічні характеристики тіста, що своєю чергою визначає форму і якість готових виробів. У процесі замішування тіста білки поглинають більшу частину води та набухають. Білки пшеничного й житнього борошна особливо гідрофільні, вони можуть поглинати до 300 % води від власної маси.

У процесі випікання хліба білкові сполуки піддаються тепловій денатурації, утворюючи міцну структуру м’якуша хліба. Основну масу білків у борошні становлять прості білки – протеїни.

Білки пшеничного борошна. Білки пшеничного борошна мають фракційний склад (%): проламіни – 35,6; глютеліни – 28,2; глобуліни – 12,6; альбуміни – 5,2. Середній вміст білкових речовин у пшеничному борошні становить 13–16 %, а нерозчинного білка (клейковини) — 8,7 %.

Оптимальна температура для набухання білків клейковини – +30 °С. Фракції клейковини, які представлені гліадином і глютеніном, мають різні структурно-механічні властивості. Гідратований глютенін формує короткорозтяжну та еластичну масу, тоді як гліадин утворює рідку, в'язку масу, що не має еластичності. Клейковина, яка формується за участі обох цих білків, поєднує структурно-механічні особливості обох фракцій. Середній вміст сирої клейковини у пшеничному борошні — 20–30 %.

У різних партіях пшеничного борошна кількість сирої клейковини може коливатися у межах 16–35 %. У складі сирої клейковини міститься 30–35 % сухих речовин і 65–70 % вологи. Сухі речовини клейковини складаються на 80–85 % із білків та інших компонентів борошна (наприклад, ліпідів, вуглеводів), які взаємодіють із гліадином і глютеніном. Білки клейковини зв'язують приблизно половину загального обсягу ліпідів борошна. Клейковинний білок включає 19 амінокислот, серед яких переважають глутамінова кислота (близько 39 %), пролін (14 %) і лейцин (8 %).

Реологічні властивості клейковини — її пружність, еластичність та розтяжність — значно впливають на хлібопекарські якості пшеничного борошна.

Білки житнього борошна. Амінокислотний склад і властивості білків житнього борошна помітно відрізняються від пшеничних. Житнє борошно містить значну кількість водорозчинних білків (приблизно 36 % від загальної маси білкових речовин) та солерозчинних білків (близько 20 %). Загальна частка білкових речовин у житньому борошні є дещо нижчою, ніж у пшеничному (10–14 %). Фракції проламінів і глютелінів тут також менш представлені й за звичайних умов не утворюють клейковини.

Водночас у спеціальних умовах з житнього борошна можна виділити білкову масу, яка за своїми еластичними і розтяжними властивостями подібна до пшеничної клейковини.

Характерною особливістю житніх білків є їхні специфічні гідрофільні властивості. Вони швидше набухають при змішуванні з водою, причому значна їх частина набухає без обмежень (пептизирується), переходячи у колоїдний розчин.

Поживна цінність білків житнього борошна перевершує подібні показники у пшеничних білків завдяки вищому вмісту незамінних амінокислот, особливо лізину.

Жири у борошні. У борошні вищих сортів спостерігається більший вміст жиру, ніж у борошні нижчих сортів. Особливо багаті на жири висівки (до 4%) та зародки зерна (до 10%). Основну частину жиру пшениці складають

тригліцериди, у структурі яких домінують ненасичені жирні кислоти, такі як олеїнова, лінолева та ліноленова. Натомість насичених жирних кислот (стеаринової та пальмітинової) міститься мало — до 10%. Через це жир у борошні швидко піддається прогоркненню, утворюючи вільні жирні кислоти, альдегіди, оксикислоти, пероксиди та інші сполуки, які можуть мати неприємний запах і смак.

Мінеральні речовини у борошні. У процесі зберігання і переробки мінеральний склад продуктів змінюється досить незначно порівняно з іншими компонентами. Мінеральні речовини, що входять до золи, є ключовим показником для визначення якості багатьох харчових продуктів. Саме тому в чинних стандартах встановлюються допустимі максимальні норми вмісту золи та окремих макро- і мікроелементів.

У внутрішній частині зерна (ендоспермі) вміст мінеральних речовин суттєво нижчий, ніж у зовнішніх шарах — оболонці та зародку. Як наслідок, різні сорти борошна істотно різняться за рівнем зольності. Наприклад, борошно вищого сорту містить лише 0,55% золи, першого сорту — 0,75%, а другого — 1,25%. Таким чином, показник зольності є важливим критерієм якості й сорту борошна: чим вищий сорт борошна, тим нижча його зольність.

Ферменти борошна. У зерні та борошні присутній широкий спектр ферментів, серед яких найбільше значення для хлібопекарської галузі мають амілолітичні та протеолітичні ферменти.

У пшеничному борошні належної якості зберігається активність β-амілази. Водночас у борошні зі пророслого зерна також присутня активна α-амілаза. У житньому борошні обидва ці ферменти наявні незалежно від його якості.

Серед протеолітичних ферментів особливу роль для хлібопечення відіграє протеїназа, яка розщеплює білки до низькомолекулярних сполук — поліпептидів. Крім того, у складі борошна є поліпептидаза — фермент, здатний розщеплювати високомолекулярні білки й поліпептиди до амінокислот. Водночас активність цього ферменту в тісті є мінімальною через невідповідність

оптимального значення pH (7–8) середовища до рівня кислотності тіста (pH 4,5–4,8).

У борошні також містяться ферменти для розщеплення жирів (ліпаза) і фосфатидів (фосфатаза), а також окислювальні ферменти (оксидаза, пероксидаза), відновлювальні ферменти (каталаза) та фермент тирозиназа, який здатний розщеплювати амінокислоту тирозин із утворенням темнозабарвлених сполук.

Вітаміни в борошні. У зернах пшениці, жита та отриманому з них борошні містяться водорозчинні вітаміни B_1 (тіамін), B_2 (рибофлавін) і PP (нікотинова кислота). Крім того, у пшеничному зерні та борошні також присутні вітаміни в такій концентрації (мг/кг): B_5 (пантотенова кислота) – 12,64; B_6 (піридоксин) – 4,51; E (токоферол) – 26–34; H (біотин) – 20–110 [2,3].

Хлібопекарські властивості борошна

Хлібопекарські властивості борошна є важливим показником якості, що впливає на виготовлення хлібобулочних виробів.

Характеристики хлібопекарських властивостей пшеничного борошна визначаються такими показниками:

– кольором борошна та його здатністю змінювати забарвлення в процесі приготування хліба;

– газоутворюючою здатністю, за якою вимірюють кількість вуглекислого газу, що виділяється під час бродіння тіста протягом певного часу;

– «силою» борошна, тобто її здатністю забезпечувати реологічні властивості тіста та стабільність цих властивостей під час приготування;

– розміром частинок борошна (крупністю помолу);

– автолітичною активністю, яка визначає здатність борошна в водно-борошняній суспензії розкладати складні речовини до простіших водорозчинних продуктів під впливом ферментів [4].

Колір сортового пшеничного борошна має вагоме значення для зовнішнього вигляду хліба, оскільки світлий м’якуш зазвичай більше подобається споживачам. Колір борошна залежить від співвідношення частинок

ендосперму та оболонок зерна, а також від кольорових характеристик самого ендосперму. В оболонках зерна містяться пігменти, як-от хлорофіл (зелений колір), каротин і ксантофіл (жовті кольори). Ендосперм різних сортів пшениці також має різний рівень вмісту жовтих каротиноїдних пігментів. У деяких випадках навіть дуже світле борошно може давати хліб із темним м'якушем. Причиною цього є висока активність ферменту поліфенолоксидази та наявність достатньої кількості вільного тирозину.

Підвищена схильність до потемніння характерна для борошна, виготовленого з пророслого або пошкодженого самозігрітого зерна, а також із зерна, ураженого шкідниками, наприклад клопом-черепашкою. Зазвичай колір борошна оцінюють органолептично, тобто візуально порівнюють зі встановленим еталоном для відповідного сорту.

Газоутворююча здатність борошна характеризує обсяг вуглекислого газу, який виділяється під час бродіння тіста із 100 грамів борошна вологості 14 %, 60 см³ води та 10 грамів пресованих дріжджів протягом 5 годин при температурі 30 °С. Для визначення цього показника готують тісто за зазначеним рецептом та вимірюють обсяг виділеного газу. Нормальна газоутворююча здатність пшеничного борошна вищого та першого сорту зазвичай становить 1300–1600 см³.

Газоутворювальна здатність борошна визначає кількісний склад «власних» цукрів, активність амілолітичних ферментів, а також властивості крохмалю, зокрема його структура та взаємодія з ферментами (вуглеводно-амілазний комплекс). Вміст власних цукрів у пшеничному борошні мінімальний (до 2,5%), чого вистачає на короткий період ферментації — близько 1–2 годин. Головним чинником газоутворення є мальтоза, генерована в ході ферментативного гідролізу крохмалю, що й забезпечує розпушення тіста. Таким чином, газоутворювальна здатність борошна значною мірою зумовлена його цукроутворювальною активністю, яка залежить від стану крохмалю та амілолітичної активності.

У випадках низької газоутворювальної здатності створюється дефіцит цукрів для бродіння тіста під час розстоювання, що проявляється в обмежених фізико-хімічних характеристиках готового хліба. Хліб виходить зі зменшеним об’ємом, недостатньо пористою структурою та слабко забарвленою скоринкою, оскільки процес карамелізації цукру та утворення меланоїдинів відбувається недостатньо ефективно. У свою чергу надмірно висока газоутворювальна здатність борошна призводить до утворення значної кількості декстринів; у цьому випадку м’якуш хліба дуже заминається, а скоринка темнішає через гіперактивну кольороутворювальну реакцію.

Сила борошна є важливим показником хлібопекарської якості, оскільки вона характеризує стан білково-протеїназного комплексу, від якого залежить не лише еластичність і структура тіста, але й якість кінцевого продукту. Сила борошна трактується як умовний параметр, що визначає реологічні властивості сирої клейковини й тіста загалом. До таких властивостей належать еластичність, в’язкість, пластичність і пружність.

Еластичність тіста проявляється у здатності матеріалу зазнавати значні деформації без руйнування внутрішньої структури. Наприклад, після розтяжки сира клейковина має здатність повертатися до свого початкового стану. Пружність характеризується як потенціал матеріалу відновлювати форму чи об'єм після деформації; тестувальний параметр тут — слід пальця на тісті, що вирівнюється самостійно. В'язкість вказує на внутрішній опір рідини при її русі, а пластичність описує здатність речовини сприймати деформацію і зберігати її після усунення зовнішнього впливу.

Враховуючи реологічні характеристики тіста, борошно поділяють на сильне, середнє і слабке за силою. Сильне борошно вирізняється високим вмістом білкових речовин та значним виходом сирої клейковини. Тісто з такого борошна має високий рівень пружності при низькій пластичності, а білки набухають достатньо повільно під час замішування, хоча загалом поглинають значну кількість води. Протеолітичні процеси в такому тісті протікають не спішно. В результаті випікання хліб із сильного борошна має точну форму,

значний об’єм і оптимальну за консистенцією пористість. Однак надмірно сильне борошно може призвести до отримання надмірно жорсткого та погано розтяжного тіста, що впливає на об’єм випічки.

Слабке борошно утворює нееластичну, надмірно розтяжну клейковину. Тісто з такого борошна, через інтенсивний протеоліз, характеризується низькою пружністю, високою пластичністю та підвищеною липкістю. Під час вистоювання сформовані заготовки сильно розпливаються. Готові вироби мають невеликий об'єм, недостатню пористість і розмиту структуру (особливо у випадку подових виробів).

Борошно середньої якості забезпечує утворення сирої клейковини та тіста з гарними реологічними властивостями. Таке тісто та його клейковина досить пружні й еластичні. Хліб із цього борошна має форму та якість, що відповідають стандартам.

Кількість і якість сирої клейковини залежать від виду й сорту пшеничного зерна, умов його вирощування, особливостей післязбиральної обробки, кондиціонування перед помелом, а також від умов і термінів зберігання свіжозмеленого борошна.

Вирощування пшениці в жарких і посушливих умовах сприяє формуванню більш міцної клейковини. Водночас борошно з зерна, пошкодженого клопом-черепашкою, характеризується зниженим вмістом клейковини, яка стає липкою, нееластичною і надмірно розтяжною. У разі нормального зберігання зерна чи борошна якість клейковини покращується. Водночас самозігрівання зерна або сушка за надто високих температур викликають часткову денатурацію білків, внаслідок чого формується темна та ламка клейковина. Пророщування зерна також негативно впливає на кількість клейковини, змінюючи її якість — вона стає слабшою.

Для оцінки сили борошна визначають реологічні властивості сирої клейковини або тіста. В хлібопеченні зазвичай використовують борошно з клейковиною I та II груп. Борошно з клейковиною III групи практично непридатне для випікання хліба.

Клейковина I групи характеризується доброю еластичністю та середньою (10–20 см) або навіть великою (понад 20 см) розтяжністю. Вона вважається найякіснішою.

Клейковина II групи демонструє задовільну еластичність за різної розтяжності або хорошу еластичність, але коротку розтяжність (менше 10 см).

До III групи належить клейковина незадовільної якості — позбавлена еластичності, ламка або така, що безмежно розтікається, при розтягуванні.

З поняттям сили борошна тісно пов'язані його водопоглинальна та газоутримувальна здатності.

Водопоглинальна здатність — це характеристика, що визначає кількість води, необхідної для утворення тіста з оптимальними структурно-механічними властивостями. Вона варіюється між різними партіями борошна одного й того ж сорту, що значно впливає на вологість тіста, вихід і якість готової продукції.

Цей показник залежить від хімічного складу борошна, його вологості, ступеня помелу та сорту. Борошно з високим вмістом сильної клейковини поглинає більше води, ніж слабке. Крім того, волокна, пентозани та механічно пошкоджені зерна крохмалю також здатні активно зв'язувати вологу.

Якщо борошно має низьку водопоглинальну здатність, приготувати тісто необхідної вологості може бути складно. Значна частина доданої води залишиться незв'язаною, що призведе до розрідження тіста. Липке та слабке тісто ускладнить процеси поділу і вистоювання, погіршить якість готової продукції. Зменшення вологості тіста нижче норми також є економічно невигідним через зниження виходу хліба.

Дрібний помел борошна сприяє підвищенню його водопоглинальної здатності завдяки збільшеній сумарній поверхні часточок. Загалом борошно нижчого сорту демонструє вищу водопоглинальну здатність через більший вміст клітковини, геміцелюлоз і пентозанів, які активно поглинають вологу.

