

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

**Обґрунтування технології виробництва кексів
пониженої енергетичної цінності**

Виконала: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-22 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності
181 «Харчові технології»

_____ Неліна ЖУКОВА

Керівник: _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА

Дніпро 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«01» травня 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Жуковій Неліні Дмитрівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва кексів пониженої енергетичної цінності».

Керівник роботи: Холобцева Ірина Петрівна, докторка філософії, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва кексів пониженої енергетичної цінності. 2. Наукова, нормативна, навчальна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Організація проведення експериментальних досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень та їх обговорення. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Схеми проведення експериментальних досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Техніко-економічні розрахунки. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Доцентка Ірина ХОЛОБЦЕВА	01.05.26	08.06.26

7. Дата видачі завдання 01 травня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.05-04.05.26	виконано
2	Аналітичний огляд	05.05-07.05.26	виконано
3	Організація проведення експериментальних досліджень	08.05-14.05.26	виконано
4	Результати експериментальних досліджень та їх обговорення	15.05-31.05.26	виконано
5	Охорона праці та довкілля	01.06-02.06.26	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.26	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.26	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	05.06-08.06.25	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Неліна ЖУКОВА
(підпис)

Керівник роботи _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва кексів пониженої енергетичної цінності»

Кваліфікаційна робота: 68 сторінок, 17 рисунків, 17 таблиць, 0 додатків, 35 літературних джерела.

Метою роботи є розроблення технології та розширення асортименту борошняних виробів, зокрема кексів із дріжджового тіста та сухих борошняних сумішей, призначених для профілактичного харчування.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва борошняних виробів із дріжджового тіста та сухих борошняних сумішей профілактичного призначення.

Предметом дослідження є рецептурні компоненти, технологічні параметри та показники якості кексів із дріжджового тіста і сухих борошняних сумішей, які впливають на їх харчову цінність, органолептичні, фізико-хімічні та споживчі властивості.

У роботі розглянуто питання розробки технології борошняних виробів, зокрема кексів із дріжджового тіста та сухих борошняних сумішей, призначених для профілактичного харчування. Обґрунтовано доцільність розширення асортименту борошняної продукції за рахунок використання рецептурних компонентів, які сприяють підвищенню харчової цінності та покращенню споживчих властивостей готових виробів. Особливу увагу приділено дослідженню технологічного процесу приготування дріжджового тіста, формуванню якості кексів, оцінюванню органолептичних і фізико-хімічних показників, а також можливості використання сухих борошняних сумішей у виробництві продукції профілактичного призначення.

Ключові слова: кекси, тісто, дріжджі, борошно, суміші, технологія, асортимент, якість, харчування, профілактика.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	9
1.1 Харчова цінність борошняних виробів.....	9
1.2 Асортимент та технологічні особливості виробництва кексів	12
1.3 Застосування яєчних продуктів у технології виробництва борошняних кондитерських виробів	15
1.4 Технологічні підходи до покращення якості, підвищення харчової та зниження енергетичної цінності борошняних кондитерських виробів	17
Висновки за розділом	21
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1 Загальні відомості	23
2.2 Методика виготовлення кексів за стандартною рецептурою	24
2.3 Методи дослідження приготування виробів	26
Висновки за розділом	27
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	28
3.1 Загальні відомості	28
3.2 Дослідження впливу харчової добавки E466 на структурно-механічні властивості кексів	28
3.3 Результати досліджень спільного застосування E466 та сухих яйцепродуктів.....	34
3.4 Визначення реологічних показників тіста	36
3.5 Визначення граничного терміну зберігання.....	40
3.6 Визначення харчової цінності контрольного та дослідного зразків кексів ...	45
3.7 Опис технологічного процесу виробництва кексів пониженої енергетичної цінності.....	47
Висновки за розділом	49
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	51

4.1 Розроблення картки з безпеки праці для працівників цеху з виробництва кексів пониженої харчової цінності.....	51
4.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва кексів пониженої харчової цінності.....	53
Висновки за розділом	56
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	57
5.1 Витрати на проведення досліджень	57
5.2 Визначення вартості дослідження.....	61
Висновки за розділом	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	63
БІБЛІОГРАФІЯ	65

ВСТУП

Останніми роками у структурі харчування населення відбуваються помітні зміни. Зменшення фізичних навантажень і трудовитрат знижує загальну потребу людини в енергії, однак потреба організму в основних харчових речовинах – білках, вітамінах, мінеральних елементах та інших біологічно важливих компонентах – залишається незмінною. Значну частку в раціоні займають продукти з борошна. Окрім традиційних хлібобулочних виробів, важливе місце посідають борошняні кондитерські вироби та кулінарна продукція на основі борошна.

Серед борошняних кондитерських виробів стабільним попитом користуються торти, тістечка та кекси. Незважаючи на високу популярність, такі вироби не завжди відповідають вимогам раціонального харчування, оскільки зазвичай мають підвищену енергетичну цінність і містять значну кількість цукру та жиру. У зв'язку з цим актуальним напрямом є розроблення виробів зі зниженою калорійністю, підвищеним вмістом біологічно активних речовин і достатньою кількістю харчових волокон.

Яйцепродукти широко використовуються у виробництві кондитерських і кулінарних виробів. Проте застосування натуральних яєць ускладнює організацію технологічного процесу, потребує додаткової санітарної підготовки сировини та підвищує ризик мікробіологічного забруднення. Використання сухих яйцепродуктів дає змогу спростити підготовчі операції, зменшити трудомісткість виробництва та стабілізувати якість готової продукції.

Сухі яйцепродукти також можуть входити до складу сухих борошняних сумішей, призначених для виготовлення кулінарних і кондитерських виробів. Такі суміші є перспективним видом продукції хлібопекарської та кондитерської галузей і можуть використовуватися для швидкого та зручного приготування виробів стабільної якості.

Разом з тим яйцепродукти, які застосовуються як рецептурні компоненти, є джерелом холестерину. Надмірне його споживання може негативно впливати на стан здоров'я людини. Тому важливим технологічним завданням є зменшення

кількості яйцепродуктів у рецептурах без погіршення якості готових виробів.

Сучасна яйцепереробна промисловість пропонує широкий асортимент сухих яйцепродуктів, зокрема сухий яєчний білок, сухий жовток, яєчний порошок, а також продукти з додатковими функціональними компонентами. Це створює можливості для вдосконалення рецептур і технологій виробництва борошняних виробів шляхом регулювання співвідношення білка та жовтка. Водночас питання застосування окремих видів сухих яйцепродуктів у технології борошняних виробів підвищеної харчової та зниженої енергетичної цінності досліджено недостатньо. Тому розроблення технології кексів із дріжджового тіста з використанням сухих яйцепродуктів і харчових добавок є актуальним та практично значущим.

Метою роботи є розроблення технології та розширення асортименту борошняних виробів, зокрема кексів із дріжджового тіста та сухих борошняних сумішей, призначених для профілактичного харчування.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено вирішення таких завдань:

- дослідити процеси, що відбуваються під час приготування кексів із використанням сухих яйцепродуктів;
- встановити вплив сухих яйцепродуктів, основних рецептурних компонентів і харчових добавок на якість та харчову цінність кексів;
- розробити технологію виробництва кексів на дріжджах із використанням сухих яйцепродуктів і харчових добавок;
- виконати розрахунок вартості проведення експериментальних досліджень.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва борошняних виробів із дріжджового тіста та сухих борошняних сумішей профілактичного призначення.

Предметом дослідження є рецептурні компоненти, технологічні параметри та показники якості кексів із дріжджового тіста і сухих борошняних сумішей, які впливають на їх харчову цінність, органолептичні, фізико-хімічні та споживчі властивості.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Харчова цінність борошняних виробів

Щорічне споживання зернових продуктів, до яких належать хлібобулочні, макаронні, борошняні кондитерські, кулінарні вироби та крупи, в Україні становить близько 152 кг для працездатного населення, 119 кг для осіб пенсійного віку та 96 кг для дітей. Середньостатистичний споживач щороку вживає приблизно 16,5 кг кондитерської продукції, значну частину якої становлять саме борошняні кондитерські вироби. Останнім часом спостерігається стійке зростання попиту на кондитерську продукцію та розширення її асортименту. Різноманітність таких виробів забезпечується використанням великої кількості рецептурних компонентів, серед яких важливе місце займають яйцепродукти: меланж, яєчний білок і жовток.

Питанню вдосконалення технологій виробництва борошняних виробів зі зниженою енергетичною та підвищеною харчовою цінністю присвячено значну кількість наукових досліджень.

Оцінюючи харчову доцільність кондитерських виробів, слід насамперед звернути увагу на їх високу енергетичну цінність. Це зумовлено значним вмістом вуглеводів, який може становити 58 – 98 %, жирів – до 38 %, а також порівняно низькою кількістю води – 1 – 20 %. Калорійність кондитерської продукції в середньому становить 300 – 550 ккал на 100 г. Споживання лише 100 г таких виробів може забезпечити 13 – 20 % добової потреби людини в енергії та 9 – 27 % і більше – у вуглеводах.

У збалансованому раціоні співвідношення окремих вуглеводних компонентів має бути раціональним: частка крохмалю у загальній кількості вуглеводів повинна становити близько 75 %, цукрів – 20 %, пектинових речовин – 3 %, клітковини – 2 %. Залежно від рецептурного складу борошняні вироби можуть частково покривати потребу організму у крохмалі, декстринах, баластних речовинах, моно- та дисахаридах.

Попри високу популярність тортів, тістечок і кексів, їх не можна повною мірою віднести до продуктів раціонального або здорового харчування. Основною причиною є значний вміст жирів і вуглеводів, що підвищує енергетичну цінність продукції. Тому важливим напрямом розвитку кондитерської галузі є створення виробів зі зниженою калорійністю та покращеним харчовим складом. Одним зі шляхів вирішення цього завдання є комплексне застосування харчових добавок під час виробництва кремових, бісквітних та інших борошняних напівфабрикатів.

У борошняних кондитерських výroбах вміст сахарози та інших легкозасвоюваних вуглеводів може коливатися в широких межах. Зокрема, кількість моно- і дисахаридів становить 2 – 64 %, а крохмалю та інших полісахаридів – 3,8 – 70,2 %. При цьому біологічна цінність багатьох кондитерських виробів залишається недостатньо високою. Винятком можуть бути вироби, до складу яких входять молочні або яєчні продукти, що підвищують вміст білкових речовин.

Борошняні вироби відіграють певну роль у забезпеченні організму білками та незамінними амінокислотами. За рахунок їх споживання може покриватися частина добової потреби в білку, зокрема рослинного походження. Однак потреба в окремих незамінних амінокислотах, передусім лізині, метіоніні та цистеїні, задовольняється недостатньо, що зумовлює необхідність удосконалення рецептурного складу таких виробів.

У зв'язку з цим актуальним є розроблення нових видів борошняної продукції з підвищеною харчовою цінністю, збільшеним вмістом білка, вітамінів та інших біологічно важливих речовин. Досягти цього можна шляхом раціонального використання яйцепродуктів, молочного білка, білкової сировини олійних і зернових культур, зокрема сої та насіння соняшнику, а також введення вітамінних препаратів і функціональних вуглеводних компонентів.

Вміст жиру у кондитерських výroбах може досягати 39 %, особливо у шоколаді, горіховому драже, тортах та інших висококалорійних продуктах. Водночас кількість поліненасичених жирних кислот у них часто є недостатньою. Регулярне споживання борошняних виробів певною мірою забезпечує організм

жирами, поліненасиченими жирними кислотами та фосфатидами, однак їхній склад потребує оптимізації.

У раціоні населення важливе місце також займає кулінарна продукція з борошна, зокрема млинці, оладки та інші вироби, для приготування яких можуть використовуватися сухі суміші. Такі напівфабрикати належать до продукції хлібопекарської галузі та застосовуються для спрощення технологічного процесу й отримання виробів стабільної якості.

Борошняні кулінарні, кондитерські та булочні вироби можуть бути джерелом окремих вітамінів, зокрема E, B₁, B₆, PP. Проте більшість традиційних кондитерських виробів містить незначну кількість життєво необхідних вітамінів і, як правило, майже не забезпечує організм вітамінами C, A та D.

Крім того, борошняні вироби можуть розглядатися як джерело мінеральних речовин. За рахунок їх споживання частково покривається потреба організму в міді, марганці, цинку, кобальті, кальції, фосфорі, магнії та залізі. Це підкреслює важливість удосконалення їхнього складу з метою підвищення харчової та біологічної цінності.

Харчова цінність борошняних виробів визначається не лише їхнім хімічним складом, а й органолептичними властивостями: зовнішнім виглядом, смаком, ароматом, кольором та структурою. Під час випікання внаслідок реакцій меланоїдиноутворення утворюються меланоїдини, фурфурол, гідроксиметилфурфурол та інші сполуки, які формують характерний смак і аромат готової продукції.

Отже, з урахуванням зростання інтересу населення до здорового способу життя, актуальним є створення технологій борошняних кондитерських виробів зі зниженою енергетичною цінністю та високими споживчими властивостями. Використання харчових добавок і функціональних інгредієнтів із заданим хімічним складом та технологічними властивостями має важливе наукове і практичне значення для розширення асортименту продукції оздоровчого спрямування..

1.2 Асортимент та технологічні особливості виробництва кексів

Кекси належать до групи борошняних кондитерських виробів, які виготовляють із здобного тіста з підвищеним вмістом жиру, цукру та яйцепродуктів. Залежно від виду виробу та особливостей рецептури тісто для кексів може готуватися із застосуванням дріжджів або хімічних розпушувачів.

Рецептурний склад тіста є одним із основних чинників, що визначає перебіг технологічних процесів під час його приготування. Саме співвідношення компонентів дає змогу регулювати набухання колоїдних речовин борошна, формування структури тіста та отримання маси з необхідними пружно-пластичними і в'язкими властивостями. Найбільший вплив на ці процеси мають цукор, жир, яйцепродукти та вода.

Встановлено, що зі збільшенням кількості цукру в тісті знижується водопоглинальна здатність борошна та зменшується кількість відмитої клейковини. Це пояснюється тим, що молекули сахарози активно зв'язують воду, утворюючи гідратні оболонки. Унаслідок цього зменшується кількість вільної води, необхідної для гідратації білків борошна та набухання його колоїдних речовин.

Цукор також впливає на стан клейковинного каркаса тіста. Він має дегідратуючу дію на набухлі білки, через що тісто може ставати більш рідким. Саме тому під час розроблення рецептури необхідно враховувати кількість води, яку потрібно внести при підвищеному вмісті цукру.

Невелика кількість цукру, до 10 % до маси борошна, позитивно впливає на спиртове бродіння та газоутворення в тісті. Це пов'язано з тим, що цукор швидко розщеплюється до глюкози і фруктози, які легко зброджуються дріжджовими клітинами. Водночас надмірне внесення цукру, близько 30 %, значно пригнічує газоутворення, а за концентрації 40 – 50 % може майже повністю його зупинити. Причиною цього є підвищення осмотичного тиску в рідкій фазі тіста та пригнічення життєдіяльності дріжджових клітин.

Важливу роль у формуванні якості тіста для кексів відіграють яйцепродукти.

Яєчний білок завдяки піноутворювальним властивостям сприяє утворенню пористої структури та фіксації форми виробу. Жовток, у свою чергу, містить лецитин, який виконує функцію природного емульгатора та сприяє рівномірному розподілу жиру в тісті.

Жири, що вносяться до тіста з пшеничного борошна, істотно впливають на його властивості, а також на якість, харчову та споживчу цінність готових виробів. Вони беруть участь у формуванні структури тіста, взаємодіючи з білками, крохмалем та іншими компонентами твердої фази. Механізм такої взаємодії залежить від хімічного складу жиру та властивостей борошна. Чим більше у жирі тригліцеридів ненасичених жирних кислот, тим активніше він зв'язується з білковими речовинами.

Жири також впливають на властивості пшеничного крохмалю, оскільки можуть утворювати комплекси з амілозною фракцією. Частина жиру перебуває у тісті в рідкому стані у вигляді дрібних краплин, тобто у формі емульсії. Додавання жиру підвищує харчову й енергетичну цінність виробів, сприяє збільшенню їх об'єму та покращує структурно-механічні властивості м'якуша.

Одним із важливих завдань сучасного виробництва борошняних кондитерських виробів є впровадження інтенсивних технологій, які забезпечують отримання продукції з високою харчовою цінністю та прийнятною собівартістю.

Розширення використання нетрадиційної та місцевої сировини дає можливість збільшити асортимент кондитерської продукції та створити вироби, збагачені білками, мінеральними речовинами, мікроелементами і харчовими волокнами. Це дозволяє підвищити харчову цінність готової продукції та частково замінити дорогі види сировини.

Перспективними видами додаткової сировини є фруктові й овочеві напівфабрикати у вигляді концентрованих соків, паст і порошків, вторинні молочні продукти, виноградний сік, концентроване виноградне сусло, сухофрукти, соєве борошно, соняшникова крупка, модифіковані крохмалі, а також комбіновані порошкоподібні суміші на основі цукру, патоки, молочних або овочевих компонентів.

З урахуванням сучасних вимог науки про харчування особливої актуальності набуває виробництво низькокалорійних продуктів, а також виробів спеціального призначення для людей із певними захворюваннями, зокрема цукровим діабетом. Для таких виробів розробляють рецептури діабетичних борошняних кондитерських виробів, у яких замість цукру застосовують ксиліт, сорбіт, фруктозу та інші цукрозамінники.

У дослідженнях також розглядається можливість використання продуктів переробки вівса та ячменю як джерел харчових волокон. Зерно цих культур і продукти його переробки, зокрема висівки, пластівці та борошно, містять значну кількість харчових волокон і можуть бути джерелом β -глюканів. Саме ці речовини пов'язують зі здатністю знижувати рівень холестерину в сироватці крові. Крім того, продукти з вівса, на відміну від кукурудзи та пшениці, позитивно впливають на регулювання рівня цукру в крові завдяки особливостям складу їх харчових волокон.

Традиційні борошняні вироби зазвичай містять недостатню кількість білка, а їх амінокислотний склад часто є незбалансованим через дефіцит лізину. Одним із найцінніших джерел рослинного білка є соя, у складі якої міститься понад 40 % білка з широким набором незамінних амінокислот і високим вмістом лізину.

Під час виробництва кексів на пресованих дріжджах із додаванням ізоляту соєвого білка Supro-760 було встановлено, що вологість тіста збільшувалася на 2–4 %. Вироби зі зменшеним дозуванням яйцепродуктів мали дещо нижчий питомий об'єм порівняно з контролем, однак характеризувалися кращою стисливістю м'якуша та добрими органолептичними показниками.

Нині перспективним є використання фруктових і овочевих порошоків, отриманих методом сублімаційного або інфрачервоного сушіння. Такі продукти містять органічні кислоти, мікро- і макроелементи, сахарозу, β -каротин, пектинові речовини та інші цінні компоненти. Наявність пектину в овочевих порошках дозволяє знижувати калорійність харчових продуктів, сприяє виведенню холестерину, покращує перетравлення їжі, засвоєння поживних речовин, роботу кишечника та нормалізацію кишкової мікрофлори.

Окремий напрям удосконалення технології кексів пов'язаний із використанням яблучно-пектинової пасти з рН 3,0 – 3,2 та висококислотної молочної сироватки. Застосування таких компонентів дає змогу додатково ввести у тісто 20 – 30 % газоподібної фази, підвищити його вологість до 37 – 40 %, покращити структуру готового виробу, підвищити його харчову цінність і зменшити витрати цукру за рецептурою до 3,7 %.

1.3 Застосування яєчних продуктів у технології виробництва борошняних кондитерських виробів

Яєчні продукти є важливою сировиною у виробництві борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів. Вони мають високу харчову та біологічну цінність, оскільки містять повноцінні білки, жири, фосфоліпіди, вітаміни та мінеральні речовини. Завдяки своєму складу яйцепродукти позитивно впливають на структуру тіста, якість м'якуша, смак, аромат, колір і зовнішній вигляд готової продукції.

У харчовій промисловості використовують натуральні яйця, меланж, яєчний білок, яєчний жовток, а також сухі яйцепродукти. До сухих яйцепродуктів належать сухий яєчний білок, сухий яєчний жовток і яєчний порошок. Вони є більш зручними для промислового використання, оскільки мають тривалий термін зберігання, займають менший об'єм під час транспортування, легко дозуються та не потребують складної попередньої підготовки.

Використання натуральних яєць у виробництві борошняних виробів пов'язане з додатковими технологічними операціями: миттям, дезінфекцією, розбиванням, фільтруванням і контролем якості. Крім того, натуральні яйця можуть бути джерелом мікробіологічного забруднення, тому їх застосування потребує суворого дотримання санітарно-гігієнічних вимог. Застосування сухих яйцепродуктів дає змогу спростити підготовку сировини, скоротити тривалість технологічного процесу та стабілізувати якість готової продукції.

Яєчний білок виконує важливу технологічну функцію завдяки здатності

утворювати піну. Під час збивання білкові речовини захоплюють повітря, що сприяє формуванню пористої структури тіста та м'якуша. У процесі теплової обробки білки коагулюють, закріплюючи структуру виробу. Тому яєчний білок має важливе значення у виробництві кексів, бісквітів, тістечок та інших виробів, для яких характерна розвинена пористість.

Яєчний жовток містить жири, фосфоліпіди та лецитин, який є природним емульгатором. Завдяки цьому жовток сприяє рівномірному розподілу жиру в тісті, покращує пластичність тіста, структуру м'якуша, смак і колір готових виробів. Наявність жовтка у рецептурі підвищує здобність виробів, надає їм приємного жовтуватого відтінку та покращує споживчі властивості.

Меланж являє собою суміш білка і жовтка без шкаралупи. Його використовують у виробництві борошняних кондитерських виробів як заміник натуральних яєць. Меланж забезпечує формування структури тіста, поліпшує смак, аромат і колір готової продукції. Однак порівняно із сухими яйцепродуктами він має менший термін зберігання та потребує спеціальних умов транспортування і зберігання.

Сухі яйцепродукти мають низку переваг у виробничих умовах. Вони характеризуються стабільним хімічним складом, зручністю дозування, високою транспортабельністю та меншою залежністю від сезонних коливань якості сировини. Перед внесенням у тісто сухі яйцепродукти зазвичай відновлюють водою або додають безпосередньо до сухих компонентів рецептури з урахуванням необхідної кількості вологи.

У виробництві борошняних виробів яйцепродукти виконують такі основні функції:

- підвищують харчову та біологічну цінність виробів;
- покращують структуру тіста та м'якуша;
- сприяють формуванню пористості;
- покращують смак, аромат і колір готових виробів;
- підвищують здобність продукції;
- сприяють емульгуванню жирових компонентів;

- стабілізують якість готових виробів.