Газоутримувальна здатність борошна визначає, наскільки добре сформоване тісто може утримувати вуглекислий газ, що виділяється під час бродіння. Ця властивість залежить від фізичних характеристик борошна. Для

пшеничного борошна ключову роль у формуванні еластичного каркаса в тісті відіграє кількість і якість клейковини. Таким чином, газоутримувальна здатність визначається гідрофільністю та ступенем розщеплення білків, активністю протеолітичних ферментів та наявністю активаторів протеолізу — усі ці чинники пов'язані з властивостями білково-протеїназного комплексу борошна. Тісто із борошна зі слабкою газоутримувальною здатністю розпливається і не тримає форму.

Ступінь помелу також відіграє важливу роль. У тонкомеленому борошні ферментативні процеси розщеплення крохмалю і білків проходять легше, оскільки площа їхнього контакту з ферментами більша. Це збільшує газоутворювальну здатність, але дещо знижує газоутримувальні властивості тіста. Ці нюанси слід враховувати при оцінці помелу борошна. Наприклад, у виробництві кондитерських виробів газоутримувальна здатність має менше значення, тому використовується борошно тонкого помелу. Для макаронної продукції частіше обирають борошно грубого помелу, а для випікання хліба найкраще підходить борошно середнього помелу. Вимоги до ступеня помелу різних сортів борошна регламентуються відповідними стандартами.

Хлібопекарські властивості житнього борошна. Житнє борошно суттєво відрізняється від пшеничного за своїм складом і властивостями. Воно характеризується значно вищою амілолітичною активністю ферментів. У житньому борошні, окрім β-амілази (наявної також у пшеничному борошні), присутня α-амілаза. Крохмаль житнього борошна легше піддається розщепленню й має нижчу температуру клейстеризації порівняно з пшеничним крохмалем: початок клейстеризації пшеничного крохмалю становить приблизно 63 °С, тоді як у житньому цей показник близько 55 °С. Крім того, житнє борошно містить більше цукрів. Завдяки цим особливостям газоутворювальна здатність житнього борошна зазвичай досить висока. Часто активність ферментів у розщепленні крохмалю настільки значна, що під час випікання хліба в ньому накопичується велика кількість декстринів, через що м’якуш стає липким, заминається та втрачає еластичність.

У замісі з житнього борошна клейковина не формується. Тому здатність утримувати газ у такому тісті пояснюється лише його в’язкістю та поверхневим натягом, які залежать від складу борошна — передусім від кількості та властивостей слизистих речовин, водорозчинних білків і інших сполук.

Житнє борошно має більшу вологопоглинальну здатність, ніж пшеничне. У середньому цей показник становить 68 % для обдирного борошна й 70 % для обойного, що пояснюється високим вмістом слизистих речовин, які добре набухають при контакті з водою. Завдяки цьому в’язкість житнього тіста значно підвищується.

Через те що крохмаль і білки житнього борошна характеризуються більшою схильністю до ферментативного розщеплення, а активність амілолітичних ферментів і протеїназ у ньому значно вища, ніж у пшеничному борошні, хлібопекарські властивості житнього борошна оцінюють за його автолітичною активністю.

Автолітична активність визначає здатність борошна утворювати водорозчинні речовини під час прогрівання приготованої з нього водно-борошняної суспензії.

Чим легше піддаються розщепленню крохмаль і білки, а також чим вища активність ферментів у складі борошна, тим більше сухих речовин переходить у водорозчинний стан. Висока автолітична активність свідчить про низьку якість борошна [5].

Нетрадиційні види борошна представлені вівсяним, ячмінним, кукурудзяним, гречаним та іншими.

Вівсяне борошно. Це борошно відрізняється зниженим вмістом крохмалю, містить усі незамінні амінокислоти, розчинну клітковину, значну кількість слизових речовин та є цінним джерелом природних антиоксидантів і вітаміну B_6. Додавання вівсяного борошна до пшеничного підвищує еластичність тіста та його здатність до поглинання води. Хліб, виготовлений із суміші 80 % пшеничного борошна першого сорту та 20 % вівсяного, демонструє покращену якість за умови підвищення вологості тіста до 46 %. Такий хліб належить до

дієтичної продукції. Вівсяне борошно також може використовуватися у вигляді заварки, яку додають під час приготування тіста.

Ячмінне борошно. Воно багате на повноцінні білки, що містять багато лізину й триптофану, однак такі білки формують глютен низької якості (короткий і такий, що легко рветься). Вміст крохмалю в ячмінному борошні нижчий, ніж у пшеничному, а кількість пентозанів сягає 8,0–12,6 %. У хлібопекарській промисловості ячмінне борошно використовують як домішку до основного борошна через його слабкі хлібопекарські властивості. Воно має характерний специфічний присмак, надає м'якушу темний відтінок і скорочує термін збереження свіжості хліба. Водночас ячмінне борошно відзначається високою здатністю до поглинання води.

Кукурудзяне борошно. Для виготовлення кукурудзяного борошна застосовують зерно кукурудзи, яке містить близько 10 % білків, 68 % вуглеводів, зокрема 57 % крохмалю, жири та клітковину. Це борошно збагачене макро- та мікроелементами. Однак його білки погано набухають і не утворюють глютену. Кукурудзяне борошно має характерний запах і смак, що передається випічці. Перед тим як додати його до тіста, кукурудзяне борошно піддається гідротермічній обробці, що сприяє покращенню здатності до поглинання води, активації ферментів і збільшенню вмісту цукрів.

Гречане борошно. На млинах виробляють гречане борошно та пшенично-гречану суміш. Гречана крупа вирізняється високими поживними, смаковими та дієтичними властивостями. Вона містить 14 % води, 12 % білків, жири, 55 % крохмалю, 70 % вуглеводів, моносахариди, клітковину та зольні речовини. До її складу входять органічні кислоти, такі як лимонна та яблучна, які сприяють кращому засвоєнню поживних речовин. Білки гречки не утворюють клейковини, що є її особливою рисою. Крім того, гречка багата на вітаміни B_1, B_2, РР і Е. Водопоглинальна здатність гречаного борошна в чотири рази перевищує аналогічний показник пшеничного борошна. Через це під час створення композитних борошняних сумішей слід збільшувати розрахункову вологість.

Вода

Вода відіграє важливу роль у багатьох технологічних процесах. Передусім вона використовується для розчинення солі, цукру та інших інгредієнтів; приготування рідких дріжджів, заварок і заквасок; замішування тіста; зволоження середовища водяною парою в розстійних шафах і печах; а також для охолодження теплообмінних поверхонь. Окрім цього, вода потрібна для миття сировини, очищення та обслуговування обладнання і приміщень. У виробництві застосовується питна вода, яка постачається центральною системою водопостачання спеціалізованими організаціями. Бактеріологічні та хімічні показники води ретельно контролюються як цими організаціями, так і державними контролюючими установами. Попри це, надзвичайно важливим є внутрішній контроль якості питної води, яка використовується у виробничих процесах, аби попередити можливі відхилення її властивостей від нормативних вимог, визначених чинним законодавством. Для забезпечення безперебійного постачання воду зберігають на підприємствах у спеціалізованих ємностях. У технологічному процесі передбачено використання дозаторів води. Зокрема, у хлібопеченні споживається значна кількість води: залежно від рецептури виробів на 100 кг борошна потрібно від 30 до 70 літрів води.

Сіль кухонна

У хлібопекарському виробництві кухонна сіль виконує функцію смакової добавки, а також виступає як засіб поліпшення фізичних властивостей тіста, сприяючи його структурному зміцненню за рахунок підсилення клейковинного каркасу. Утім, її вплив на дріжджі є неоднозначним, оскільки присутність солі знижує їхню активність і гальмує процеси спиртового та молочнокислого бродіння, що відбуваються в тісті.

Кухонна сіль включається до рецептури більшості хлібобулочних виробів, за винятком дієтичних сортів без солі. Її оптимальний вміст у складі становить від 1 до 2,5% від маси борошна. З хімічної точки зору кухонна сіль — це природний хлорид натрію (NaCl), до складу якого входить мінімальна кількість інших сольових домішок. Вона добре розчиняється у воді, причому

рівень її розчинності залишається майже незмінним при коливаннях температури.

Харчова сіль поставляється на хлібопекарські підприємства в мішках, гнучких контейнерах, упаковках або насипом. Зберігають її у спеціально призначених для цього контейнерах, при цьому відносна вологість повітря у приміщенні не повинна перевищувати 75%. Для виробничих потреб сіль вводиться у вигляді водно-сольового розчину, який готується безпосередньо у приймальних відділеннях.

Дріжджі

Дріжджі — це мікроорганізми рослинного походження, які мають шароподібну або яйцеподібну форму, а їхні розміри зазвичай не перевищують 10 мкм. Вони належать до класу грибів. Ці організми живуть і розмножуються в середовищі, багатому на цукри, через що отримали назву сахароміцети (цукрові гриби). У хлібопекарстві широко застосовують дріжджі виду Saccharomyces cerevisiae.

Розмноження дріжджів у виробничих умовах здійснюється шляхом брунькування. Найбільш сприятлива температура для цього процесу — 26–28 °С. У залежності від властивостей конкретних дріжджів і умов навколишнього середовища дочірні клітини можуть відокремлюватися від материнських або залишатися приєднаними до них, утворюючи розгалужені ланцюжки.

Хлібопекарські дріжджі представляють собою скупчення клітин родини сахароміцетів. Вони спричиняють процес спиртового бродіння цукрів у тісті, внаслідок чого утворюються спирт і вуглекислий газ. Застосування дріжджів у хлібопеченні базується на їхній здатності під час бродіння виділяти вуглекислий газ, який розпушує тісто й надає йому пористої структури.

Для потреб хлібопекарської промисловості дріжджі виробляють у вигляді пресованих продуктів, дріжджових концентратів і сушених форм.

Дріжджі зберігають у сухих, добре вентильованих приміщеннях при температурі від 0°С до +4°С. У технологічному процесі пресовані дріжджі зазвичай використовують у формі дріжджової суспензії, яку готують з

додаванням води у співвідношенні 1:3 або 1:4. При цьому температура використовуваної води не повинна перевищувати 40°С.

Отже, якість хліба визначається збалансованим поєднанням основної сировини: борошно формує клейковинний каркас, вода регулює консистенцію та ферментативні процеси, сіль стабілізує структуру і смак, а дріжджі забезпечують газоутворення та пористість. Гармонійна взаємодія цих компонентів є ключовою умовою отримання виробу високої якості.

1.2. Перспективні рішення для вдосконалення рецептур та технології хліба

Хлібобулочна продукція користується широкою популярністю у світі завдяки зростаючому попиту. Її унікальність полягає у доступності, тривалому терміні зберігання та можливості споживання як готового до вживання продукту. Крім того, хлібобулочні вироби легко піддаються збагаченню нутрицевтиками та біоактивними компонентами. Активна урбанізація та зміни в харчових звичках стимулюють споживання хлібобулочних виробів і оброблених продуктів, що своєю чергою сприяє зростанню попиту на продукцію з доданою вартістю [6].

Одним із перспективних напрямів є використання їстівного насіння у хлібобулочних виробах, адже воно має структуроутворюючі, емульгуючи та загущуючи властивості. При випіканні покращується смак, аромат і текстура насіння. Завдяки високій здатності до утримання вологи, слиз цього насіння допомагає мінімізувати втрати води в готовій продукції. До того ж воно підвищує в'язкість харчового середовища й позитивно впливає на об’єм випічки [7].

Водночас існують певні виклики, пов'язані з його застосуванням. Так, високі температури під час випікання можуть негативно впливати на поживні речовини насіння. Це спричиняє утворення шкідливих хімічних сполук, таких як акриламід, фурани та поліциклічні ароматичні аміни (ПАВ). Тому важливо

визначити оптимальні умови обробки, які забезпечать максимальну користь для здоров’я без втрати цінних властивостей [8,9].

Розробка рецептур для хліба «Слов’янський», «Сімейний» і «Селянський» дозволила створити продукти високої біологічної цінності, які відповідають сучасним принципам здорового харчування. Дослідження підтвердили доцільність стратегічного впровадження функціональних інгредієнтів, зокрема пророщеного зерна пшениці, гарбузового пюре та борошна з розторопші, у складі крафтового хліба. Визначені оптимальні пропорції цих складників: пророщене зерно пшениці складає 30%, борошно з розторопші – 9%, гарбузове пюре – 50% від маси води, концентрат ферментованого сусла – 1% від маси цукру, а хмелева закваска – 100% від маси дріжджів. Збільшення кількості добавок понад зазначені рівні призводить до зниження якості кінцевого продукту: спостерігається зменшення об’єму хліба, погіршення структури м’якушки та втрата її еластичності. Аналіз харчової цінності виявив суттєве підвищення вмісту корисних речовин: білків стало більше на 22,5–25,25%, калію – на 32,6–32,65%, магнію – на 186,2–188,18%, тіаміну – на 285–585%, а піридоксину – на 180–344%. Водночас рівень харчових волокон у зразках № 1 та № 2 забезпечував 27% від денної норми споживання [10].

У дослідженні було проаналізовано можливість виробництва хліба на заквасці з використанням добавок, що містять сублімований сік аронії чорноплідної у двох формах: неферментованій та ферментованій штамом *Lactiplantibacillus paracasei* SP5. Результати показали, що хліб із додаванням сублімованого ферментованого соку аронії характеризувався підвищеним вмістом молочної кислоти (2,82–2,99 г/кг) та оцтової кислоти (0,93–0,99 г/кг), що забезпечувало його стійкість до розвитку цвілі та бактеріального ураження й дозволяло зберігати свіжість понад 13 днів. Крім того, такі зразки демонстрували вищу антиоксидантну активність (DPPH > 4 мкмоль ТЕ/г; ABTS > 218 мг ТЕ/100 г), значний загальний вміст фенольних сполук (85,9–96,3 мг ГАЕ/100 г) та більш ефективне зниження рівня фітату порівняно з контрольними зразками. Сенсорна оцінка споживчими панелями підтвердила, що хліб на заквасці з ферментованим

соком аронії отримав найвищі показники за смаковими характеристиками та зовнішнім виглядом серед усіх досліджуваних варіантів. Таким чином, результати свідчать про перспективність використання сублімованого ферментованого соку аронії як функціональної добавки для виробництва хліба на заквасці без консервантів, що поєднує покращену поживну цінність із високими органолептичними властивостями та має потенціал комерційного застосування [11].