Під час виробництва кексів яйцепродукти мають особливо важливе значення, оскільки ці вироби містять значну кількість жиру, цукру та інших здобних компонентів. Використання сухого яєчного білка та сухого яєчного жовтка у певному співвідношенні дає змогу регулювати структурно-механічні властивості тіста, покращувати пористість, питомий об'єм, еластичність м'якуша та органолептичні показники готових виробів.

Рациональне поєднання сухого яєчного білка і сухого жовтка дозволяє отримати вироби стабільної якості. Білок сприяє формуванню пористої структури, а жовток, завдяки вмісту лецитину, покращує емульгування жиру та пластичність тіста. Це особливо важливо при виготовленні кексів із дріжджового тіста, де необхідно забезпечити достатнє газоутворення, утримання газу в тісті та формування м'якого еластичного м'якуша.

Отже, яєчні продукти є цінним рецептурним компонентом у виробництві борошняних виробів. Їх використання дає змогу покращити харчову цінність, структуру, смак, аромат і зовнішній вигляд готової продукції. Застосування сухих яйцепродуктів є особливо перспективним, оскільки воно спрощує технологічний процес, підвищує санітарну безпечність виробництва та забезпечує стабільність якості борошняних виробів..

1.4 Технологічні підходи до покращення якості, підвищення харчової та зниження енергетичної цінності борошняних кондитерських виробів

Одним із важливих напрямів розвитку сучасної кондитерської галузі є впровадження інноваційних технологій, які дають змогу отримувати конкурентоспроможні вироби з поліпшеними споживчими властивостями. Особливу увагу приділяють продукції спеціального призначення, зокрема виробам для дієтичного, функціонального та профілактичного харчування. Борошняні кондитерські вироби – торти, тістечка, рулети, кекси – залишаються популярними серед споживачів, однак через високий вміст жирів і цукрів їх не можна повною

мірою віднести до продуктів здорового харчування. Саме тому актуальним є створення виробів зі зниженою енергетичною цінністю та підвищеною харчовою цінністю.

Одним зі шляхів зниження калорійності борошняних кондитерських виробів є часткова заміна висококалорійних компонентів фруктовими, ягідними та овочевими напівфабрикатами. Для цього можуть застосовуватися свіжі фрукти, ягідні пюре, фруктові пасти, желе, концентровані соки, порошки з рослинної сировини та інші компоненти. Вони дають змогу не лише зменшити частку жиру або цукру в рецептурі, а й збагатити вироби органічними кислотами, пектинами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами та природними ароматичними сполуками.

У технології кондитерських виробів широко застосовують харчові добавки, які виконують певні технологічні функції: покращують структуру, стабілізують консистенцію, підвищують стійкість емульсій і пін, регулюють кислотність, колір, смак і аромат продукції. До таких добавок належать емульгатори, стабілізатори, загусники, желеутворювачі, ароматизатори, харчові кислоти, антиоксиданти та консерванти. Водночас слід розрізняти харчові добавки і речовини, що підвищують харчову цінність продукту, зокрема вітаміни, мінеральні речовини, амінокислоти та інші біологічно активні компоненти.

У сучасній практиці безпечність і доцільність застосування харчових добавок регламентуються міжнародними та національними вимогами. Зокрема, Codex Alimentarius веде Загальний стандарт на харчові добавки CXS 192-1995, у якому подано дозволені добавки та умови їх застосування, а база GSFA Online дає змогу здійснювати пошук положень за назвою добавки, функціональним класом або категорією харчового продукту. У країнах ЄС усі харчові добавки мають бути авторизовані, внесені до позитивного переліку та застосовуватися з урахуванням оцінки безпечності, технологічної потреби й недопущення введення споживача в оману.

Під час виготовлення оздоблювальних напівфабрикатів для тортів і тістечок застосовується широкий перелік добавок. У вершкових кремах можуть

використовуватися барвники, ароматизатори, емульгатори, консерванти, желеутворювачі та стабілізатори. Для білкових кремів доцільним є застосування ароматизаторів, харчових кислот, барвників і речовин, що сприяють стабілізації піни. У заварних кремах можуть використовуватися емульгатори та стабілізатори консистенції, а за необхідності – консерванти, оскільки такі вироби мають обмежений термін зберігання. Для бісквітних, заварних і білково-збивних напівфабрикатів застосовують розпушувачі, емульгатори, антиоксиданти, ароматизатори, харчові кислоти та інші технологічні компоненти.

Ароматизатори використовують для надання виробам вираженого смаку й аромату, а харчові кислоти – для створення або посилення фруктових-ягідних смакових відтінків. Найчастіше у кондитерському виробництві застосовують лимонну, яблучну та виннокам'яну кислоти, рідше – молочну кислоту. Їх використання дає змогу регулювати смаковий профіль виробів і покращувати споживче сприйняття продукції.

Важливим напрямом підвищення харчової цінності борошняних кондитерських виробів є збагачення їх харчовими волокнами. Під час переробки зерна у борошно значна частина природних волокон втрачається, тому сучасні медико-гігієнічні підходи передбачають відновлення їх вмісту у продуктах на основі злаків. Харчові волокна є комплексом речовин рослинного походження, до яких належать целюлоза, геміцелюлоза, пектинові речовини, лігнін та пов'язані з ними білкові компоненти клітинних стінок рослин.

Актуальні рекомендації щодо споживання харчових волокон підтверджують важливість їх достатньої кількості у щоденному раціоні. Європейські рекомендації вказують, що для дорослих доцільне споживання щонайменше близько 25 г харчових волокон на добу, а в окремих рекомендаціях – до 35 – 38 г залежно від статі, віку й енергетичних потреб. При цьому у багатьох країнах фактичне споживання волокон залишається нижчим за рекомендований рівень, що формує так званий «fiber gap» – дефіцит харчових волокон у раціоні.

Функціональні властивості харчових волокон зумовлені їх здатністю зв'язувати воду, проявляти сорбційні та іонно-обмінні властивості, впливати на

мікрофлору кишечника, сприяти виведенню жовчних кислот, холестерину, радіонуклідів і ксенобіотиків, а також уповільнювати гідроліз вуглеводів. Завдяки цьому харчові волокна можуть позитивно впливати на роботу травної системи, регулювання рівня глюкози в крові та профілактику окремих неінфекційних захворювань.

Джерелами харчових волокон для кондитерського виробництва можуть бути зернові висівки, вівсяне і ячмінне борошно, фруктові та овочеві порошки, яблучні й цитрусові пектини, бурякові волокна, насіння льону, подрібнені оболонки зерна та інші види рослинної сировини. Використання таких компонентів дає змогу збільшити вміст фізіологічно цінних речовин у виробках, покращити водоутримувальну здатність тіста, зменшити швидкість черствіння та підвищити споживчу цінність готової продукції.

Стійкий дефіцит харчових волокон у раціоні сучасної людини, а також переважання рафінованих продуктів харчування пов'язують із підвищенням ризику ожиріння, цукрового діабету, атеросклерозу, ішемічної хвороби серця та захворювань кишечника. Тому розроблення борошняних кондитерських виробів із підвищеним вмістом харчових волокон є важливим напрямом створення продукції функціонального призначення.

Під час створення виробів функціонального харчування важливе значення мають не лише фізіологічні властивості добавок, а й їх функціонально-технологічні характеристики. До них належать жироемульгувальна здатність, стабільність емульсії, жирозв'язувальна здатність, піноутворювальна здатність, стабільність піни, водоутримувальна та студнеутворювальна здатність. Ці показники визначають формування структури тіста, стабільність напівфабрикатів і якість готових виробів.

Упродовж останніх років активно розробляються наукові підходи до створення спеціальних сортів хлібобулочних і кондитерських виробів, збагачених харчовими волокнами. Такий підхід ґрунтується на одночасному врахуванні медико-біологічних, технологічних, методичних та економічних критеріїв. Це дозволяє отримувати продукцію, яка не лише має покращений склад, а й зберігає

привабливі органолептичні властивості та є придатною для промислового виробництва.

Як джерела харчових волокон у рецептурах борошняних кондитерських виробів можуть застосовуватися препарати целюлози та її похідні, зокрема метилцелюлоза, етилцелюлоза, карбоксиметилцелюлоза та інші ефіри целюлози. Вони можуть виконувати роль стабілізаторів структури, загусників, вологоутримувальних компонентів і регуляторів консистенції. Зокрема, метилцелюлозу одержують із деревної або бавовняної целюлози шляхом її лужної обробки з подальшою модифікацією. Такі речовини мають важливе значення для формування структури виробів зі зниженою енергетичною цінністю та підвищеним вмістом харчових волокон.

Отже, основними шляхами покращення якості, підвищення харчової та зниження енергетичної цінності борошняних кондитерських виробів є використання харчових волокон, функціональних рослинних інгредієнтів, фруктово-ягідної та овочевої сировини, раціональне застосування харчових добавок, зменшення частки жиру і цукру, а також оптимізація технологічних параметрів виробництва. Такий підхід дає змогу створювати вироби з покращеним складом, привабливими органолептичними властивостями та підвищеною споживчою цінністю.

Висновки за розділом

Аналіз фактичної структури харчування населення показує, що борошняні кондитерські вироби належать до продукції масового та регулярного споживання. Вони користуються стабільним попитом серед різних груп споживачів, особливо серед дітей і молоді.

У яєчній промисловості спостерігається тенденція до зміни структури виробництва та споживання яйцепродуктів, зокрема до збільшення випуску так званого безшкаралупного яйця – рідких і сухих яйцепродуктів. Сухі яйцепродукти є більш зручними для промислового використання порівняно зі свіжими яйцями,

оскільки спрощують і прискорюють технологічний процес, а також сприяють стабілізації якості готової продукції.

Їх застосування дає змогу виключити низку підготовчих операцій, зокрема миття яєць, розбивання шкаралупи та відокремлення білка від жовтка. У зв'язку з цим актуальним є пошук ефективних і раціональних способів використання сухих яйцепродуктів у технологіях виробництва різних харчових продуктів.

Метою роботи є розроблення технології та розширення асортименту борошняних виробів, зокрема кексів із дріжджового тіста та сухих борошняних сумішей, призначених для профілактичного харчування.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено вирішення таких завдань:

- дослідити процеси, що відбуваються під час приготування кексів із використанням сухих яйцепродуктів;
- встановити вплив сухих яйцепродуктів, основних рецептурних компонентів і харчових добавок на якість та харчову цінність кексів;
- розробити технологію виробництва кексів на дріжджах із використанням сухих яйцепродуктів і харчових добавок;
- виконати розрахунок вартості проведення експериментальних досліджень.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва борошняних виробів із дріжджового тіста та сухих борошняних сумішей профілактичного призначення.

Предметом дослідження є рецептурні компоненти, технологічні параметри та показники якості кексів із дріжджового тіста і сухих борошняних сумішей, які впливають на їх харчову цінність, органолептичні, фізико-хімічні та споживчі властивості.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальні відомості

Експериментальні дослідження проводились в умовах навчальної лабораторії кафедри харчових технологій ДДАЕУ відповідно до поставленої мети роботи. Запропонована схема (рисунок 2.1) відображає послідовність основних етапів дослідження, спрямованих на розроблення технології кексів на дріжджах із використанням сухих яйцепродуктів та харчових добавок.

На першому етапі передбачалося дослідження технологічного процесу приготування кексів, зокрема процесів, що відбуваються під час замішування тіста, бродіння, формування заготовок, вистоювання та випікання виробів. Це дало змогу визначити особливості перебігу технологічних операцій при використанні сухих яйцепродуктів.

Другий етап був спрямований на оцінювання впливу рецептурних компонентів на якість готових виробів. Особливу увагу приділяли впливу сухих яйцепродуктів, основної сировини та харчових добавок на органолептичні показники, структуру м'якуша, харчову цінність і загальні споживчі властивості кексів.

На третьому етапі здійснювали розроблення та обґрунтування технології виробництва кексів на дріжджах. Було визначено послідовність технологічних операцій, що включала змішування інгредієнтів, бродіння тіста, формування заготовок, випікання та отримання готових виробів стабільної якості.

Завершальним етапом стало організаційно-економічне обґрунтування досліджень, яке передбачало розрахунок витрат на сировину, матеріали, електроенергію, оплату праці, амортизацію обладнання та інші складові вартості експериментальної роботи.

Таким чином, запропонована схема дозволяє комплексно охарактеризувати порядок проведення експериментальних досліджень – від вивчення технологічних процесів і впливу рецептурних компонентів до розроблення технології

виробництва кексів та економічної оцінки виконаної роботи.



Рисунок 2.1 – Структурна схема проведення дослідження

2.2 Методика виготовлення кексів за стандартною рецептурою

Для проведення досліджень було обрано базову рецептуру тіста для кексу

«Пухкий», яка використовується як контрольний зразок під час подальшого порівняння з дослідними варіантами.

Склад рецептурних компонентів для виготовлення кексу «Пухкий» у перерахунку на 100 кг пшеничного борошна подано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Склад сировини для виробництва кексу «Пухкий» на 100 кг борошна

Рецептурний компонент	Кількість сировини, кг
Борошно пшеничне	100,00
Дріжджі хлібопекарські	4,00
Цукор	28,80
Маргарин столовий	22,00
Сіль харчова	0,60
Яєчний меланж	20,00
Родзинки	15,00
Ванільна пудра	0,07
Загальна кількість сировини	191,07

У тістомісильну машину вносили теплу воду температурою 30 °С, дріжджі згідно з рецептурою та частину пшеничного борошна. Компоненти перемішували протягом 2 хв до утворення однорідної маси. Бродіння опари здійснювали в термостаті за температури 30 – 32 °С упродовж 150 хв.

Після завершення бродіння до опари додавали решту рецептурної сировини. Сіль і цукор попередньо розчиняли у воді, а маргарин вводили у розплавленому стані. Замішування тіста тривало 5 хв, після чого його залишали для подальшого бродіння на 2,5 год.

Із готового тіста відбирали зразки масою 400 г, формували тістові заготовки та розміщували їх у форми. Вистоювання проводили у вистоювальній шафі за температури 38 – 40 °С і відносної вологості повітря 75 – 80 %. Ступінь готовності тістових заготовок визначали органолептичним методом.

Випікання здійснювали у духовій шафі за температури 220 – 230 °С протягом 19 хв. Після завершення випікання кекси виймали з форм і охолоджували протягом

1,5 год. Оцінювання показників якості готових виробів проводили через 14 – 16 год після випікання [22].

2.3 Методи дослідження приготування виробів

У роботі передбачалося визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості готових кексів. До органолептичних показників належали смак і запах, консистенція, стан м'якуша, зовнішній вигляд, характер поверхні, колір кірки і м'якуша та форма виробів. Фізико-хімічну оцінку проводили за такими показниками, як масова частка вологи, пористість, структурно-механічні властивості м'якуша та питомий об'єм готових виробів [30].

Фізико-хімічні властивості кексів визначали відповідно до чинних національних стандартів України та загальноприйнятих методів технологічного контролю у хлібопекарському виробництві. Визначення вологості м'якуша, кислотності та пористості здійснювали згідно з ДСТУ 7045:2009 «Вироби хлібобулочні. Методи визначання фізико-хімічних показників». Оцінювання якості здобних хлібобулочних виробів узгоджували з вимогами ДСТУ 4585:2021 «Вироби хлібобулочні здобні. Загальні технічні умови».

Масову частку вологи у м'якуші встановлювали методом висушування наважки до сталої маси. Цей метод дає змогу визначити кількість вологи у виробі та оцінити його здатність зберігати свіжість у процесі зберігання. Пористість м'якуша визначали за допомогою приладу Журавльова. Для цього відбирали циліндричні проби м'якуша, після чого розраховували частку пор у загальному об'ємі досліджуваного зразка. Кислотність м'якуша визначали прискореним титриметричним методом із вираженням результатів у градусах кислотності.

Питомий об'єм кексів розраховували як співвідношення об'єму готового виробу до його маси, а щільність – як відношення маси виробу до його об'єму. Отримані результати використовували для характеристики ступеня розпушеності тіста, розвитку пористої структури м'якуша, формостійкості виробів та впливу рецептурних компонентів на якість готової продукції.

Органолептичне оцінювання кексів проводили методом сенсорного аналізу за п'ятибальною шкалою. Якість виробів оцінювали за зовнішнім виглядом, станом і кольором кірки, пористістю та еластичністю м'якуша, а також смаком і запахом відповідно до вимог нормативної документації. Кожний показник оцінювали з урахуванням його коефіцієнта вагомості та можливих дефектів. Для наочного відображення результатів органолептичного аналізу використовували метод побудови профілограм.

Висновки за розділом

Визначено порядок організації експериментальних досліджень, які проводилися в умовах навчальної лабораторії кафедри харчових технологій ДДАЕУ.

Описано базову рецептуру кексу «Пухкий» та наведено основні технологічні етапи його приготування: приготування опари, бродіння, заміс тіста, формування заготовок, вистоювання, випікання, охолодження та подальше оцінювання якості готових виробів.

Встановлено основні параметри технологічного процесу: бродіння опари проводили за температури 30 – 32 °С протягом 150 хв, бродіння тіста – 2,5 год, вистоювання – за температури 38 – 40 °С і вологості 75 – 80 %, випікання – за температури 220 – 230 °С протягом 19 хв.

Для оцінювання якості кексів передбачено визначення органолептичних і фізико-хімічних показників, зокрема зовнішнього вигляду, смаку, запаху, кольору, стану м'якуша, вологості, пористості, кислотності, питомого об'єму та щільності.

Таким чином, обрана методика досліджень дозволяє комплексно оцінити якість кексів, встановити вплив рецептурних компонентів на властивості готових виробів і створити основу для подальшого обґрунтування технології їх виробництва.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Загальні відомості

Кекси належать до поширених борошняних кондитерських виробів, які користуються стабільним попитом серед споживачів. Особливе місце в цій групі займають кекси, виготовлені на дріжджах, зокрема кекс «Пухкий», який за своїми ознаками близький до традиційної паски. Найбільші обсяги виробництва таких виробів спостерігаються у весняний період, напередодні свята Великодня.

Для багатьох кондитерських і хлібопекарських підприємств актуальним є завдання швидкої організації виробництва цієї продукції протягом обмеженого періоду. Водночас не всі підприємства мають спеціально обладнані відділення для санітарної обробки яєць. У таких умовах доцільним є застосування сухих яйцепродуктів, які спрощують підготовку сировини, зменшують тривалість технологічного процесу та підвищують санітарну безпечність виробництва.

Крім того, важливим завданням є забезпечення тривалішого збереження свіжості готових виробів, оскільки дріжджові кекси мають довший термін реалізації порівняно з окремими іншими виробами, виготовленими із застосуванням дріжджів.

У роботі досліджували вплив додавання харчової добавки E466 – на якісні показники кексу «Пухкий», виготовленого з пшеничного борошна. Вироби готували за рецептурою, наведеною в таблиці 2.1.

3.2 Дослідження впливу харчової добавки E466 на структурно-механічні властивості кексів

Харчову добавку E466 додавали під час замішування безопарного тіста у кількості 0,25; 0,50; 0,75 та 1,00 % до маси пшеничного борошна вищого сорту. Одночасно до рецептурної суміші вносили натуральні курячі яйця у кількості,

передбаченій базовою рецептурою. Оцінювання якості готових виробів здійснювали через 14 – 16 год після випікання. Результати досліджень наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вплив дозування E466 на фізико-хімічні показники якості kekсу «Пухкий»

Варіант зразка	Дозування E466, % до маси борошна	Пористість, %	Питомий об'єм, см ³ /г	Щільність, г/см ³	Кислотність, град	Вологість, %
Контрольний зразок	0	48,3	3,51	0,24	2,1	29,1
Дослідний зразок 1	0,25	50,2	3,58	0,25	2,1	29,1
Дослідний зразок 2	0,50	51,3	3,65	0,25	2,1	29,1
Дослідний зразок 3	0,75	53,6	3,73	0,26	2,1	29,1
Дослідний зразок 4	1,00	53,6	3,72	0,26	2,1	29,1

Як видно з наведених даних, внесення E466 сприяло покращенню структурних показників kekсу «Пухкий». Найбільше зростання пористості та питомого об'єму спостерігалось за дозування 0,75 % до маси борошна. Подальше збільшення кількості добавки до 1,00 % не забезпечувало суттєвого покращення якості виробів. Вологість і кислотність готової продукції залишалися стабільними в усіх дослідних зразках.

За результатами експериментальних досліджень, наведених у таблиці 3.3 та відображених на рисунках 3.1 і 3.2, встановлено, що внесення харчової добавки E466 у кількості від 0,25 до 0,75 % до маси борошна сприяє покращенню якості kekсу «Пухкий». Зокрема, питомий об'єм виробів збільшувався на 4 – 7 %, а пористість – на 8,5 % порівняно з контрольним зразком.

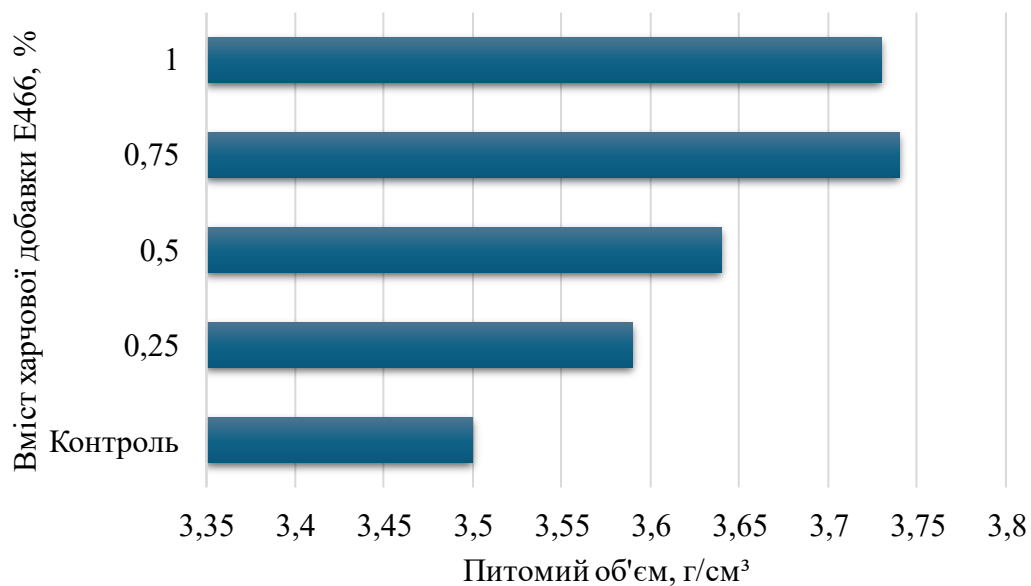


Рисунок 3.1 – Вплив кількості харчової добавки E466 на питомий об'єм кексу

Подальше підвищення дозування харчової добавки E466 не забезпечувало помітного збільшення питомого об'єму або пористості виробів. Отже, за результатами досліджень найбільш раціональним є внесення E466 у кількості 0,75 % до маси пшеничного борошна.