Збагачення хліба натуральними інгредієнтами, що містять значну кількість фенольних антиоксидантів, зокрема фруктами, набуває дедалі більшої популярності. Для дослідження було обрано нові добавки, створені на основі ліофілізованого соку кизилу, у ферментованій та неферментованій формах із використанням пробіотика L. plantarum ATCC 14917 для виготовлення хліба на закваскаx. Їх застосування дало змогу отримати хліб із покращеними харчовими властивостями. Зокрема, відзначено високий вміст загальних фенолів (99,5 мг GAE/100 г) і значну антиоксидантну активність (213 мг TE/100 г за методом ABTS та 4,7 мкмоль TE/г за методом DPPH). Окрім цього, спостерігалося зниження рівня фітинової кислоти на 93,3% у порівнянні з іншими зразками. Також було виявлено підвищений вміст органічних кислот: молочної (2,91 г/кг хліба), оцтової (1,23 г/кг), мурашиної (0,11 г/кг), н-валеріанової (0,12 г/кг) та капронової (0,05 г/кг). Завдяки цьому строк придатності хліба до появи плісняви та псування збільшився до 13 днів. Водночас усі зразки хліба мали однакові сенсорні характеристики, що свідчить про те, що додавання цієї інноваційної добавки не погіршило якість готового продукту. Ці відкриття є особливо значущими, оскільки порошкоподібні добавки широко впроваджуються в сучасну хлібопекарську промисловість для поліпшення харчової цінності та технологічних властивостей хлібобулочних виробів [12].

Проаналізовано виробництво хліба із сумішей пшеничного борошна та альтернативних видів — рисового, борошна з банана-платана та касавового — із застосуванням дріжджів Saccharomyces cerevisiae, виділених із ферментованого напою Буркуту. Дріжджі продемонстрували життєздатність у середовищі з 25%

глюкози та 15% етанолу, що підтверджує їх потенційну придатність для промислового використання. Хліб виготовляли за методом прямого замісу тіста із 100% пшеничного борошна та його сумішей із рисовим, банановим і борошном касави (по 40%). Маса буханців коливалася в межах 318,4–355,7 г, а об'єм — 420,6–457,3 мл. Найкращі показники мав хліб із 100% пшеничного борошна, тоді як композитний хліб із рисом виявився найменш бажаним ($P<0,05$). Загальна кількість дріжджів після чотирьох днів становила $0,25 \times 10^{-3}$ КУО/мл у пшеничному хлібі, $0,40 \times 10^{-3}$ КУО/мл у пшенично-рисовому, $0,21 \times 10^{-3}$ КУО/мл у пшенично-банановому та $0,32 \times 10^{-3}$ КУО/мл у пшенично-касавовому. Дослідження терміну придатності при кімнатній температурі (26±1°C) протягом перших трьох днів показало відсутність мікробного росту. Хліб із додаванням борошна касави був прийнятним за органолептичними показниками та не відрізнявся від хліба з пшеничного борошна [13].

Досліджено фізико-хімічні властивості рисового, кукурудзяного, гречаного, нутового, амарантового та псинієвого борошна, що дозволило сформувати дев'ять рецептур безглютенового хліба. Аналіз амінокислотного складу та поживних характеристик показав найкращі результати у варіанті з кукурудзяним, гречаним та псинієвим борошном. Експериментальний процес випікання підтвердив ефективність рецептури у співвідношенні 40:40:20 (кукурудза : гречка : псинія), що забезпечило відповідність стандартам для безглютенових виробів, покращені споживні властивості та високі споживчі оцінки [14].

Запропоновано використання порошку, отриманого з побічних продуктів переробки плодів горобини звичайної, як функціональної добавки до хліба. Технологія його виробництва включала заморожування, осмотичне зневоднення, інфрачервоне сушіння та подрібнення. Хроматографічний аналіз показав наявність 17 амінокислот (7 незамінних) у кількості 7,43 г/100 г, з яких 1,84 г/100 г припадає на незамінні. Найвищу концентрацію мала глутамінова кислота (1,57 г/100 г), що забезпечує порошку властивості природного консерванта. Експериментальні результати засвідчили, що додавання 20% порошку подовжує

термін придатності хліба щонайменше удвічі, але погіршує його пористість та органолептичні властивості. Оптимальним виявилося дозування 10%, яке не спричиняло дефектів смаку чи форми. Використання цієї технології скорочує тривалість приготування хліба на 30 хвилин порівняно з класичним методом та на 120–150 хвилин порівняно з бісквітним. Термін зберігання готових виробів становить 15 днів [15].

На основі проведених досліджень було узагальнено науково обґрунтовані фізико-хімічні, біотехнологічні та органолептичні властивості сухих винних дріжджів, а також визначено ключові параметри якості рідкого напівфабрикату, отриманого на їх основі. Окремо були розроблені вимоги до властивостей тіста і хлібної продукції, виготовленої з додаванням винних дріжджів. Результати дослідження засвідчили, що пшеничний хліб із використанням 7 % сухих винних дріжджів (у розрахунку на масу борошна) значно перевершує контрольні зразки. Такий хліб вирізняється кращою активністю бродіння, вдосконаленими смако-ароматичними характеристиками, вищою вологоутримувальною здатністю та зменшеними технологічними втратами. При цьому його фізико-хімічні та органолептичні показники залишаються на належному рівні. Це доводить ефективність і перспективність застосування винних дріжджів як компонента спонтанного бродіння для виробництва високоякісної хлібної продукції [16].

Таким чином, сучасні дослідження у хлібопекарській галузі підтверджують перспективність використання функціональних інгредієнтів та альтернативних видів борошна для підвищення біологічної цінності, антиоксидантної активності й терміну зберігання хліба. Збагачення рецептур насінням, пророщеним зерном, овочевими пюре, ферментованими соками та побічними продуктами переробки плодів дозволяє отримати вироби з покращеними органолептичними властивостями, високим вмістом білків, мінералів і вітамінів, а також зниженою кількістю антинутрієнтів. Водночас оптимізація технологічних параметрів є критичною умовою, адже надмірне дозування добавок або вплив високих температур може погіршувати структуру м’якуша й знижувати якість готового продукту.

1.3. Різновиди пакувальних матеріалів для хліба

Пакувальні матеріали відіграють важливу роль у захисті хлібобулочних виробів від забруднень та пошкоджень, а також надають їм привабливого вигляду. Для фасування та пакування використовують такі матеріали, як пергамент, підпергамент, пергамін, парафіновий папір, етикетковий та обгортковий папір, целофан, поліетиленову плівку, комбіновані матеріали й коробковий картон [17].

Матеріали для пакування повинні відповідати високим стандартам: вони мають бути без сторонніх запахів, які можуть передаватися на продукцію, а також не допускати наявності пилу, шкідливих домішок, бактеріального забруднення та підвищеної вологості [18].

Папір і картон. У хлібопекарській промисловості використовують наступні категорії та групи паперу й картону:

- папір для обгортання, промислово-технічних потреб, апаратів, друку та письма;

- картон для тари (штампування та тиснення) і друкарських потреб.

Папір та картон виготовляють із сульфітної або сульфатної целюлози, білої чи бурої деревної маси, хімічних сумішей або макулатури. Їхня якість повинна відповідати чинним стандартам або технічним умовам.

Для пакування хлібобулочних виробів широко використовуються пакети з крафт-паперу, який є універсальним і зручним вибором для зберігання продуктів харчування. Популярність крафт-упаковки пояснюється її природним походженням, високою міцністю та невисокою вартістю. Крафт-папір, виготовлений із довговолокнистої сульфатної целюлози за методом сульфатного варіння, буває як коричневим, так і вибіленим (рис. 1.1) [19].

Пергамент — це водо- та жиро-непроникний папір, отриманий шляхом обробки некрейдованого паперу концентрованою сірчаною кислотою з подальшою нейтралізацією і промиванням. Його вологість має бути в межах 6–9%, структура — рівномірною й без виражених дефектів, таких як зморшки,

складки чи плями. Поверхня має бути гладкою й рівною, без розривів або отворів, видимих неозброєним оком. Пергамент випускається у вигляді листів, бобін або рулонів.

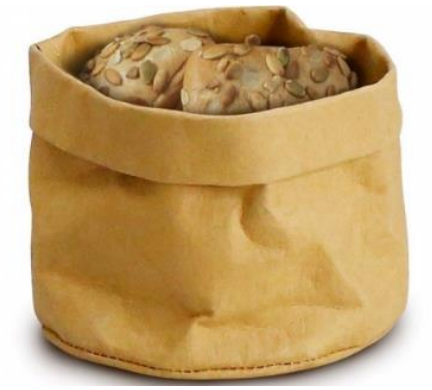

Рис. 1.1. Крафт-паперовий мішок для хліба

Зберігати його слід у закритих приміщеннях, захищених від атмосферних опадів і ґрунтової вологи. Умови зберігання повинні забезпечувати збереження його властивостей.

Підпергамент є щільним паперовим матеріалом, який характеризується водо- та жиронепроникністю. Він виготовляється без хімічної обробки кислотами, із застосуванням волокна спеціального помелу. У залежності від призначення та технічних показників, підпергамент поділяють на трьох марок: П, ПЖ та ЖВ (табл. 1.2).

Таблиця 1.2.

Характеристика основних марок підпергаменту

Марка	Призначення	Характеристики	Використання
П	Для продуктів з невисоким вмістом жиру	Стандартна жиронепроникність, достатня механічна міцність	Випічка, індивідуальна упаковка, прокладки при груповій упаковці
ПЖ	Для продуктів середньої жирності	Підвищена міцність, можливість кашування алюмінієвою фольгою	Випічка, індивідуальна та групова упаковка, автоматичні лінії
ЖВ	Для продуктів з високим вмістом жиру (масло, маргарин, жири)	Найвища жиронепроникність, придатний для кашування фольгою	Упаковка жирних продуктів, автоматичні лінії, основа для комбінованих матеріалів

Випускається підпергамент у формі рулонів, бобін і листів. Його вологість складає 6–9 %, і матеріал не має мати сторонніх запахів. Дефекти, такі як

хвилястість поверхні, складки, зморшки, смуги чи деформації крайок, не допускаються.

Полімерні плівки та комбіновані матеріали на їх основі є інноваційними пакувальними матеріалами, які широко застосовуються для фасування харчових продуктів у м'яку, напівжорстку та жорстку упаковку. Використання таких матеріалів сприяє подовженню термінів зберігання продуктів харчування, поліпшенню санітарно-гігієнічних умов у промисловості й торгівлі, мінімізації природних втрат продуктів і зменшенню витрат на пакувальні матеріали.

Вимоги до полімерних і комбінованих пакувальних матеріалів визначаються низкою факторів, включаючи вид продукту, умови та терміни його зберігання. До загальних вимог належать належні санітарно-гігієнічні властивості, технологічність, стійкість до впливу плісняви та мікроорганізмів, а також високі естетичні характеристики.

Різноманіття полімерних плівок і комбінованих матеріалів, що використовуються для упаковки харчових продуктів, зумовлено відмінними властивостями продуктів, їх призначенням та конструкцією упаковки. Найбільшого поширення для упаковки хлібобулочних виробів набули целофан, плівки із поліолефінів і полівінілхлориду.

Целофан є гідратцелюлозною плівкою, що містить близько 12 % гліцерину для забезпечення еластичності. Товщина целофану зазвичай становить 0,030–0,065 мм. Він вирізняється високою механічною міцністю, малою схильністю до розтягування, прозорістю, світлостійкістю, стійкістю до дії жирів і низькою газопроникністю у сухому стані. Плівка легко склеюється, добре забарвлюється та є придатною для нанесення друку. Проте недоліками целофану є неможливість термічного зварювання та висока гігроскопічність. Це призводить до того, що харчові продукти з високим рівнем вологості втрачають її під час зберігання в звичайному целофані, тоді як сухі продукти при підвищеній вологості повітря можуть поглинати вологу.

Плівка з поліетилену низької щільності має високу еластичність, стійкість до морозів (до −70 °С), а також високу хімічну стійкість до кислот, лугів і

багатьох органічних розчинників. Вона водонепроникна та забезпечує низьку паропроникність, а також легко піддається термозварюванню. Водночас недоліками такого матеріалу є недостатня механічна міцність, схильність до старіння, низька теплостійкість, значна газопроникність та непридатність для пакування продуктів із високим вмістом жиру через нездатність захистити їх від окиснення.

Цей вид плівки широко застосовується для упаковки продукції хлібопекарської промисловості.

Плівка з поліетилену високої щільності вирізняється підвищеною жорсткістю та міцністю на розтяг у порівнянні з тією, що виготовлена з матеріалу низької щільності. Вона також має меншу газопроникність і є стійкішою до впливу високих температур — до 110 °С.

Поліпропіленова плівка перевершує поліетиленову за показниками механічної міцності, газо- та паронепроникності. Її теплостійкість становить 135–140 °С, що дозволяє використовувати її для пакування хлібобулочних виробів, які перед споживанням можна розігрівати прямо в плівці. Проте її недоліками є слабка морозостійкість (близько −15 °С) та обмежена стійкість до старіння (рис. 1.2.).



Рис. 1.2. Пакети для хліба прозорі з перфорацією, поліпропіленові, 20 мкм

Плівка типу саран є сополімером полівінілхлориду вінілдіденом. Вона характеризується високою еластичністю, прозорістю, блиском, а також міцністю

на розрив і вигин. Цей матеріал є нетоксичним, не має запаху та демонструє чудові властивості водо- й ароматонепроникності.

Унікальні характеристики саранової плівки дозволяють використовувати її для пакування продуктів у вакуумі або в середовищі інертних газів, таких як азот або діоксид вуглецю. Завдяки цьому вона отримала широке застосування в харчовій промисловості.

Прозорі термозварювальні плівки ідеально підходять для пакування хлібобулочних виробів. Вони забезпечують високу прозорість, яскравий блиск і чудовий зовнішній вигляд продукції. Характеризуються високою еластичністю, стійкістю до розривів (що дозволяє використовувати плівки меншої товщини), а також відмінними діелектричними властивостями і бар'єрними характеристиками щодо паро- та газопроникності й різних запахів. Спеціальний шар сополімеру, нанесений методом коекструзії, гарантує легкість у термозварюванні. Є кілька видів таких плівок: прозорі, білі, перламутрові та металізовані.

Отже, система пакувальних матеріалів у хлібопекарській промисловості охоплює широкий спектр рішень — від традиційних паперових (пергамент, підпергамент, крафт-папір) до інноваційних полімерних та комбінованих плівок. Кожен матеріал має свої функціональні переваги: папір і картон забезпечують екологічність та доступність, пергамент і підпергамент — водо- та жиронепроникність, полімерні плівки — бар'єрні властивості, прозорість і можливість термозварювання [20,21].

Розділ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження виконано поетапно відповідно до складеного завдання до кваліфікаційної роботи.

На першому етапі здійснено аналіз науково-технічної літератури та патентної інформації, що стосується теми дослідження. Проведено узагальнення літературних даних та експериментальних напрацювань окремих як вітчизняних, так і закордонних авторів щодо проблематики збагачення хлібобулочних виробів. Результати аналізу науково-технічних та патентних джерел підтверджують актуальність, теоретичну й практичну значущість даної проблеми. Новий підхід полягає у обґрунтуванні використання насіння дині для створення харчової добавки та розробки технології виробництва хліба з її застосуванням.

На другому етапі проведено розробку та дослідження харчової добавки з цільнозмеленого насіння дині. Здійснено аналіз показників якості, безпечності і вмісту біологічно активних речовин у зазначеній харчовій добавці.

Третій етап дослідження був присвячений розробці рецептури і технологічних режимів виробництва хліба із застосуванням харчової добавки з цільнозмеленого насіння дині. На основі органолептичних досліджень визначена оптимальна дозування такої добавки для забезпечення бажаних властивостей готового продукту. Додатково оцінено якість, безпеку, харчову й енергетичну цінність кінцевого виробу.

На четвертому етапі було проведено дослідження мікробіологічної безпеки хліба «Динний».

2.1. Об'єкти дослідження

Об'єктами дослідження слугували харчова добавка, отримана з цільномеленого насіння дині (лат. (Cucumis melo L.) та хліб із цією ж добавкою. В якості контролю обрали пшеничний хліб, виготовлений на основі пшеничного борошна другого сорту, дріжджів, цукру, солі та рафінованої дезодорованої

соняшникової олії [22]. Експериментальний зразок відрізнявся від контрольного включенням до рецептури харчової добавки з цільномеленого насіння дині замість частини пшеничного борошна. Приготування тіста здійснювалося опарним способом за відповідною рецептурою, із дотриманням усіх технологічних режимів.

2.2. Методи дослідження

Для комплексної оцінки досліджуваного об’єкту застосовували сучасні загальноприйняті методи фізико-хімічного та органолептичного аналізу. Надійність отриманих результатів забезпечували використанням сучасного обладнання та аналітичних методик.

Органолептична оцінка якості хліба. Одним із завдань нашої роботи було визначення органолептичних показників хлібобулочних виробів. До таких показників відносять зовнішній вигляд, стан м'якушки, смак та запах (аромат). Зовнішній вигляд хліба аналізується візуально, звертаючи увагу на симетричність і правильність форми. Колір скоринки може варіюватися від блідого до темно-коричневого відтінку: золотисто-жовтого, світло-коричневого або коричневого. Стан скоринки визначається за її поверхнею, яка може бути гладкою, нерівною, горбкуватою, з пухирцями, тріщинами чи розривами. Тріщини вважаються розривами верхньої скоринки, а розриви – це відставання бокової скоринки від верхньої. Для оцінки стану м’якушки беруть до уваги її колір, еластичність і пористість. Хліб розрізають гострим ножем зверху вниз на дві рівні частини. Зазначають колір м’якушки – білий, сірий або темний – та його відтінки. Еластичність визначають шляхом легкого натискання одним або двома пальцями на зрізану поверхню: якщо після цього м’якушка відразу ж відновлює свою форму, еластичність вважають доброю; якщо спостерігається незначна залишкова деформація – середньою; значна деформація чи сплющування вказують на погану еластичність. Аналізуючи пористість, звертають увагу на розмір пор (дрібні, середні або великі), рівномірність їх розподілу і товщину стінок пор (тонкостінні, середньої товщини чи товстостінні). Аромат і смак хліба

визначаються під час дегустації. На смак хліб може бути нормальним, кислуватим, прісним чи гіркуватим. Іноді можуть бути присутні сторонні запахи, які впливають на смак. Слабкий або надто різко виражений аромат чи окремі складові смаку є ознаками неякісного хліба [23].

Органолептичні властивості дослідженого продукту були оцінені сенсорним методом за 30-бальною шкалою. Участь у дегустації брали викладачі та здобувачі кафедри харчових технологій ЛТЕУ. Учасникам пропонувалось заповнити анкети, у яких вони ставили відповідну оцінку кожному зразку виробу. Шкала оцінювання передбачала три рівні якості продукту: 30-25 балів – відмінна якість, 20-15 балів – добра, 10-5 балів – задовільна. Після проведення дегустації були статистично оброблені результати дегустаційних листів.

Масову частку вологості, кислотності у хлібі визначали за ДСТУ 7045:2009 «Вироби хлібобулочні. Методи визначання фізико-хімічних показників» [24], а пористість - методом Журавльова, користуючись формулою для пористості (П, %):

$$П = \frac{V - \frac{m}{\rho}}{V} \times 100,$$

де V – загальний об'єм виїмок хліба, см³;

m – маса виїмок, г;

ρ – щільність непористої маси м'якуша.

Формостійкість (Ф) визначали як відношення висоти до діаметра подового хліба, розраховуючи за формулою:

$$Ф = \frac{H}{D},$$

де H - найбільша висота хліба, мм;

D - середній діаметр, який обчислюється за формулою:

$$D = \frac{Dmax + Dmin}{2},$$

де Dmax - максимальний діаметр хліба, мм;

Dmin - мінімальний діаметр, мм.

Енергетичну цінність розробленого хлібобулочного виробу з харчовою добавкою з насіння дині визначали за хімічним складом, застосовуючи формулу:

$$ЕЦ = 4 \times X1 + 9 \times X2 + 4 \times X3 + 2 \times X4,$$

де ЕЦ – енергетична цінність добавки, ккал / 100 г (1 ккал відповідає 4,186 кДж);

X1 - масова частка білка, г / 100 г;

X2 - масова частка жиру, г / 100 г;

X3 - масова частка моно- і дисахаридів, г / 100 г;

X4 - масова частка харчових волокон, г / 100 г.

Визначення пліснявіння хліба. Методика визначення пліснявіння хліба передбачає застосування органолептичного методу – візуальне виявлення росту видимих колоній пліснявих грибів на поверхні виробів, упакованих у прозорі пакети. Для оцінювання пліснявіння проводили лабораторну випічку хліба за рецептурою та технологічними параметрами приготування досліджуваних виробів. Після випікання хліб охолоджували протягом 1,5-2 годин до температури 18-22 ºС, потім розміщували у прозорі поліетиленові пакети та залишали в термостаті при температурі (24±1) ºС. Зразки хліба перевіряли, не виймаючи з пакетів, на 3-ю, 4-ту, 5-ту, 6-ту і наступні доби до того моменту, поки на поверхні не з’являвся видимий ріст колоній плісняви. Час появи пліснявіння фіксувався з точністю до доби.

Визначення картопляної хвороби хліба. Випечені вироби, попередньо охолоджені до температури 18-22 ºС, загортали у добре зволожений водою газетний папір, вкладали у поліетиленовий пакет і залишали в термостаті за температури повітря 37-40 ºС. Наявність чи відсутність ознак картопляної хвороби визначали органолептично через 24, 48 і 72 години. До основних ознак захворювання належать специфічний запах, темні плями, липкість і ослизнення м’якуша [25].

Обробку результатів досліджень виконували за допомогою програм Excell, MatStat та Statistika із застосуванням статистичного методу обробки експериментальних даних. Розраховували середнє значення з п'яти-десяти

повторюваностей, середньоквадратичне відхилення та довірчий інтервал. У таблицях і графіках результати подані у вигляді середніх арифметичних значень.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНОЇ СИРОВИНИ

3.1. Підбір інноваційної сировини для виробництва хліба

Плоди дині (Cucumis melo L.) характеризуються стабільним зростанням обсягів виробництва та високою економічною значущістю, проте значна їх частка після переробки переходить у відходи. Зазвичай під час обробки та споживання неїстівні частини, такі як шкірка і насіння, викидаються. За статистичними даними щодо виробництва фруктів, обсяг насіння дині, що утворюється як побічний продукт переробної промисловості, оцінюється приблизно у 738 тис. тонн. Водночас насіння дині становить перспективне джерело поживних речовин та біологічно активних сполук. Воно є багатим на білок та олію, а в арабських країнах використовується безпосередньо для споживання у вигляді закусок після засолювання та обсмажування. У традиційній індійській кухні насіння сушать і додають до страв та десертів для надання смаку. Крім того, воно є джерелом природних антиоксидантів і може застосовуватися як харчовий інгредієнт для подовження терміну придатності продуктів. Олія з насіння дині широко використовується як кулінарна у країнах Африки та Близького Сходу. У цьому контексті дослідження біологічно активних компонентів олії насіння дині має важливе значення для оцінки потенціалу використання у виробництві нових видів хліба.

Лікувальні властивості насіння дині включають знеболювальну, протизапальну та антиоксидантну дії. Крім того, диня є важливим джерелом природних біологічно активних сполук завдяки своєму багатому хімічному складу та приємним смаковим властивостям.

Хімічний склад насіння дині

Насіння дині має овальну форму, гладку тверду поверхню жовтого кольору та біло-жовте внутрішнє ядро (рис. 3.1). Воно ціниться вмістом олії, білка та мінеральних речовин [26].

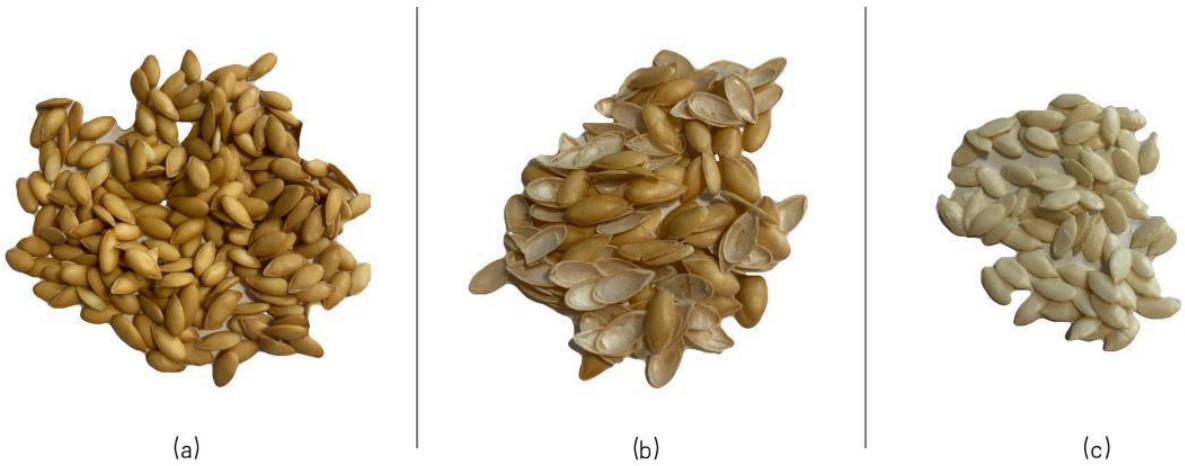

Рис. 3.1. Частини насіння дині (Cucumis melo L.):

(a) ціле насіння дині; (b) оболонка насіння дині; (c) ядро насіння дині.

Їхній склад наведено в таблиці 3.1 і залежить від багатьох факторів, включаючи сорт, регіон, клімат та умови вирощування [27].

Насіння дині характеризується наступним складом (в середньому): 4,5% вологи, 19,8% вуглеводів, 25% жиру, 25% білка, 2,4% золи й 23,3% сирої клітковини (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Хімічний склад насіння дині

Компонент	Вміст (% на суху речовину)
Вода	4,9-7,8
Білки	14,9 -39,8
Жири	25,0-51,4
Мінеральні речовини	2,8-4,8
Вуглеводи	5,9-30,0
Клітковина	19,0-34,1
Загальний вміст фенолів	12,46 мг/100 г
Антиоксиданти	34,71 мг/г

Жири

Вміст жирів в насінні дині коливається від 25% до 51,4% (табл. 3.2). Порівняно з іншими традиційними олійними культурами, такими як насіння соняшнику (приблизно 40%), арахіс (приблизно 50%) та соя (приблизно 15%), вміст жирів в насінні дині загалом подібний до насіння соняшнику та арахісу та вищий, ніж у сої. Через розширення ринків та зростання потреб у харчовому та нехарчовому застосуванні рослинних олій (наприклад, біодизель), розробка нових джерел олії була важливою для багатьох країн-імпортерів олійних культур. Порівняно з іншими новими джерелами, насіння дині містить більшу кількість олії, ніж насіння манго (7,0% мас./мас.), насіння полуниці (7,6% мас./мас.), виноградне насіння (9,7% мас./мас.) та кумкват (33,5% мас./мас.), що вказує на те, що насіння дині може бути використане як нове джерело харчової добавки.

Таблиця 3.2

Склад жирних кислот олії з насіння дині

Склад жирних кислот	Вміст, %
C13:0 (тридеканова кислота)	0-0,4
C14:0 (тетрадеканова кислота)	0-0,3
C16:0 (гексадеканова кислота)	7,1-23,9
C17:0 (гептадеканова кислота)	0-0,2
C18:0 (стеаринова кислота)	4,6-7,4
C20:0 (ейкозанова кислота)	0,2-0,3
C23:0 (трикозанова кислота)	0-0,2
C24:0 (тетракозанова кислота)	0-1,5
Насичені жирні кислоти	11,9-34,2
C15:1 (пентадеценова кислота)	0-0,3
C16:1 (9-гексадеценова кислота)	0-0,2
C18:1 (олеїнова кислота)	12,1-34,0
C20:1 (ейкозенова кислота)	0-0,2
C22:1 (ерукова кислота)	0-0,4

Мононенасичені жирні кислоти	12,1-35,1
C18:2 (лінолева кислота)	50,7-69,0
C18:3 (ліноленова кислота)	0,2-0,9
Поліненасичені жирні кислоти	50,9-69,9

Склад жирних кислот олії з насіння дині

Склад жирних кислот олії з насіння дині (табл. 3.2) характеризується переважанням лінолевої кислоти (50,7–69,0%), за якою слідують олеїнова (12,1–34,0%), пальмітинова (7,1–23,9%) та стеаринова кислота (4,6–7,4%). Вміст лінолевої кислоти є співставним із показниками для олії з насіння яблук (58,9%), соняшникової (62,2%), соєвої (53,2%) та олії з виноградних кісточок (74,7%). Лінолева кислота відома як фактор, що обернено корелює з ризиком серцево-судинних захворювань. У насінні дині також виявлено кон'югована ліноленову кислоту (CLnA) у кількості 1,97–2,16 мг/г, що нижче, ніж у кісточках вишні (12,79 мг/г), але вище порівняно з насінням яблук (0,38 мг/г) та груш (0,05 мг/г). CLnA є позиційним та геометричним ізомером ліноленової кислоти (C18:3), якому приписують потенційно позитивний вплив на серцево-судинну систему.