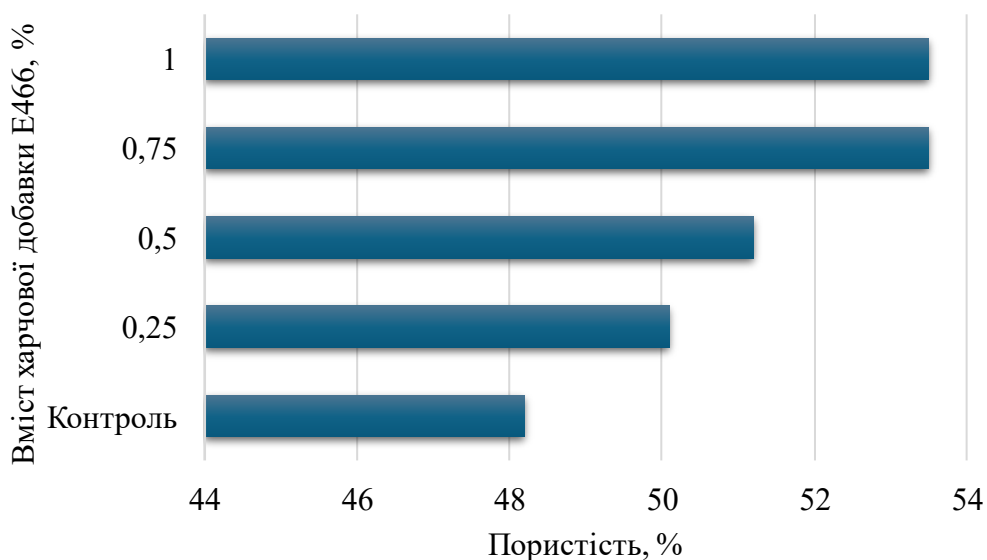


Рисунок 3.2 – Вплив кількості E466 на пористість

Отримані кекси мали правильну форму, гладку куполоподібну поверхню та

рівномірне забарвлення. М'якуш виробів характеризувався еластичністю, а готова продукція мала приємний здобний смак і властивий аромат.

До складу рецептури кексу «Пухкий» входить значна кількість жирового компонента, зокрема маргарину. Відомо, що якість виробів, які містять маргарин, можна покращити шляхом додаткового внесення поверхнево-активних речовин. Сухий яєчний жовток містить значну кількість природного емульгатора – лецитину, який належить до поверхнево-активних речовин. Тому збільшення частки жовтка у рецептурі кексу може позитивно впливати на структуру тіста та якість готових виробів.

У зв'язку з цим було досліджено вплив сухого яєчного жовтка на фізичні властивості тіста для кексів. Результати досліджень наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Зміна фізичних властивостей тіста для кексу за внесення сухого яєчного жовтка

Досліджуваний показник	Контрольний зразок	Зразок із додаванням сухого яєчного жовтка	Характер зміни
Водопоглинальна здатність, %	60,05	60,47	Незначне збільшення
Тривалість утворення тіста, год	1,8	1,5	Незначне скорочення
Стійкість тіста, хв	1,1	1,8	Підвищення стійкості
Розрідження тіста, BU	100,1	90,1	Зменшення розрідження
Число якості, мм	23,1	30,1	Покращення показника

За наведеними даними встановлено, що внесення сухого яєчного жовтка позитивно впливає на фізичні властивості тіста для кексу. Водопоглинальна здатність дещо підвищується з 60,05 до 60,47 %, а час утворення тіста скорочується з 1,8 до 1,5 год. Водночас стійкість тіста зростає з 1,1 до 1,8 хв, розрідження зменшується зі 100,1 до 90,1 BU, а число якості підвищується з 23,1 до 30,1 мм. Це свідчить про покращення структурно-механічних властивостей тіста за

використання сухого яєчного жовтка.

Було досліджено вплив різних співвідношень сухого яєчного жовтка та сухого яєчного білка на якісні показники кексу. Дослідні зразки виготовляли з використанням сухого яєчного жовтка і сухого яєчного білка у таких співвідношеннях: 40:60, 50:50 та 60:40. Як контроль використовували зразок, у якому сухі яйцепродукти вносили у кількості, еквівалентній натуральним яйцепродуктам за рецептурою.

За результатами експериментальних даних, наведених у таблиці 3.4 та відображених на рисунках 3.3 і 3.4, встановлено, що внесення сухого яєчного жовтка і сухого яєчного білка у співвідношеннях 40:60 та 60:40 не забезпечувало суттєвого підвищення питомого об'єму й пористості виробів порівняно з контрольним зразком. Найкращі результати були отримані за рівного співвідношення сухого яєчного білка і сухого яєчного жовтка – 50:50. У цьому випадку питомий об'єм готових виробів збільшувався на 6,9 %, а пористість – на 14,1 %.

Таблиця 3.4 – Якісні показники кексу «Пухкий» залежно від співвідношення сухого яєчного жовтка та сухого яєчного білка за додавання E466

Варіант зразка	Співвідношення сухого яєчного жовтка та сухого яєчного білка, %	Пористість, %	Питомий об'єм, см ³ /г	Щільність, г/см ³	Кислотність, град	Вологість, %
Контрольний зразок	-	48,3	3,51	0,26	2,1	29,1
Дослідний зразок 1	40:60	52,1	3,58	0,27	2,1	29,1
Дослідний зразок 2	50:50	55,1	3,75	0,28	2,1	29,1
Дослідний зразок 3	60:40	52,6	3,61	0,27	2,1	29,1

Наведені дані свідчать, що співвідношення сухого яєчного жовтка і сухого яєчного білка впливає на структурні показники кексу «Пухкий». Найвищі значення пористості та питомого об'єму отримано у зразку зі співвідношенням сухого

яєчного жовтка і сухого яєчного білка 50:50, де пористість становила 55,1 %, а питомий об'єм – 3,75 см³/г. Збільшення частки одного з компонентів не забезпечувало подальшого покращення якості виробів.

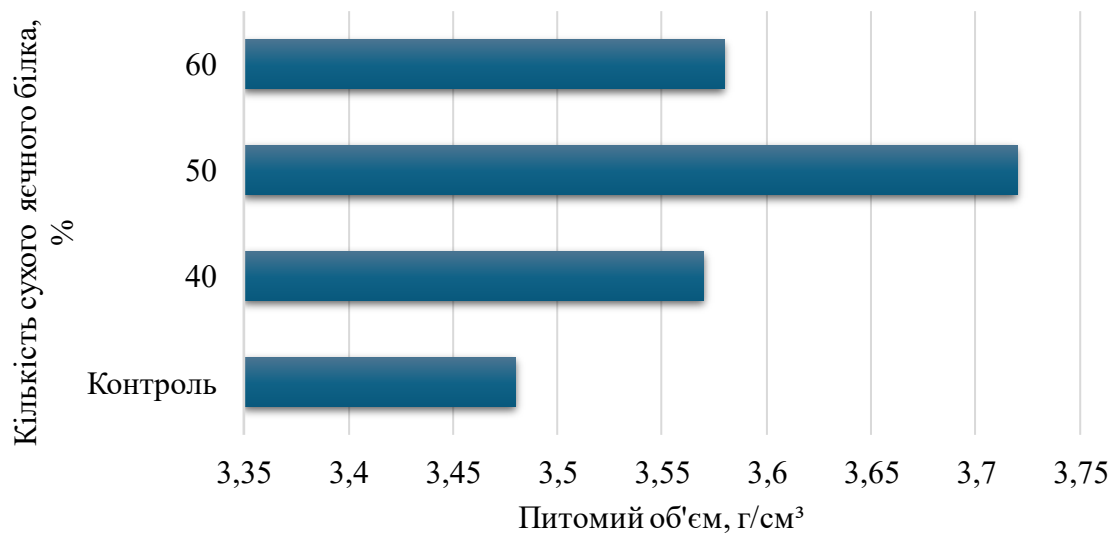


Рисунок 3.3 – Вплив масової частки сухого яєчного білка на кінцевий об'єм кексу

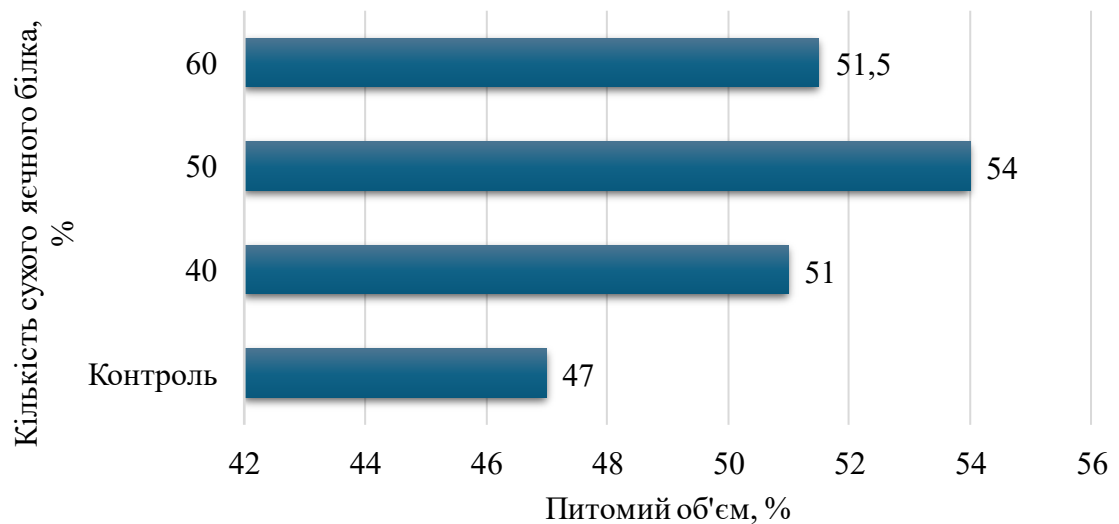


Рисунок 3.4 – Вплив масової частки сухого яєчного білка на пористість м'якуша кексу

Готові вироби мали правильну форму, рівну куполоподібну поверхню та однорідне забарвлення. М'якуш характеризувався доброю еластичністю, а сам

продукт мав приємний здобний смак і властивий аромат.

3.3 Результати досліджень спільного застосування E466 та сухих яйцепродуктів

Досліджували доцільність одночасного використання харчової добавки E466 та сухих яйцепродуктів у технології виробництва кексу «Пухкий» із пшеничного борошна вищого сорту.

Дослідні зразки виготовляли з внесенням E466 у кількості 0,25; 0,50 та 0,75 % до маси борошна, а також із використанням раніше встановленого оптимального співвідношення сухих яйцепродуктів.

Аналіз результатів, наведених у таблиці 3.5 та відображених на рисунках 3.5 і 3.6, свідчить, що сумісне застосування добавки E466 і сухих яйцепродуктів у визначеному співвідношенні позитивно впливає на якість кексу «Пухкий» та сприяє формуванню високих споживчих властивостей готового виробу.