Стерини та токофероли в олії насіння дині

Стерини мають подібну хімічну структуру та біологічні властивості до холестерину та пов'язані зі зниженням рівня холестерину ЛПНЩ.

Загальний вміст стеролів вищий, ніж у деяких звичайних оліях, таких як соняшникова (192 мг/100 г олії), гарбузова (91,3 мг/100 г олії) та соєва (164,9 мг/100 г олії), але нижчий, ніж у олії виноградних кісточок (300,5 мг/100 г олії) та томатній (169,8 мг/100 г олії). Основним компонентом є β-ситостерол (50% - 64%), Δ5-аванастерол (19,7% - 42,7%) та стигмастерол (2,7% - 4,8%).

Токофероли, основні форми вітаміну Е, належать до природних ліпідорозчинних антиоксидантів і представлені гомологами α, β, γ та δ (табл. 3.3). У складі олії з насіння дині домінує γ-токоферол, який вирізняється високою

антиоксидантною активністю, здатністю пригнічувати процеси окиснення та підвищувати окислювальну стабільність шляхом нейтралізації пероксирадикалів. Порівняльні дослідження окислювальної стабільності різних олій з насіння за умов нагрівання показали, що олія з насіння дині є більш стійкою, ніж кавунова, що пояснюється вищим вмістом токоферолів (125 мг/кг проти 111 мг/кг відповідно).

Таблиця 3.3

Вміст токоферолів олії з насіння дині

Склад токоферолів	Вміст, %
а-токоферол	1,2-20,5
β-токоферол	0-2,7
γ-токоферол	25,0-63,3
δ-токоферол	0-1,9
Загальний вміст токоферолів	26,2-88,4

Білки

Вміст білка в насінні дині коливається від 14,9% до 39,8% і є порівнянним із вмістом білка в інших високоолійних насіннях, таких як лляне насіння (20,3%), ріпакове насіння (19%), кунжутове насіння (15,7%), насіння соняшника (24,2%). Основними фракціями білка є глутелін (38,7% білка), альбумін (34,5% білка) та глобулін (24,1% білка), тоді як проламін зазвичай присутній у незначній кількості (2,8% білка). Що стосується амінокислотного профілю білка насіння дині, основними амінокислотами є глутамінова кислота (17,5% - 20% білка), аргінін (13,4% - 17% білка), лейцин (7,4% - 7,5% білка) та аспартам (9,0% - 10% білка), тоді як лізин (2,8% - 3,5% білка) та метіонін (0,8% - 2,2% білка) присутні в низьких концентраціях. Білок насіння дині містить всі 10 незамінних амінокислот, але обмежений у цистеїні (незамінній амінокислоті) [28].

Харчові волокна

Харчові волокна відіграють важливу роль у підтримці здоров'я кишківника людини, а також можуть сприяти підвищенню відчуття насиченості, що допомагає зменшити кількість споживаної їжі. Вміст харчових волокон у насінні дині варіює від 19% до 34%. Крім того, харчові волокна поділяються на розчинні (РХВ), такі як пектин, олігосахариди та розчинна геміцелюлоза, і нерозчинні (НХВ), наприклад, целюлоза, нерозчинна геміцелюлоза та лігнін. Дослідження вказують, що основну частину харчових волокон у насінні дині складають нерозчинні волокна. Проте детальна інформація про склад вуглеводів у насінні дині досі залишається обмеженою; необхідні додаткові дослідження для створення більш комплексного розуміння харчового профілю вуглеводів насіння дині, їхнього впливу на здоров'я та потенційних переваг для організму людини.

Мінеральні речовини

Мінеральний склад насіння дині наведено в таблиці 3.4, серед яких найбільш значущими є калій, магній, кальцій та натрій.

Таблиця 3.4

Мінеральний склад насіння дині

Компонент	Вміст (мг/100 г сухої маси)
Калій	509,8-1148,8
Магній	101,7-1062,2
Кальцій	55,4-506,1
Натрій	41,2-336,5
Залізо	2,7-23,1
Цинк	2,3-9,4
Мідь	0,8-64,9

Особливо варто відзначити, що вміст калію в насінні дині може досягати 1148 мг на 100 г. Відповідно до нових рекомендацій ВООЗ щодо дієтичного калію, до продуктів, багатих на калій, належать боби та горох (~1300 мг/100 г), горіхи (~600 мг/100 г), шпинат (~550 мг/100 г) та банани (~350 мг/100 г). У

порівнянні з цими продуктами можна зробити висновок, що насіння дині має високий вміст калію і може розглядатися як нове джерело цього важливого мікроелемента. Надмірне споживання натрію є серйозною проблемою громадського здоров’я як у розвинених, так і в країнах, що розвиваються, і асоціюється з підвищеним ризиком розвитку гіпертонії та серцево-судинних захворювань. ВООЗ рекомендує збільшити споживання калію та зменшити споживання натрію для зниження ризику серцевих хвороб. Крім того, насіння дині також може вважатися джерелом кальцію (506 мг/100 г), що перевищує його кількість у таких продуктах, як нежирний йогурт (189 мг/100 г), тофу (183 мг/100 г) та незбиране молоко (116 мг/100 г).

Поліфеноли

Поліфеноли містяться в різноманітних рослинних джерелах, і завдяки своїй антиоксидантній активності вони можуть позитивно впливати на здоров'я людини, виконуючи протизапальну роль та забезпечуючи захист від хронічних захворювань.

Гідроксикоричні кислоти (кавова, синапова, ρ-кумарова та ферулова кислоти) є продуктами фенілпропаноїдного шляху, важливими завдяки їхній низькомолекулярній вазі. Зазвичай вони зв'язані з полісахаридами клітинної стінки, переважно з лігніном і геміцелюлозою. Фенольні кислоти, як і флавоноїди, широко поширені у природі та відіграють роль у захисних функціях рослин, а також надають овочам характерного аромату. Полісахариди клітинної стінки, зокрема лігнін і геміцелюлоза, взаємодіють із флавоноїдами.

Загальний вміст фенолів та антиоксидантна здатність насіння дині варіюються в межах 22,9–111,7 мг ГЕК (еквівалент галової кислоти) на 100 г, що близьке до показників для картоплі (92 мг ГЕК/100 г) і насіння рамбутана (120 мг ГЕК/100 г). Це свідчить про те, що насіння дині може розглядатися як відносно добре джерело антиоксидантів. Фенольний профіль екстрактів насіння дині та показали, що їхня антиоксидантна дія може бути пов'язана з наявністю різноманітних фенольних сполук, включаючи галову кислоту (4,2–6,7 мг/100 г), кавову кислоту (66,0 мг/100 г), ванілінову кислоту (1,6–3,9 мг/100 г), катехін (4,3

мг/100 г), елагову кислоту (6,5 мг/100 г), ресвератрол (2,9 мг/100 г) та 4-гідроксибензойну кислоту (3,3 мг/100 г) (рис. 3.2.).

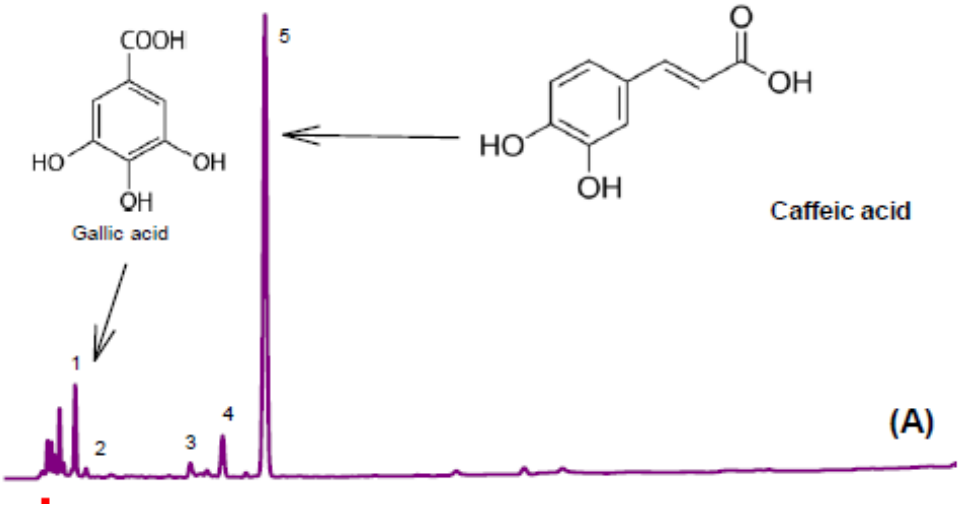

Рис. 3.2. Хроматограми вмісту кавової та елагової кислот у насінні дині

Отже, насіння дині має значний потенціал як джерело функціональних харчових компонентів (білків, жирів, поліфенолів, мінеральних речовин та харчових волокон). Дослідження щодо раціонального використання насіння дині повинні бути спрямовані на максимізацію їхнього застосування та перетворення у продукти з доданою вартістю, які можуть знайти застосування у харчовій промисловості, що сприятиме зменшенню відходів і підтримці сталого розвитку. У контексті застосування насіння дині у харчовій галузі основним обмеженням є їх якість та органолептичні властивості. Тому оптимізація внутрішніх якісних параметрів, що впливають на можливість включення насіння дині або його компонентів у харчові продукти, є важливим напрямком для подальших досліджень [29-32].

3.2. Комплексне дослідження якості та складу інноваційної харчової добавки

Хліб залишається одним із найпопулярніших основних продуктів харчування у багатьох країнах світу, причому пшеничне борошно вищих гатунків традиційно використовується у більшості рецептур білого хліба. Такий склад, зокрема через низький вміст клітковини, зумовлює високий глікемічний індекс (ГІ) білого хліба, що асоціюється з ризиками для здоров'я, включаючи розвиток діабету та ожиріння [33].

З огляду на зростання обізнаності споживачів щодо здорового харчування, дедалі більшої популярності набувають продукти з підвищеною поживною цінністю. Ця тенденція простежується й на ринку хлібобулочних виробів, де особливу увагу привертають продукти, що містять інгредієнти з доведеним позитивним впливом на здоров'я.

У 2025році світове виробництво дині (Cucumis melo L.) перевищило 30 млн тонн [34]. Насіння дині, що становить до 10% від маси плоду, є побічним продуктом ланцюга постачання та має значний харчовий потенціал. Попередньо представлені дані засвідчили, що воно є цінним джерелом білка (22–39%), ліпідів (30–45%), клітковини (19–34%) та мінеральних речовин, зокрема калію.

Попередні дослідження засвідчили, що овочеві відходи мають значний потенціал для повторного використання як функціональні інгредієнти з метою підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів. З позицій сталого розвитку їх повторне залучення у харчовий ланцюг сприяє більш ефективному використанню ресурсів та скороченню обсягів відходів, що є важливим чинником переходу до стійкіших моделей виробництва та споживання.

В якості харчової добавки для введення у склад хлібу була використана харчова добавка, отримана з насіння дині за технологією, що включає миття насіння, їх сушіння та подрібнення.

На рис. 3.3. наведено структурну схему виробництва харчової добавки з

насіння дині, а на рис 3.4. – фотозображення насіння дині та отриманої з них харчової добавки.

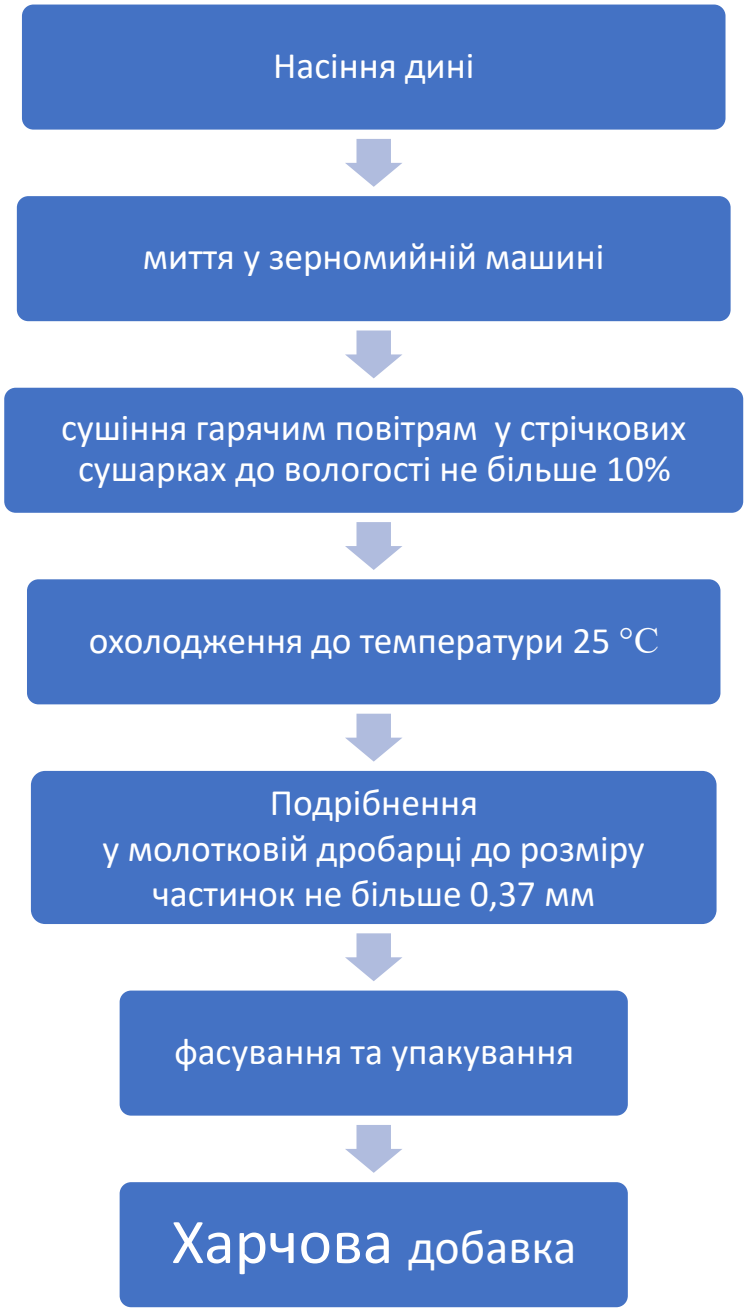

Рис. 3.3. Структурна схема виробництва харчової добавки з насіння дині



А В

Рис. 3.4. Фотозображення насіння дині (А) та харчової добавки (В)

Органолептичні показники харчової добавки з насіння дині представлені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Органолептичні показники харчової добавки з насіння дині

Назва показника	Характеристика попоказника
Зовнішній вигляд	Подрібнений сипкий продукт без сторонніх та великих включень
Колір	Сірий з кремовим відтінком
Запах	Властивий запаху дині, злегка горіховий. Без стороннього запаху

Фізико-хімічні показники харчової добавки з насіння дині представлені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Фізико-хімічні показники харчової добавки з насіння дині

Назва показника	Характеристика показника
Масова частка вологи, %	7,9
Масова частка олії, %	35,2

Продовження табл. 3.6

Кислотне число олії, яка виділена з харчової добавки, мг КОН/г	1,7
Розмір частинок, мм	0,37
Масова частка металодомішок мг/кг	Не виявлені
Сміттєва домішка	Не виявлені
Олійна домішка	Не виявлені
Сторонні домішки	Не виявлені

Мікробіологічні та гігієнічні показники безпеки харчової добавки з насіння дині представлені у таблицях 3.7 та 3.8.

З даних таблиць 3.7 та 3.8 видно, що вміст плісені, КМАФАнМ, токсичних елементів, пестицидів, мікотоксинів у харчовій добавці не перевищує допустимі рівні, встановлені Українським законодавством, що узгоджуються з Регламентом (ЄС) № 178/2002 (Загальний харчовий закон) та Регламентом (ЄС) 2023/915, який встановлює максимальні рівні контамінантів у харчових продуктах.

Таблиця 3.7

Мікробіологічні показники безпеки харчової добавки з насіння дині

Назва показника	Значення показника	Вимоги НД
Загальна кількість мезофільних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАМ), КУО/г	$1 \cdot 10^3$	не більше $5 \cdot 10^4$
Кількість пліснявих грибів, КУО/г	не виявлено	Не більше 50
Бактерії групи кишкової палички (коліформи) до маси продукту 0,1г	відсутні	не допускаються

Продовження табл. 3.7

Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду Salmonella, у масі продукту 25 г	відсутні	не допускаються

Таблиця 3.8

Гігієнічні показники безпеки харчової добавки з насіння дині

Назва показника	Значення показника	Вимоги НД
Масова частка токсичних елементів, мг/кг:		
свинець	0,03	1,0
миш'як	0,02	0,3
кадмій	0,01	0,2
ртуть	0,001	0,05
Масова частка пестицидів, мг/кг		
ГХЦГ(сума ізомерів)	0,02	0,5
ДДТ	0,05	0,15
Діоксини, мг/кг	відсутні	не допускаються
Мікотоксини, мг/кг:		
афлотоксин В1	0,001	0,005
Шкідливі домішки: забрудненість та зараженість шкідниками хлібних запасів (комахи, кліщі)	відсутні	не допускаються

У таблиці 3.9 представлений склад харчових та біологічно активних речовин, які містяться в харчовій добавці з насіння дині.

Таблиця 3.9

Склад харчових та біологічно активних речовин, які містяться в харчовій добавці з насіння дині

Назва харчової та біологічно активної речовини	Вміст харчової та біологічноактивної речовини в 100 г добавки
Жири, г	35,0
Білки, г	16,5
Моно- та дисахариди, г	3,2

Харчові волокна, г	30,0
Мінеральні речовини, г	4,5
Макроелементи, мг:	
калій	680,0
кальцій	80,5
магній	350,3
фосфор	640,0
Мікроелементи:	
залізо, мг	6,5
Вітаміни, мг:	
B_1	1,18
B_2	0,45
B_5	4,0
PP	2,3
E	1,2
Енергетична цінність, ккал	507,0

Як видно з даних таблиці 3.9, харчова добавка з насіння дині характеризується підвищеною харчовою цінністю, відрізняється високим вмістом жиру (в середньому 35, %), білка (в середньому 16,5%) та цілого ряду макро- та мікронутрієнтів.

Макро- та мікроелементи, а також вітаміни, що містяться в харчовій добавці з цільнозмеленого насіння дині – це незамінні елементи здорового харчування.

Фосфор відіграє важливу роль у підтримці розумової та м'язової діяльності організму. Разом із кальцієм він зміцнює зуби та кістки, беручи участь у формуванні кісткової тканини. Крім цього, фосфор залучений до обміну білків, жирів і вуглеводів, а також до синтезу білків, оскільки входить до складу РНК і ДНК.

Калій суттєво впливає на покращення надходження кисню до мозку, сприяє виведенню шлаків з організму, має імуномодулюючі властивості та допомагає знижувати артеріальний тиск.

Магній знижує рівень шкідливого холестерину в крові та тканинах,

запобігає утворенню каменів у нирках, нормалізує функції нервової системи, знижуючи її збудливість. Він також забезпечує правильну роботу м'язів, регулюючи нервово-м'язову збудливість, зокрема скоротливу функцію міокарда.

Харчова добавка на основі насіння дині є додатковим джерелом вітамінів групи В, РР та Е.

Широкий спектр біологічно активних речовин, які містяться в насінні дині, відіграє важливу роль у профілактиці та лікуванні серцево-судинних захворювань і їх ускладнень. Аналіз хімічного складу харчової добавки з насіння дині дозволяє дійти висновку, що її впровадження може бути перспективним напрямом у виробництві хлібобулочних виробів.

3.3. Розробка рецептури та технологічних режимів виробництва хліба з використанням інноваційної сировини

Для визначення оптимального дозування харчової добавки з насіння дині у рецептурі хліба було проведено органолептичний аналіз контрольного та експериментальних зразків продукції. В якості контролю використовувалась рецептура хліба із пшеничного борошна другого ґатунку, де частину пшеничного борошна замінювали на харчову добавку з насіння дині у кількостях 5, 10, 15 і 20 %.

Приготування тіста здійснювалося опарним методом (на основі звичайної опари), причому харчову добавку додавали на етапі замішування тіста. Оцінювання якості отриманих хлібобулочних виробів із додаванням з насіння дині проводилось органолептичним методом за 30-бальною шкалою. Результати оцінок якості наведені в таблиці 3.10.

З аналізу представлених даних встановлено, що контрольний зразок, а також експериментальні варіанти хліба зі вмістом харчової добавки в кількості 5, 10 і 15 % (на заміну пшеничному борошну) за органолептичними показниками можна віднести до продукції відмінної якості (загальна кількість балів становила

від 25 до 30). Водночас експериментальний зразок із додаванням 20 % харчової добавки був оцінений як продукція задовільної якості (загальна кількість балів — менше 20).

Таблиця 3.10

Вплив дози харчової добавки на основі насіння дині на органолептичні показники хліба

Назва показника (коефіцієнт його значимості)	Значення показника для зразка хліба, бали				
	контроль	із заміною пшеничного борошна харчовою добавкою з насіння дині у кількості, %			
		5	10	15	20
Форма (к = 3,0)	8,0	7,7	7,5	6,3	5,0
Поверхня (к = 1,5)	4,3	4,3	4,2	3,8	3,3
Стан м’якушки (к = 2,0)	5,7	5,6	5,5	5,2	4,4
Запах (к = 1,0)	2,9	2,7	2,6	2,5	2,0
Смак (к = 2,5)	7,5	7,5	7,5	7,3	5,0
Сума балів	28,4	27,8	27,3	25,1	19,7

Слід зазначити, що серед експериментальних зразків найвищу оцінку отримав хліб із додаванням 5 % харчової добавки. Однак, з огляду на необхідність збагачення хліба корисними харчовими інгредієнтами, у подальших дослідженнях було вирішено використовувати харчову добавку з насіння дині в кількостях 10 та 15 % на заміну частини пшеничного борошна.

На підставі проведених досліджень розроблено рецептуру та визначено технологічні режими виробництва хліба з харчовою добавкою з насіння дині під комерційною назвою «Динний».

Рецептура хліба з харчовою добавкою з насіння дині представлена у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Рецептура хліба «Динний»

Назва сировини	Кількість сировини, кг	
	контрольна	хліб «Динний»
Борошно пшеничне другого сорту	100	90,0
Харчова добавка з насіння дині	-	10,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,0	1,0
Цукор	2,2	2,2
Сіль харчова	1,5	1,5
Олія соняшникова рафінована дезодорована	2,0	2,0
Разом	106,7	106,7

Технологічні режими виробництва розробленого хліба з харчовою добавкою з насіння дині представлені у таблиці 3.12.

Таблиця 3.12

Технологічні режими виробництва хліба «Динний»

Технологічна стадія та режими	Значення технологічного режиму	
	традиційні	хліб «Динний»
Приготування опари:		
- температура, ^{0}C	30	30
- тривалість бродіння, хв	210	210
Приготування тіста:		
- температура, ^{0}C	30	30
- тривалість бродіння, хв	70	90
Розстоювання тістових заготовок:		
- тривалість, хв	40	40
- температура, ^{0}C	36	36

-відносна вологість повітря, %	78	78
Випікання: - тривалість, хв - температура, ^{0}C	 25 220	 25 220

Таким чином, були уточнені режими виробництва хліба з використанням харчової добавки на основі насіння дині, які передбачають приготування тіста опарним способом на традиційній опарі. У процесі приготування опари частину борошна змішують із водою та дріжджами, ретельно перемішуючи до отримання однорідної рідкої консистенції при температурі 30 °С, після чого залишають суміш для бродіння на 210 хвилин. На основі готової опари готують тісто, додаючи до неї решту борошна, воду, сіль, цукор, рафіновану дезодоровану олію та харчову добавку з насіння дині. Тісто замішують при температурі 30 °С і залишають для бродіння на 90 хвилин. На наступному етапі здійснюється поділ тіста на заготовки масою 580 г і їх формування. Сформовані заготовки розстоюють у спеціальній камері протягом 40 хвилин за температури 36 °С та відносної вологості повітря 78 %. Випікання хліба відбувається протягом 25 хвилин за температури 220 °С.

Структурна схема технологічного процесу виробництва хліба з використанням харчової добавки з насіння дині представлена на рис. 3.5.

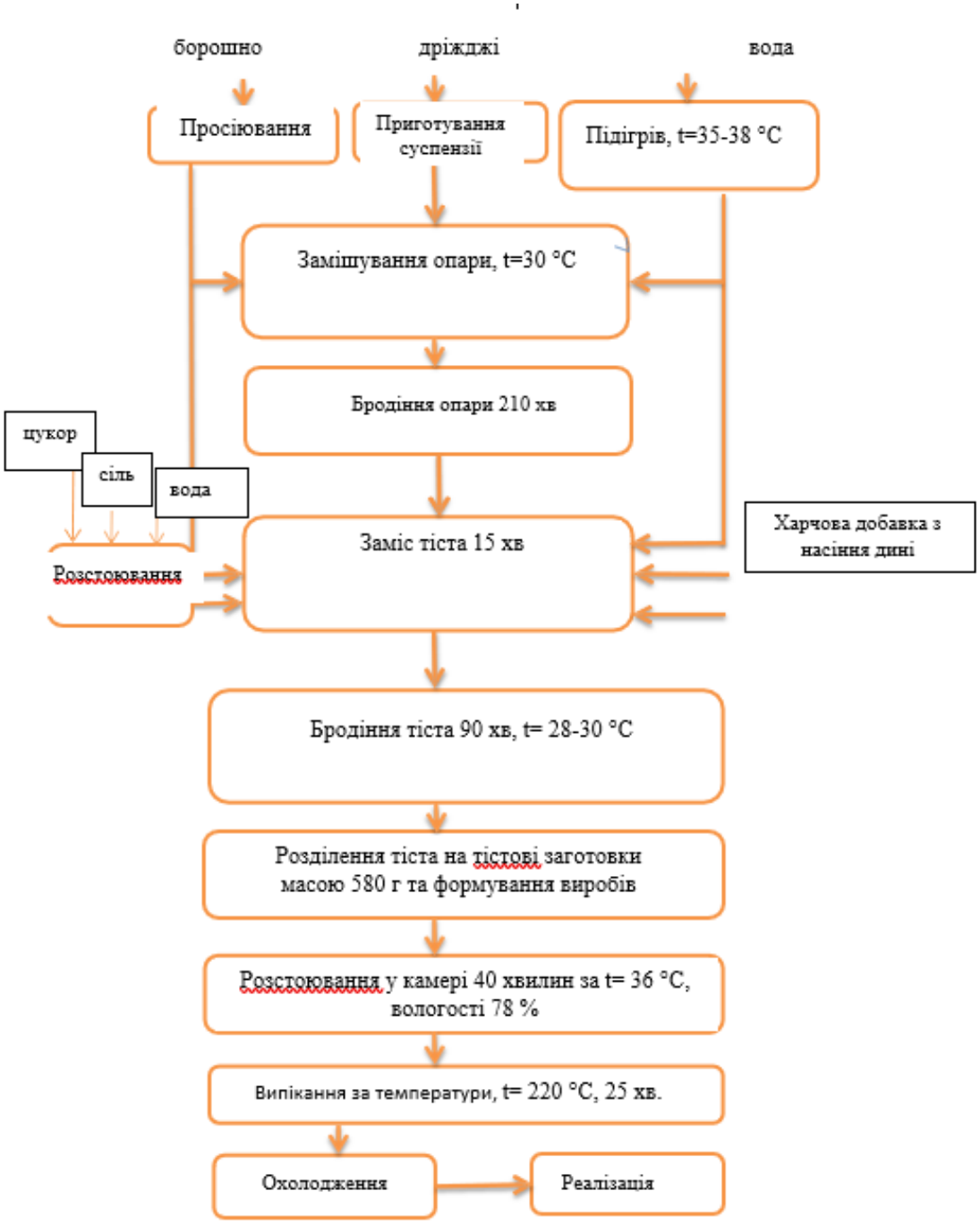

Рис. 3.5. Структурна схема виробництва хліба «Динний»

Проведені дослідження підтвердили доцільність використання харчової добавки з насіння дині у виробництві хліба. Органолептичний аналіз показав, що оптимальними дозами добавки є 10–15 %, які забезпечують високу якість продукції та збагачують її біологічно активними речовинами. Розроблена рецептура хліба «Динний» передбачає заміну частини пшеничного борошна на добавку з насіння дині, що дозволяє отримати продукт із покращеними

харчовими властивостями без втрати традиційних смакових характеристик. Технологічні режими виробництва були уточнені та адаптовані до нової рецептури, зберігаючи традиційний опарний спосіб приготування тіста. Таким чином, хліб «Динний» є інноваційним продуктом, який поєднує високу якість, користь для здоров’я та перспективність для комерційного виробництва.