Таблиця 3.5 – Вплив дозування E466 на якість кексу за співвідношення співвідношенні сухого яєчного жовтка і сухого яєчного жовтка 50:50

Варіант зразка	Вміст E466, % до маси борошна	Пористість, %	Питомий об'єм, см³/г	Щільність, г/см³	Кислотність, град	Вологість, %
Контрольний зразок	0	49,1	3,54	0,26	2,1	29,1
Дослідний зразок 1	0,25	52,5	3,61	0,27	2,1	29,1
Дослідний зразок 2	0,50	52,8	3,67	0,27	2,1	29,1
Дослідний зразок 3	0,75	56,6	3,83	0,28	2,1	29,1

Наведені результати свідчать, що сумісне використання сухих яйцепродуктів у співвідношенні сухого яєчного жовтка і сухого яєчного жовтка 50:50 та E466

позитивно впливає на якісні показники кексу. Найвищі значення пористості та питомого об'єму отримано за внесення 0,75 % E466 до маси борошна. За цього дозування пористість становила 56,6 %, а питомий об'єм – 3,83 см³/г. Кислотність і вологість у всіх зразках залишалися незмінними.

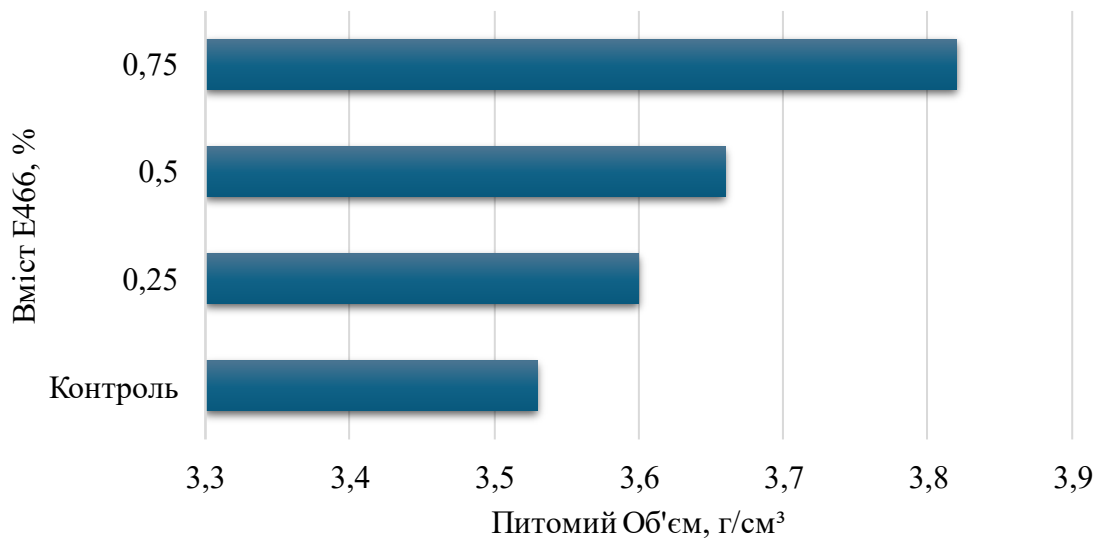


Рисунок 3.5 – Вплив дозування E466 на питомий об'єм кексу за встановленого співвідношення сухих яйцепродуктів

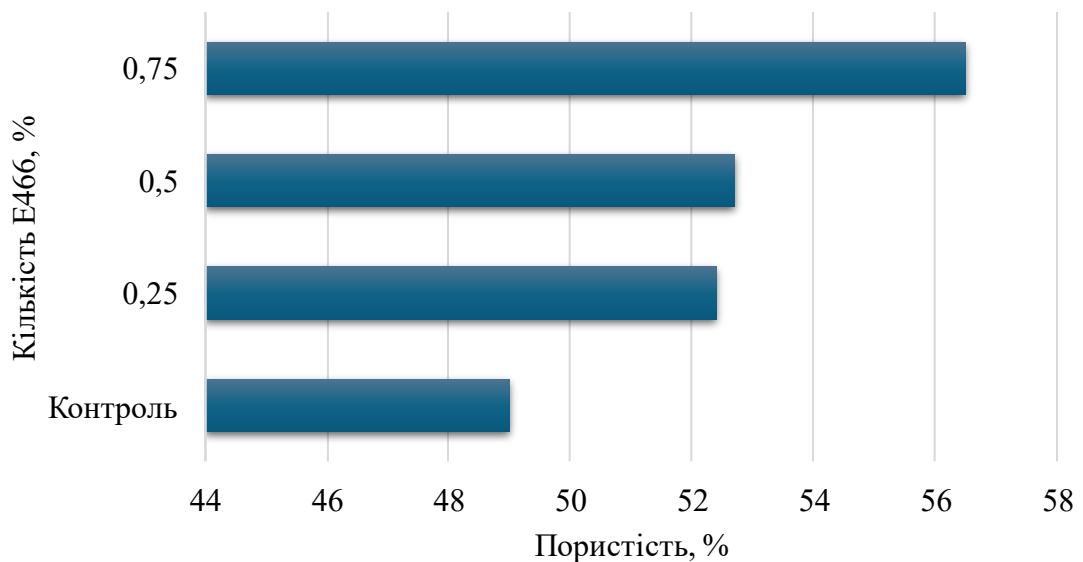


Рисунок 3.6 – Вплив дозування E466 на пористість кексів за встановленого співвідношення сухих яйцепродуктів

Як видно з рисунка 3.5, у контрольному зразку питомий об'єм кексу становив 3,54 см³/г. Одночасне використання E466 та сухих яйцепродуктів у встановленому

співвідношенні позитивно впливало на цей показник. У дослідних зразках питомий об'єм готових виробів зростав на 4 – 7 % порівняно з контролем.

Як видно з рисунка 3.6, пористість м'якуша у контрольному зразку кексу становила 49,1 %. Одночасне використання E466 та сухих яйцепродуктів у визначеному співвідношенні позитивно впливало на формування пористої структури готового виробу. У дослідних зразках пористість м'якуша зростала на 8,5 % порівняно з контролем.

3.4 Визначення реологічних показників тіста

Властивості тіста перед подальшим обробленням істотно впливають на перебіг процесів формування і вистоювання тістових заготовок, а також визначають якість готових виробів.

У роботі досліджували вплив сумісного внесення E466 у різних дозуваннях та сухих яйцепродуктів на реологічні властивості тіста для кексів.

Для оцінювання реологічних характеристик використовували структурометр. Визначення проводили на різних етапах технологічного процесу: після замішування тіста, через 1 год бродіння та наприкінці процесу бродіння. При цьому оцінювали адгезійні властивості тіста та час його релаксації.

Результати експериментальних досліджень подано в таблицях 3.6 і 3.7.

Наведені дані свідчать, що в процесі бродіння тіста для кексів відбуваються зміни його адгезійних, пружних та еластичних властивостей, які залежать від дозування E466 і використання сухих яйцепродуктів.

Таблиця 3.6 – Зміна адгезійних властивостей тіста для кексу за сумісного використання харчової добавки E466 та сухих яйцепродуктів

Варіант тіста	Вміст E466, % до маси борошна	Зусилля після замісу, Н	Зусилля через 1 год бродіння, Н	Зусилля наприкінці бродиння, Н
Контрольний зразок	0	-1,8	-3,7	-3,9
Дослідний зразок 1	0,25	-1,9	-3,7	-3,9
Дослідний зразок 2	0,50	-2,5	-3,9	-4,1
Дослідний зразок 3	0,75	-2,9	-3,9	-4,3
Дослідний зразок 4	1,00	-2,9	-3,6	-4,1

Таблиця 3.7 – Зміна часу релаксації тіста для кексів за сумісного використання E466 та сухих яйцепродуктів

Варіант тіста	Вміст E466, % до маси борошна	Час релаксації після замісу	Час релаксації через 1 год бродиння	Час релаксації наприкінці бродиння
Контрольний зразок	0	16,6	21,1	18,5
Дослідний зразок 1	0,25	15,6	16,5	16,8
Дослідний зразок 2	0,50	15,3	18,7	17,5
Дослідний зразок 3	0,75	14,7	18,9	19,7
Дослідний зразок 4	1,00	13,5	18,7	17,2

Наведені дані свідчать, що сумісне внесення E466 та сухих яйцепродуктів впливає на адгезійні властивості тіста для кексу. Найбільш виражені зміни спостерігалися у зразках із дозуванням E466 0,50 – 0,75 % до маси борошна. У процесі бродіння зусилля відриву змінювалося, що свідчить про перебудову структури тіста та зміну його липкості на різних етапах технологічного процесу.

Отримані результати підтверджують, що сумісне використання E466 та сухих

яйцепродуктів впливає на релаксаційні характеристики тіста для кексів. Після замішування спостерігалось поступове скорочення часу релаксації зі збільшенням кількості E466: від 16,6 с у контрольному зразку до 13,5 с за внесення 1,00 % добавки. Під час бродіння цей показник змінювався нерівномірно, що можна пояснити перебудовою внутрішньої структури тіста та формуванням його пружно-еластичних властивостей.

Аналіз впливу спільного внесення 0,75 % E466 та сухих яйцепродуктів у співвідношенні 50:50 показав, що тривалість релаксації тіста після замісу становила 14,7 с, через одну годину бродіння – 18,9 с, а наприкінці бродіння – 19,7 с. Порівняно з контрольним зразком такі зміни свідчать про вплив дослідних компонентів на структурно-механічні властивості тіста.

Дані, наведені в таблиці 3.8 та на рисунках 3.7 і 3.8, свідчать, що одночасне використання E466 і сухих яйцепродуктів позитивно позначається на реологічних властивостях тіста, виготовленого за рецептурою кексу «Пухкий». Це сприяє формуванню більш стабільної структури тіста та покращенню якості готових виробів.

Наведені дані характеризують вплив спільного внесення сухих яйцепродуктів в оптимальному співвідношенні та різних дозувань E466 на реологічні властивості тіста після завершення бродіння. Найбільше значення зусилля від проби тіста спостерігалось за внесення 0,75 % E466, що становило -4,2 Н. За цього ж дозування час релаксації тіста дорівнював 19,7 с, що свідчить про зміну пружно-еластичних властивостей тіста та формування більш структурованої системи.

Таблиця 3.8 – Реологічні показники тіста для кексів після бродіння за сумісного використання E466 і сухих яйцепродуктів

Варіант тіста	Вміст E466, % до маси борошна	Зусилля відриву проби тіста після бродіння, Н	Час релаксації тіста після бродіння, с
Контрольний зразок	0	-3,9	18,5
Дослідний зразок 1	0,25	-3,9	16,8
Дослідний зразок 2	0,50	-4,1	17,5
Дослідний зразок 3	0,75	-4,3	19,7
Дослідний зразок 4	1,00	-4,1	17,2

За сумісного внесення 0,75 % E466 та сухих яйцепродуктів у визначеному співвідношенні спостерігалось зниження зусилля приладу від проби тіста після завершення бродіння на 10,5 % порівняно з контрольним зразком.