3.4. Оцінка споживчих властивостей хліба «Динний»

Розробку хліба «Динний» проводили з урахуванням вимог до якості за органолептичними (зовнішній вигляд: колір, форма, поверхня; стан м'якушки: пористість, структура м'якушки; смак і запах) та фізико-хімічними показниками (вологість, кислотність, пористість тощо).

У таблиці 3.13 представлені показники якості контрольного та експериментального зразків хлібу «Динний» з харчовою добавкою із насіння дині (10 %).

Таблиця 3.13

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості хліба

Назва показника	Характеристика та значення показника для хліба	
	контроль	Хліб «Динний»
Форма	Округла, без вм'ятин, з опуклою верхньою поверхнею	
Поверхня	Гладка, без тріщин та розривів, з надрізами	
Колір	Світло-жовтий, рівномірний по всьому об'єму	Світло-жовтий, рівномірний по всьому об'єму з видимими вкрапленнями світло-коричневого кольору.
Стан м’якушки: - пропеченість	Пропечений, не вологий на дотик, еластичний, після легкого натискання пальцями м'якуш набуває початкової форми	
- проміс	Без грудочок та слідів непромісу	

- пористість	Розвинена, дрібна, рівномірна, без порожнин та ущільнень	
Смак і запах	Добре виражений смак та аромат, властиві даному виду виробів, без стороннього смаку та запаху	Добре виражений смак та аромат, властиві даному виду виробів, з приємним присмаком та ароматом харчової добавки з насіння дині (динно-горіховий), без стороннього смаку та запаху
Масова частка вологи, %	43,5 /не більше 48*	43,0/не більше 48*
Кислотність, град	2,3/ не більше 5*	2,4/не більше 5*
Пористість, %	66,0/ не менше 63*	65,0/не менше 63*
Формостійкість, H/D	0,5	0,6

*Вимоги ДСТУ 7517:2024 «Хліб із пшеничного борошна»

Хліб вироблений за розробленою рецептурою та уточненими технологічними режимами, за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідає вимогам ДСТУ 7517:2024. Експериментальний зразок хліба «Динний» мав гладку, без тріщин поверхню, рівномірну пористість і світло-жовтий колір, властивий даному виду виробів смак і запах з приємним тонким присмаком і ароматом добавки, що вноситься. Відзначено незначну зміну фізико-хімічних показників експериментального зразка порівняно з контрольним зразком.

Розроблений продукт має подову форму, маса готового виробу 500 г (рис. 3.6- 3.7).



Рис. 3.6. Зовнішній вигляд хліба:

А – контрольний зразок,

В – експериментальний зразок – хліб «Динний» (з додаванням харчової добавки з насіння дині)

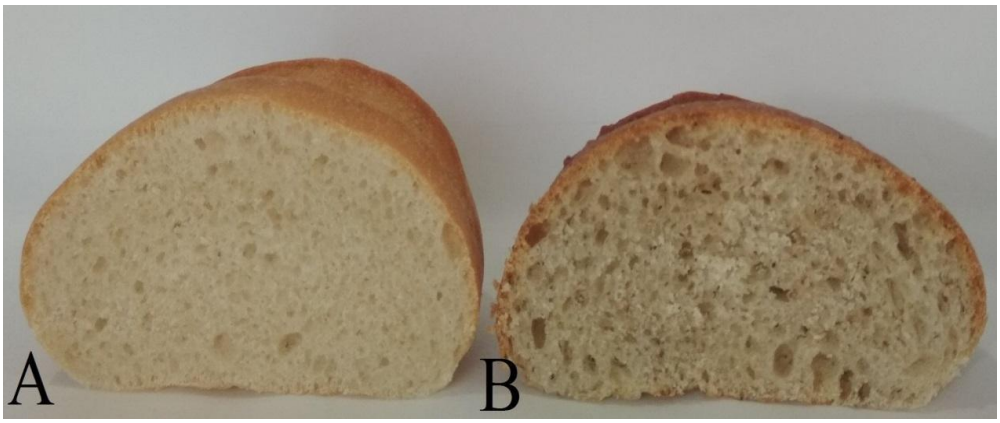

Рис. 3.7. Вид хліба на розрізі:

А – контрольний зразок,

В – експериментальний зразок – хліб «Динний» (з додаванням харчової добавки з насіння дині)

Відповідність розробленого хлібобулочного виробу вимогам безпечності оцінювалася згідно із Законом України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» та чинними гігієнічними нормативами МОЗ (Наказ МОЗ № 368 від 13.05.2013 (зі змінами 2020 та 2023 рр.) — «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах»; Наказ МОЗ № 625 від 04.04.2023 — «Про затвердження порядку встановлення максимально допустимих рівнів залишків пестицидів у/на

харчових продуктах і кормах»).

Показники безпеки хліба «Динний» з харчовою добавкою з насіння дині (10 %) представлені у таблиці 3.14.

Таблиця 3.14

Показники безпеки хліба «Динний»

Назва показника	Значення показника	Максимально допустимий рівень (МДР)
Масова частка токсичних елементів, мг/кг:		
свинець	0,04	0,3
миш'як	0,03	0,1
ртуть	0,00002	0,05
кадмій	0,03	0,1
Масова частка пестицидів, мг/кг:		
ДДТ	0,005	0,05
ГХЦГ	0,009	0,01
Мікотоксини, мг/кг:		
афлотоксин В1	не виявлений	0,005
дезоксиніваленол	не виявлений	0,75

З даних, наведених у таблиці 3.14, видно, що за показниками безпеки розроблений хліб «Динний» відповідає вимогам Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів».

Харчова цінність - це сукупність властивостей харчових продуктів, які задовольняють фізіологічні потреби людини в енергії та основних поживних речовинах. Вона визначається хімічним складом продукту, беручи до уваги його споживання у встановлених нормах. Рецептура нового хліба «Динний» наведені в таблиці 3.11. Під час виконання роботи було прораховано вміст основних поживних речовин у 100 г розробленого зразка відповідно до методики, описаної у розділі 2.

Дані харчової та енергетичної цінності контролю та розробленого зразку хліба «Динний» та рівень задоволення добової потреби у нутрієнтах при їх

споживанні наведено у таблиці 3.15.

Таблиця 3.15

Харчова та енергетична цінність хліба «Динний» та ступінь задоволення добової потреби у нутрієнтах

Назва харчових та біологічно активних речовин	Вміст харчових та біологічно активних речовин				Добова потреба, г (мг)
	контроль		хліб «Динний»		
	вміст у 100 г	задоволення добової потреби, %	вміст у 100 г	задоволення добової потреби, %	
Білки, г	6,9	9,6	7,4	10,3	72
Жир, г	1,5	1,8	2,7	3,3	83
Моно- та дисахариди, г	44,1	12,1	43,1	11,8	366
Харчові волокна, г	2,2	11,0	3,4	17,0	20
ПНЖК, г	0,2	1,2	1,2	7,2	16-17
Макро- та мікроелементи, мг: калій	76,1	3,0	97,7	3,9	2500
кальцій	11,2	1,1	13,8	1,5	1000
магній	10,1	2,5	20,6	5,15	400
фосфор	53,5	6,7	74,8	9,5	800
залізо	0,75	7,5	0,9	9,0	10
Вітаміни, мг: B_1	0,10	6,7	0,13	8,7	1,5
B_2	0,11	6,1	0,12	6,7	1,8
B_5	0,20	4,0	0,41	8,2	5
PP	1,9	9,5	1,96	9,8	20
E	0,9	6,0	0,94	6,3	15
Енергетична цінність, ккал / кДж	221,9/ 928,4	9,5	233,1/ 975,3	9,9	2500/ 10467

Встановлено, що хліб, приготований з використанням харчової добавки з насіння дині, за складом харчових та біологічно активних речовин перевершує контрольний зразок, насамперед, за вмістом поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, вітамінів, макро- та мікроелементів. При цьому енергетична цінність розробленого хліба, порівняно з контролем, підвищилася загалом на 5 %.

Розрахунок хімічного складу хліба «Динний» показав, що за рахунок використання природних харчових компонентів (добавки з цільнозмеленого насіння дині) підвищується вміст білків на 7,2%, а ПНЖК (поліненасичених жирних кислот – у 6 разів порівняно з контролем.

Значне збільшення вмісту мінеральних речовин у хлібі «Динний» калію на 28,3 %, магнію – майже у 2 рази також обумовлено внесенням такої цінної добавки.

Варто зазначити, що при споживанні 100 г розробленого хліба «Динний» рівень задоволення добової потреби у харчових волокнах становитиме 17% від рекомендованого, що дозволяє віднести виріб до групи збагачених продуктів.

Таким чином, в ході проведених досліджень складу харчових та біологічно активних речовин, показників якості та безпеки харчової добавки з цільнозмеленого насіння дині показана можливість її застосування в рецептурі хліба з метою покращення якості та підвищення харчової цінності за рахунок збільшення у готовому виробі вмісту білка, харчових волокон та поліненасичених жирних кислот.

3.5. Дослідження мікробіологічної безпеки хліба «Динний»

Однією з головних проблем у хлібопеченні є надходження на підприємства значної кількості пшеничного борошна, зараженого спорами пліснявих грибів і бактеріями картопляної палички, які спричиняють пліснявіння та розвиток картопляної хвороби у хлібі [35].

Хліб як продукт щоденного споживання повинен відповідати вимогам харчової безпеки. Усі харчові продукти мають задовольняти норми безпечності, визначені Законом України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» (2017, зі змінами) [36].

Картопляну хворобу хліба викликають штами спороутворюючих бактерій видів Bacillus subtilis (сінна паличка) і Bacillus mesentericus (картопляна паличка), які характеризуються високою протеолітичною та амілолітичною активністю [37]. Бактерії Bacillus subtilis здатні відновлювати нітрати до нітритів та активно гідролізувати крохмаль із утворенням декстринів, що призводить до утворення липкого і тягучого м'якуша. Протеолітичні ферменти цих бактерій знищують білки, утворюючи сполуки, які надають хлібу специфічного різкого запаху. Хоча вегетативні клітини Bacillus subtilis знищуються за температури 75–80 °C, їхні спори залишаються життєздатними навіть за умов 120 °C протягом однієї години, що дозволяє їм виживати після випікання у готовій продукції. Хліб, уражений картопляною хворобою, непридатний для споживання і може спричиняти у людини такі захворювання, як артрити, ендокардити, перитоніти, менінгіти.

На сучасному етапі розвитку науки та виробництва зростає увага до мікробіологічних та гігієнічних показників безпеки хлібобулочних виробів, особливо тих, які виготовляються із використанням нестандартних видів сировини.

Оцінка безпечності добавки із насіння дині здійснювалася за такими критеріями: загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАМ), наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП), дріжджів, пліснявих грибів та спороутворюючих бактерій. Результати мікробіологічного аналізу наведено в таблиці 3.7 (пит 3.2)

Результати дослідження мікробіологічного стану добавки з насіння дині свідчать про низький рівень їх контамінації КМАФАМ та відсутність спороутворюючих бактерій, дріжджів, пліснявих грибів, а також бактерій групи кишкової палички. Це може бути наслідком фізичного оброблення даної

добавки з метою зниження рівня бактеріальної контамінації, що сприяє тривалішому збереженню свіжості готового хліба [38].

При дослідженні впливу обраного компоненту на розвиток захворювань хліба були виготовлені експериментальні проби відповідно до розробленої рецептури і технології. Контролем був зразок хліба, випеченого без додавання додаткової сировини.

У процесі зберігання спостерігали прояви ознак картопляної хвороби та пліснявіння хлібу відповідно до системи контролю НАССР та органолептичного методу.

Для виявлення ознак картопляної хвороби хліб пакували у вологий газетний папір і поміщали в термостат з такими параметрами: вологість повітря – 100 %, температура – 37 °С. Час прояву ознак захворювання фіксувався. Результати проведених досліджень наведено у таблиці 3.16

Таблиця 3.16

Порівняльна оцінка прояву картопляної хвороби хліба «Динний»

Тривалість зберігання у спровокованих умовах, год	Контроль	Хліб «Динний»
24	не виявлено	не виявлено
36	поява слабкого специфічного запаху	не виявлено
50	посилення запаху, м'якушка заминається	не виявлено
65	різкий запах, поява плям, розм'якшення м'якушки	поява слабкого специфічного запаху
72	осередкове потемніння м'якушки, різкий запах	посилення запаху, м'якушка заминається

Аналіз отриманих даних показав, що хліб, виготовлений за розробленою рецептурою та технологією з додаванням цільнозмеленого насіння дині, демонстрував уповільнення розвитку картопляної хвороби хліба на 29 годин,

порівняно з контролем.

Експеримент полягав у тому, що вироби розміщували в поліетиленовий пакет та залишали на столі для моніторингу перших ознак утворення плісняви. Встановлено, що появу плісняви у хлібі «Динний» вдалося затримати на три доби, порівняно з контролем. У контрольному зразку початкові ознаки плісняви проявилися вже на шосту добу зберігання. Ймовірно, пригнічувана дія обумовлена присутністю у розробленій добавці флавоноїдних сполук та органічних кислот. Ці сполуки виконують функцію природних консервантів, уповільнюючи процеси розвитку картопляної хвороби та утворення плісняви у хлібобулочних виробах. Важливо зазначити, що при цьому не спостерігається активного розростання грибкової маси, що дозволяє виробам зберігати приємний аромат і мінімізувати ризики потенційної інтоксикації. Таким чином, хліб «Динний», виготовлений за розробленою рецептурою та технологією з використанням добавки з насіння дині, характеризуються підвищеною мікробіологічною безпекою.

ВИСНОВКИ

Результати виконаних досліджень дозволяють зробити узагальнені висновки, що відображають основні положення та практичну значущість роботи:

1. Сучасні дослідження у хлібопекарській галузі підтверджують перспективність використання інноваційних інгредієнтів та альтернативних видів борошна для створення продукції з підвищеною харчовою цінністю та оздоровчими властивостями. Збагачення рецептур насінням, пророщеним зерном, овочевими пюре, ферментованими соками та побічними продуктами переробки плодів дозволяє отримати хліб із високим вмістом білків, мінеральних речовин, вітамінів та антиоксидантів. Важливим є оптимальне дозування добавок, адже їх надмірне використання може погіршувати структуру м’якушки та органолептичні властивості виробів. Використання ферментованих соків аронії та кизилу довело ефективність у подовженні терміну зберігання хліба та підвищенні його антиоксидантної активності. Дослідження безглютенових рецептур на основі рисового, кукурудзяного, гречаного та інших видів борошна підтвердили можливість створення якісних альтернативних виробів, що відповідають сучасним тенденціям здорового харчування.

2. Пакувальні матеріали для хлібобулочних виробів виконують не лише захисну функцію, але й формують їхню споживчу привабливість. Традиційні рішення, такі як папір, картон, пергамент і підпергамент, забезпечують екологічність, доступність та водо- і жиронепроникність. Крафт-папір вирізняється міцністю та універсальністю, тоді як пергамент і підпергамент застосовуються для продукції з різним рівнем жирності. Інноваційні полімерні плівки та комбіновані матеріали дозволяють подовжити термін зберігання, гарантують бар’єрні властивості щодо вологи, газів і запахів, а також забезпечують естетичність та можливість термозварювання. Кожен вид пакування має свої переваги й обмеження, тому вибір матеріалу залежить від властивостей продукту та умов його зберігання.

3. Насіння дині володіє значним потенціалом як джерело важливих функціональних компонентів, серед яких білки, жири, поліфеноли, мінеральні

речовини та харчові волокна. Дослідження з раціонального використання цього ресурсу мають бути спрямовані на те, щоб максимально розширити його застосування, створюючи продукти з доданою вартістю. Такі продукти можуть знайти своє місце у харчовій промисловості, що водночас сприятиме зменшенню обсягів відходів і підтримуватиме принципи сталого розвитку. Важливо відзначити, що одна з головних перешкод для використання насіння дині у харчовій галузі полягає в його якості та органолептичних властивостях. Саме тому оптимізація якісних характеристик, які впливають на можливість інтеграції насіння дині або його складників у харчові продукти, є ключовим напрямком для майбутніх досліджень.

4. Досліджено ефективність використання харчової добавки з насіння дині у процесі випікання хліба. Органолептичний аналіз визначив, що оптимальною концентрацією добавки є 10–15 %, що забезпечує високу якість продукту і водночас збагачує його біологічно активними речовинами. Розроблена рецептура хліба «Динний» передбачає часткову заміну пшеничного борошна добавкою з насіння дині, завдяки чому вдалося створити продукцію з покращеними поживними характеристиками, зберігаючи традиційні смакові властивості. Технологія виробництва була адаптована до нової рецептури, залишаючи ключовий опарний метод приготування тіста. В результаті хліб «Динний» став інноваційним виробом, який поєднує високу якість, позитивний вплив на здоров’я та значний потенціал для успішного комерційного використання.

5. Хліб «Динний» із додаванням 10 % харчової добавки з насіння дині відповідає вимогам ДСТУ 7517:2024 та чинним нормативам безпечності. Він має приємний динно-горіховий присмак, рівномірну пористість і світло-жовтий колір. За складом поживних речовин продукт перевищує контрольний зразок: вміст білка зріс на 7,2 %**,** харчових волокон — на 54,5 % (3,4 г проти 2,2 г), а поліненасичених жирних кислот — у 6 разів**.** Вміст калію збільшився на 28,3 %**,** магнію — майже у 2 рази, а енергетична цінність підвищилася на 5 %**.** Споживання 100 г хліба «Динний» забезпечує 17 % добової потреби у харчових

волокнах та майже 10 % добової потреби у білку, що дозволяє віднести його до групи збагачених продуктів із високою харчовою та біологічною цінністю.

6. Дослідження мікробіологічної безпеки хліба «Динний» показало, що використання харчової добавки з насіння дині сприяє підвищенню стійкості виробу до мікробіологічних уражень. Експериментальні дані засвідчили, що розвиток картопляної хвороби у хлібі «Динний» затримується на 29 годин у порівнянні з контрольним зразком, а поява плісняви — на 3 доби. Такий ефект пояснюється наявністю у насінні дині природних консервантів — флавоноїдів та органічних кислот, які пригнічують розвиток патогенних мікроорганізмів.

Пропозиції для подальшого розвитку виробництва хліба «Динний» та інших інноваційних хлібобулочних виробів.

1. *Розширити використання інноваційної сировини* — впроваджувати насіння дині та інші функціональні добавки у виробництво хліба, щоб підвищити його харчову цінність і створити нові оздоровчі продукти.

2. *Оптимізувати технологічні режими* — проводити додаткові дослідження щодо дозування та способів обробки інгредієнтів, аби уникати погіршення структури м’якушки та забезпечувати стабільну якість виробів.

3. *Удосконалити пакувальні рішення* — застосовувати сучасні полімерні та комбіновані матеріали з високими бар’єрними властивостями для подовження терміну зберігання хліба та збереження його органолептичних характеристик.

4. *Посилити систему контролю якості та безпечності* — інтегрувати принципи НАССР та проводити регулярний моніторинг мікробіологічних показників, щоб гарантувати безпечність і довший термін придатності продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лебеденко Т. Є. Технологія хлібопекарського виробництва. Практикум [Текст] : навч. посіб. / Т. Є. Лебеденко, Г. Ф. Пшенишнюк, Н. Ю. Соколова. Одеса : Освіта України. 2014. 392 с

2. Новікова О. В. Технологія виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів: навч. посіб. 2-ге вид., переробл. та доп. Київ : Ліра-К. 2017 . 540 с.

3. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва : навч. посіб. / 2-е вид., перероб. і допов. Київ : «ПрофКнига», 2019. 580 с.

4. Дробот В. І. Практикум з технологічних розрахунків у хлібопекарському виробництві. Київ : Кондор, 2016. 330 с.

5. Сирохман І.В., Лозова Т.М. Якість і безпечність зерноборошняних продуктів: навч. посіб. К.: Центр навчальної літератури. 2006. 384 с.

6. Arora, M., Singhal, S., Rasane, P., Singh, J., Kaur, S., Kumar, V., et al. (2020). Snacks and snacking: Impact on health of the consumers and opportunities for its improvement. Current Nutrition & Food Science, 16(7), 1028–1043. https://doi.org/10.2174/ 15734013166662001301103 57

7. Himashree, P., Sengar, A. S., & Sunil, C. K. (2022). Food thickening agents: Sources, chemistry, properties and applications-A review. International Journal of Gastronomy and Food Science, 27, Article 100468. https://doi.org/10.1016/j. foodchem.2022.132358

8. Arora, M., Singhal, S., Rasane, P., Singh, J., Kaur, S., Kumar, V., et al. (2020). Snacks and snacking: Impact on health of the consumers and opportunities for its improvement. Current Nutrition & Food Science, 16(7), 1028–1043. https://doi.org/10.2174/ 1573401316666200130

9. Shubhi Singh, Smriti Gaur, Edible seeds pioneered in preparing modern age bakery food products: recent challenges and applications, Food Chemistry Advances, Volume 4, 2024, 100684, ISSN 2772-753X, https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100684.

10. Semko, T., Paska, M., Ivanishcheva, O., Kryzhak, L., Pahomska, O., Ternova, A., Vasylyshyna, O., & Hyrych, S. (2024). Innovative approach to the production of craft bread: A combination of tradition and innovation. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, *18*, 792–806. https://doi.org/10.5219/1964

11. Mantzourani, I.; Daoutidou, M.; Terpou, A.; Plessas, S. Novel Formulations of Sourdough Bread Based on Supplements Containing Chokeberry Juice Fermented by Potentially Probiotic L. paracasei SP5. Foods **2024**, 13, 4031. https://doi.org/10.3390/foods13244031

12. Mantzourani, I.; Daoutidou, M.; Plessas, S. Impact of Functional Supplement Based on Cornelian Cherry (Cornus mas L.) Juice in Sourdough Bread Making: Evaluation of Nutritional and Quality Aspects. Appl. Sci. **2025**, 15, 4283. https://doi.org/10.3390/ app15084283

13. Ayoade, R. B., Mohammed, S., & Auta, R. Z. (2020). Bread produced from composite flours using Saccharomyces cerevisiae isolated from local fermented beverage (burkutu). *FUDMA JOURNAL OF SCIENCES*, *4*(2), 758-766. https://doi.org/10.33003/fjs-2020-0402-327

14. Utarova, N.; Kakimov, M.; Gajdzik, B.;Wolniak, R.; Nurtayeva, A.; Yeraliyeva, S.; Bembenek, M. Development of Gluten-Free Bread Production Technology with Enhanced Nutritional Value in the Context of Kazakhstan. Foods 2024, 13, 271. https://doi.org/10.3390/foods13020271

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

16. Lebedenko, Tetiana & Kananykhina, Olena & Brovenko, Tetiana & Tkachuk, Oksana. (2026). Formation of quality indicators of wheat bread produced using wine yeast. Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series New solutions in modern technologies. 100-106. 10.20998/2413-4295.2026.01.13.

17. Упаковка хлібобулочних виробів: види та особливості. URL: https://mantinga.org/uk/stati/95-upakovka-hlibobulochnih-virobiv-vidi-ta-osoblivosti.html?srsltid=AfmBOoqiHwgyD4I8o15Y3jZpsPMdAXUsQYMQP0yleW7_Ne_EQDqF4pS_

18. Упаковка для хлібобулочних виробів. URL: https://pack.com.ua/ua

19. Різновиди пакетів для хлібобулочних виробів. URL: https://hoz-pack.com.ua/uk

20. Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України : Закон України від 01.06.2021 р. № № 1489-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1489-20#Text.

21. Subramaniyan V, Subramanian S, Sathiavelu M. Bread packaging techniques and trends. Ital J Food Saf. 2022 Dec 5;11(4):10771. doi: 10.4081/ijfs.2022.10771. PMID: 36590023; PMCID: PMC9795822.

22. ДСТУ 7517:2014. Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови / Нац. стандарт України. – Вид.офіц. – [Чинний від 01.08.2016]. Київ : Держспоживстандарт України, 2014. 18с.

23. ДСТУ 9188:2022 «Вироби хлібобулочні. Органолептичне оцінювання показників якості». [Чинний від 01.01.2023]. Київ: УкрНДНЦ, 2022. 13 с.

24. ДСТУ 7045:2009 «Вироби хлібобулочні. Методи визначання фізико-хімічних показників». [Чинний від 01.01.2010]. Київ: УкрНДНЦ, 2009. 37.

25. Дробот В. І., Арсеньєва Л. Ю., Білик О.А. та ін. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв. К.: Центр навчальної літератури, 2016. 341 с.

26. Mallek-Ayadi, S., Bahloul, N., & Kechaou, N. (2018). Chemical composition and bioactive compounds of Cucumis melo L. seeds: Potential source for new trends of plant oils. *Process Safety and Environmental Protection, 113*. https://doi.org/10.1016/j.psep.2017.09.016

27. Rabadan, A., Antonia Nunes, M., Bessada, S. M. F., Pardo, J. E., Beatriz Oliveira, M. P. P., & Alvarez-Orti, M. (2020). From by-product to the food chain:

Melon (cucumis melo l.) seeds as potential source for oils. *Foods*, *9*(10). https://doi.org/10.3390/foods9101341

28. Zhang, T., Guan, E., Yang, Y., Liu, F., Zhang, L., Pang, J., & Bian, K. (2021). Fatty acid profiles of vegetable oils from four different plant sources and their effects on dough rheology and Chinese steamed bread quality. *International Journal of Food Science & Technology*, *56*(5), 2407–2414. https://doi.org/10.1111/ijfs.14868

29. Khalid, W., A. Ikram, M. Rehan, F.A. Afzal, S. Ambreen, M. Ahmad, A. Aziz and A. Sadiq. 2021. Chemical composition and health benefits of melon seed: A review. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 34(2): 309-317. doi https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjar/2021/34.2.309.317

30. Albishri, H.M., O.A. Almaghrabi and T.A. Moussa. 2013. Characterization and chemical composition of fatty acids content of watermelon and muskmelon cultivars in Saudi Arabia using gas chromatography/mass spectroscopy. Pharmacogn. Mag., 9(33): 58. https://doi.org/10.4103/0973-1296.108142

31. Mariod, A. and B. Matthaeus. 2008. Fatty acids, tocopherols, sterols, phenolic profiles and oxidative stability of *Cucumis melo* var. Agrestis oil. J. Food Lipids, 15(1): 56-67. https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2007.00102.x

32. Rolim, P.M., G.P. Fidelis, C.E.A. Padilha, E.S. Santos, H.A.O. Rocha and G.R. Macedo. 2018. Phenolic profile and antioxidant activity from peels and seeds of melon (*Cucumis melo* L. var. reticulatus) and their antiproliferative effect in cancer cells. Braz. J. Med. Biol. Res., 51(4). https://doi.org/10.1590/1414-431x20176069

33. Lal M. K., Singh B., Sharma S., Singh M. P., & Kumar A. (2021). Glycemic index of starchy crops and factors affecting its digestibility: A review. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 111). https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.067

34. Global Melons Production by Country. URL: https://www.reportlinker.com/dataset/a0495cccd8f317070b99bf8305fdec829bb55eb7

35. Технічна мікробіологія: підручник / В. О. Коваленко, І. В. Цихановська, Т. А. Лазарєва, А. А. Коваль, М. Г. Ілюха, О. В. Александров. – Х. : Світ Книг, 2013. – 679 с.

36. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» від 23 грудня 1997 р. № 771/97-ВР (із змінами, внесеними згідно із Законом від 16 грудня 2025 р. № 4718-IX). Верховна Рада України. Дата набрання чинності: 02 березня 2026 р.

37. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів. Навчальний посібник–практикум / В.В. Євлаш, Л.В. Газзаві, Рогозіна, І.С. Пілюгіна, Л.І. Сеногонова. – Світ книг, 2021. – 131 с.

38. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів: ДСТУ 8446:2015. К., 2017. 31 с.