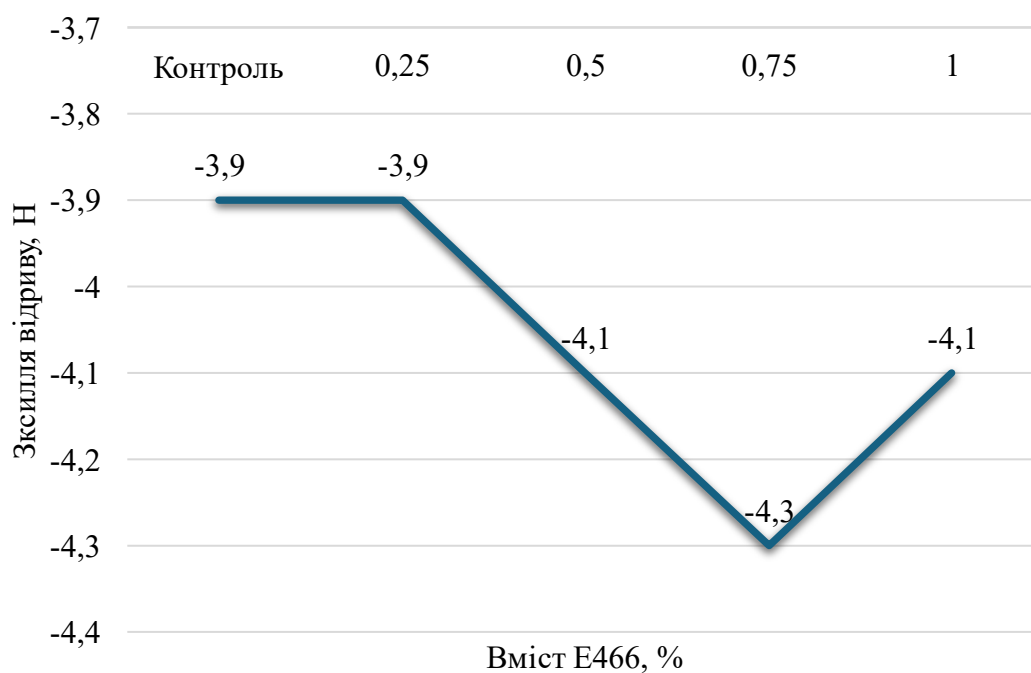


Рисунок 3.7 – Вплив дозування E466 на адгезійні властивості тіста для кексу

З наведених результатів видно, що за одночасного внесення 0,75 % E466 та сухих яйцепродуктів у встановленому співвідношенні зусилля приладу від проби

тіста наприкінці бродіння становило -4,3 Н. Подальше підвищення дозування E466 не забезпечувало покращення реологічних властивостей тіста. За збільшення кількості добавки спостерігалось посилення адгезійних властивостей: зусилля відриву проби тіста наприкінці бродіння змінювалося на 5,3 % порівняно з контрольним зразком.

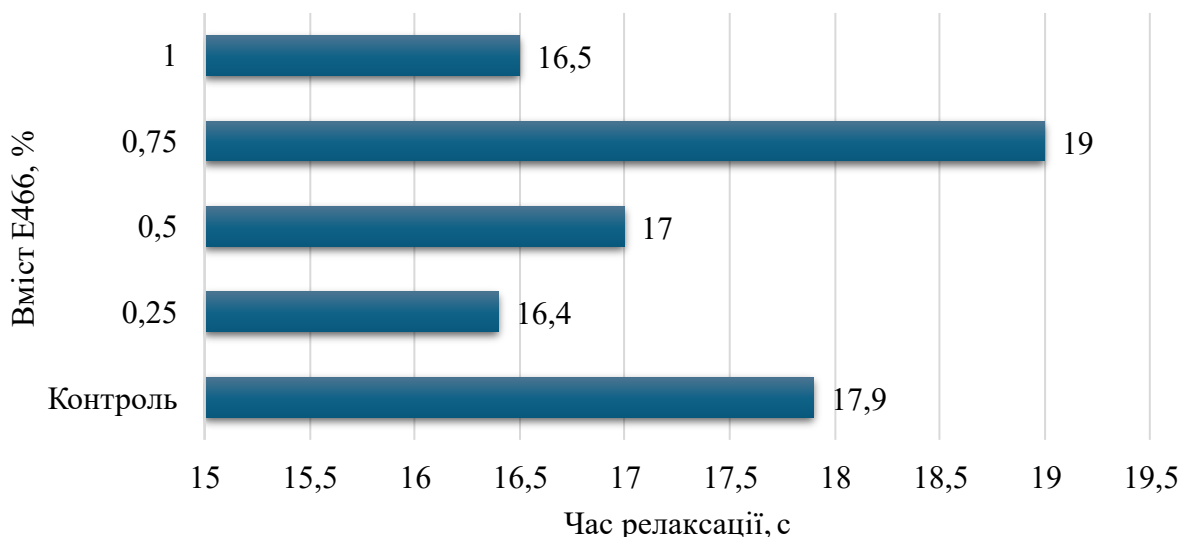


Рисунок 3.8 – Вплив дозування E466 на час релаксації напруги тіста для кексу «Пухкий»

З наведених даних встановлено, що наприкінці процесу бродіння тривалість релаксації тіста зменшувалася на 7 % порівняно з контрольним зразком.

3.5 Визначення граничного терміну зберігання

Для кексу «Пухкий» важливим технологічним завданням є подовження періоду збереження свіжості, оскільки такі вироби можуть реалізовуватися протягом тривалішого часу. У зв'язку з цим досліджували вплив сумісного використання E466 та сухих яйцепродуктів у визначеному співвідношенні на здатність виробів зберігати свіжість.

Оцінювання свіжості проводили за зміною гідрофільних і структурно-механічних властивостей м'якуша. E466 вносили у кількості 0,75 % до маси

борошна, а сухі яйцепродукти використовували у співвідношенні сухий яєчний білок і сухий яєчний жовток 50:50.

Готові вироби аналізували через 24, 48, 72 та 96 год після випікання. Ступінь черствіння визначали за зміною реологічних властивостей м'якуша за допомогою структурометра, а також за показниками його гідрофільних властивостей. Результати проведених досліджень подано в таблицях 3.9, 3.10 та на рисунках 3.9 – 3.12.

Таблиця 3.9 – Зміна реологічних властивостей м'якуша кексу «Пухкий» під час зберігання

Тривалість зберігання, год	Варіант виробу	Загальна деформація	Пластична деформація	Пружна деформація
24	Контрольний зразок	13,89	11,55	3,35
24	Дослідний зразок	14,43	10,51	3,93
48	Контрольний зразок	12,23	8,95	3,29
48	Дослідний зразок	10,35	7,91	2,45
72	Контрольний зразок	6,66	4,89	1,79
72	Дослідний зразок	9,52	7,38	2,15
96	Контрольний зразок	3,24	2,13	1,12
96	Дослідний зразок	6,48	4,52	1,97

Наведені дані свідчать, що під час зберігання реологічні властивості м'якуша кексу поступово змінювалися. У контрольному зразку показники загальної, пластичної та пружної деформації знижувалися інтенсивніше, що свідчить про швидше черствіння виробу. У зразках із сумісним внесенням E466, сухий яєчний білок та сухий яєчний жовток зниження деформаційних показників відбувалося

повільніше. Це свідчить про краще збереження м'якості та еластичності м'якуша протягом 96 год зберігання.

Дані, наведені в таблиці 3.10, показують, що в процесі зберігання протягом 24 – 96 год об'єм осаду набряклих частинок м'якуша у дослідному зразку був вищим, ніж у контрольному. Так, через 24 год цей показник збільшувався на 7,0 %, через 48 год – на 9,0 %, а через 72 год – на 22,0 % порівняно з контрольним зразком.

Таблиця 3.10 – Зміна гідрофільних властивостей м'якуша кексу під час зберігання

Тривалість зберігання, год	Варіант виробу	Об'єм набряклих частинок м'якуша, см ³
24	Контрольний зразок	46
24	Дослідний зразок	49
48	Контрольний зразок	44
48	Дослідний зразок	48
72	Контрольний зразок	41
72	Дослідний зразок	46
96	Контрольний зразок	37
96	Дослідний зразок	45

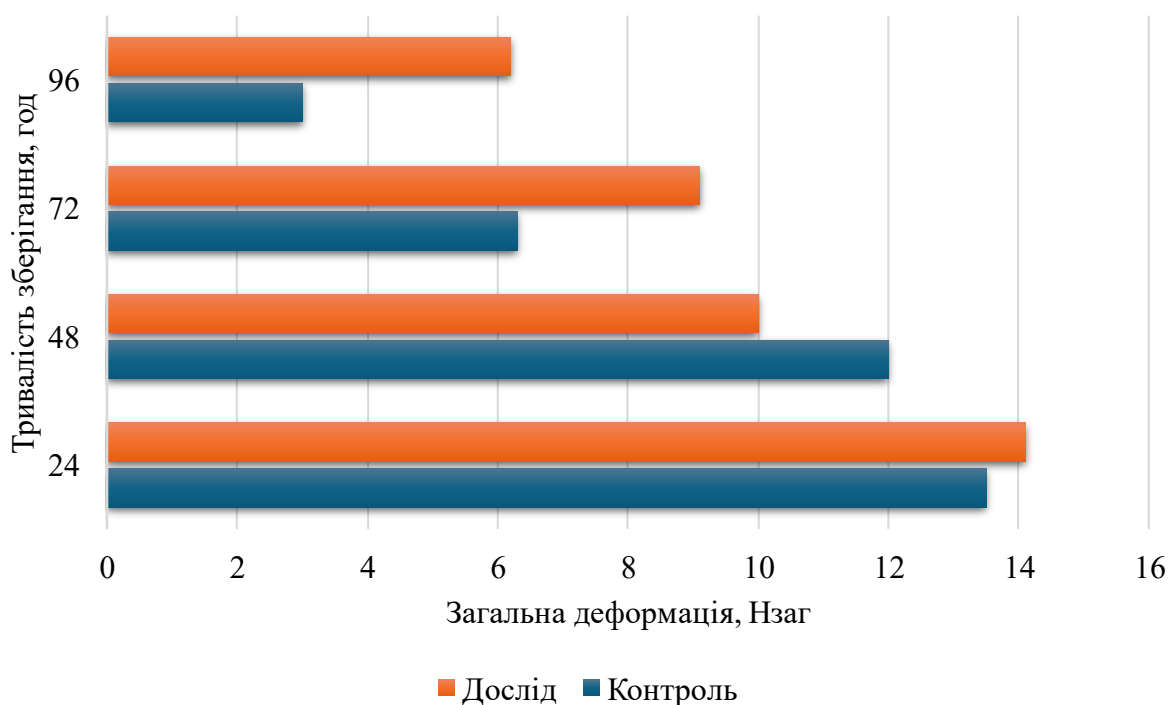


Рисунок 3.9 – Зміна загальної деформації м'якуша контрольного та дослідного зразків кексу «Пухкий»

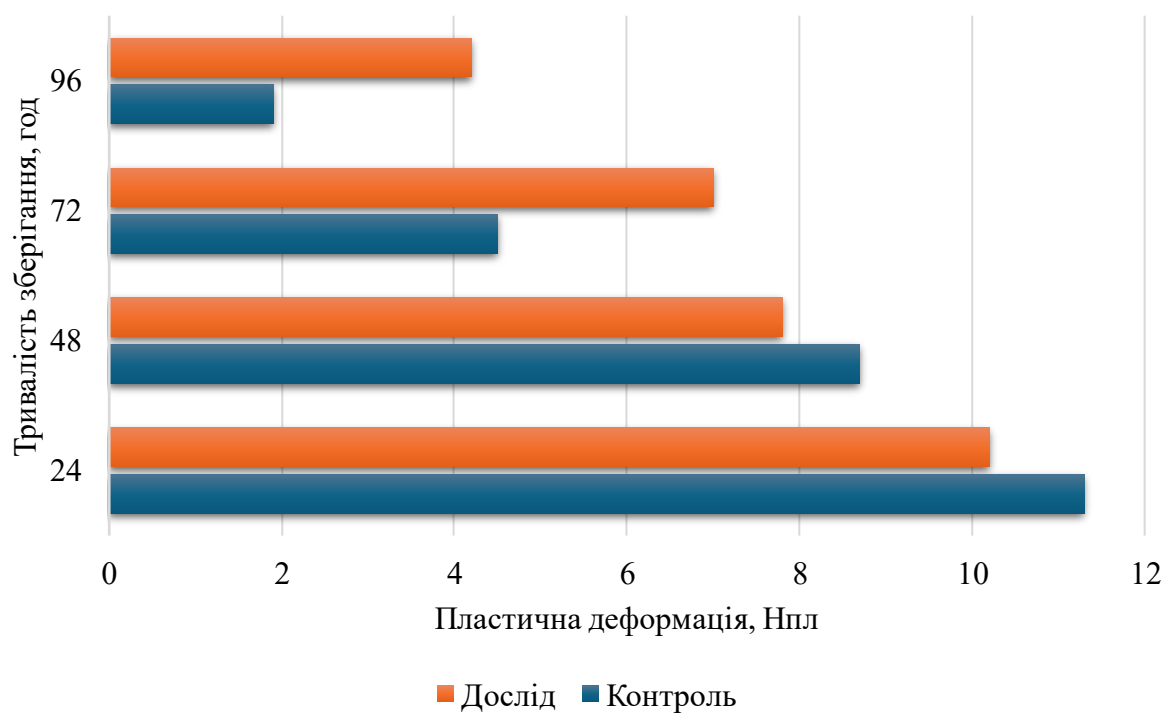


Рисунок 3.10 – Зміна пластичної деформації м'якуша контрольного та дослідного зразків кексу «Пухкий»

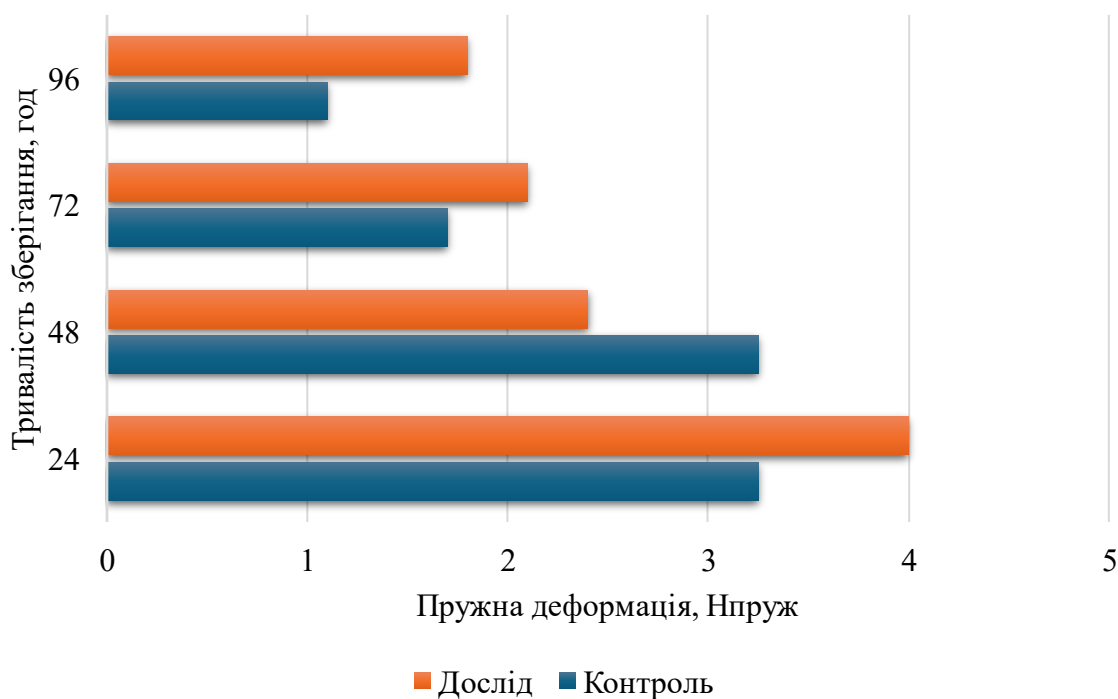


Рисунок 3.11 – Зміна пружної деформації м'якуша контрольного та дослідного зразків кексу «Пухкий»



Рисунок 3.12 – Зміна гідрофільних властивостей м'якуша кексу «Пухкий» під час зберігання

Отримані результати експериментальних досліджень узгоджуються з даними органолептичного оцінювання, наведеними на рисунку 3.13. Встановлено, що м'якуш кексів, виготовлених із додаванням E466 та сухих яйцепродуктів, у процесі зберігання довше залишався м'яким і еластичним. Це, ймовірно, пов'язано зі зменшенням втрат вологи та кращим її утриманням у структурі виробу.

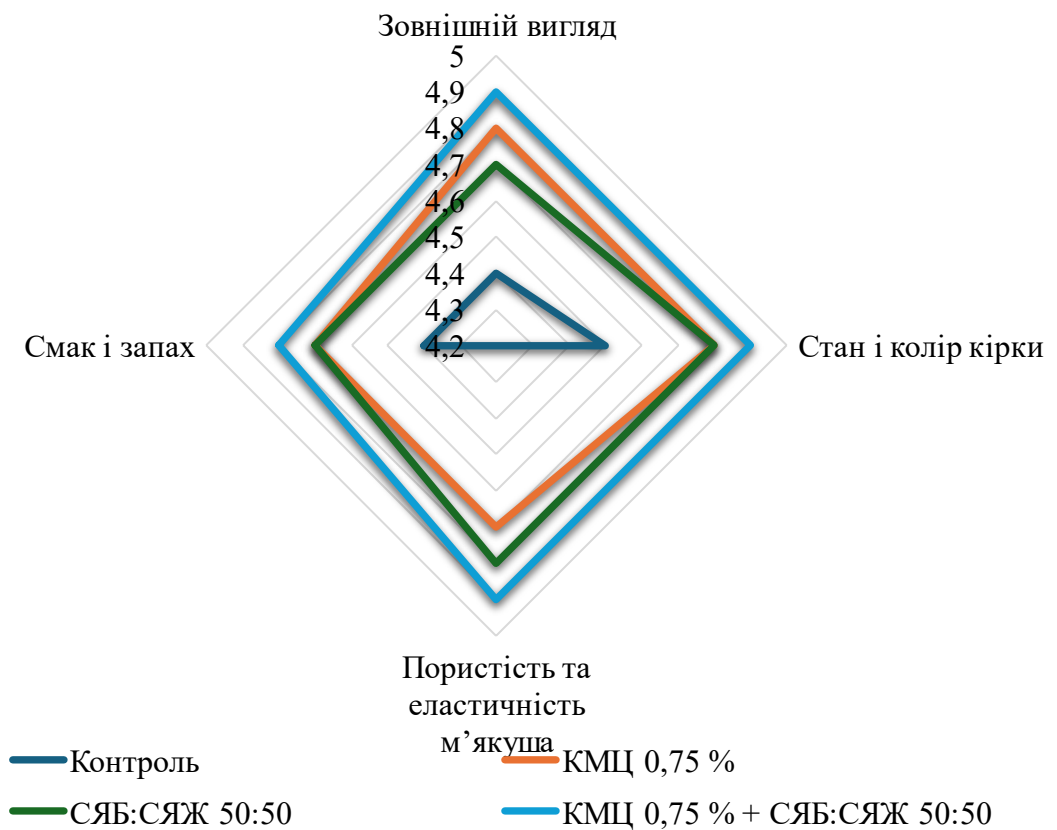


Рисунок 3.13 – Профілограма органолептичних показників отриманих зразків кексів

Можна зробити висновок, що кекс «Пухкий», виготовлений із додаванням Е466 та заміною натурального курячого яйця сухими яйцепродуктами, черствів повільніше порівняно з контрольним зразком. Ймовірно, це пояснюється перерозподілом вологи у структурі м'якуша та збільшенням частки зв'язаної вологи, що сприяло кращому збереженню м'якості виробу під час зберігання.

3.6 Визначення харчової цінності контрольного та дослідного зразків кексів

Для оцінювання харчової цінності контрольного та дослідного зразків кексів було проведено розрахунок вмісту основних харчових речовин (таблиця 3.11): білків, жирів, вуглеводів та енергетичної цінності. Розрахунок виконували на основі рецептурного складу виробів та середніх довідкових значень хімічного складу сировини.

Контрольним зразком був кекс «Пухкий», виготовлений за базовою рецептурою з використанням натурального меланжу. Дослідний зразок передбачав використання сухих яйцепродуктів у співвідношенні сухий яєчний білок: сухий яєчний жовток 50:50 та внесення E466 у кількості 0,75 % до маси борошна, оскільки саме це поєднання забезпечило найкращі показники якості готових виробів.

Таблиця 3.11 – Розрахункова харчова цінність контрольного та дослідного зразків кексів, на 100 г виробу

Показник	Контрольний зразок	Дослідний зразок
Білки, г	7,29	7,56
Жири, г	11,29	10,95
Вуглеводи, г	58,80	58,87
Харчові волокна, г	-	0,39
Енергетична цінність, ккал	365,94	364,27

За результатами розрахунків встановлено, що дослідний зразок кексу мав дещо вищий вміст білків – 7,56 г/100 г проти 7,29 г/100 г у контрольному зразку. Це пояснюється використанням сухих яйцепродуктів, які характеризуються підвищеною концентрацією білкових речовин порівняно з натуральним меланжем.

Вміст жирів у дослідному зразку знизився з 11,29 г/100 г до 10,95 г/100 г, що пов'язано із заміною натурального меланжу сухими яйцепродуктами у встановленому співвідношенні. Вміст вуглеводів у контрольному та дослідному зразках залишався практично на одному рівні та становив відповідно 58,80 і 58,87 г/100 г.

Внесення E466 сприяло появі у складі дослідного зразка додаткової кількості харчових волокон – близько 0,39 г/100 г. Це має позитивне значення з погляду формування виробів профілактичного спрямування, оскільки харчові волокна беруть участь у регулюванні функціонування травної системи та можуть сприяти покращенню споживчих властивостей продукту.

Енергетична цінність дослідного зразка становила 364,27 ккал/100 г, що дещо нижче порівняно з контрольним зразком – 365,94 ккал/100 г. Незначне зниження

калорійності пояснюється зменшенням частки жирового компонента та внесенням E466, яка не має суттєвої енергетичної цінності.

Отже, використання сухих яйцепродуктів у співвідношенні 50:50 та E466 у кількості 0,75 % до маси борошна дозволяє отримати кекси з покращеним білковим складом, незначно зниженою енергетичною цінністю та наявністю додаткової кількості харчових волокон. Це підтверджує доцільність застосування запропонованих рецептурних компонентів у технології кексів профілактичного спрямування.

3.7 Опис технологічного процесу виробництва кексів пониженої енергетичної цінності

Рецептура дослідного зразку наведена в таблиці 3.12.

У тістомісильну машину вносили теплу воду температурою 30 °С, дріжджі згідно з рецептурою та частину борошна. Отриману суміш перемішували протягом 2 хвилин до утворення однорідної маси. Бродіння опари здійснювали в термостаті за температури 30 – 32 °С упродовж 150 хвилин. Схема технологічного процесу представлена на рисунку 3.13.



Рисунок 3.13 – Схема технологічного процесу виробництва кексів пониженої енергетичної цінності

Таблиця 3.12 – Рецептúra дослідного зразка кексу з розрахунку на 100 кг борошна

Рецептурний компонент	Кількість сировини, кг
Борошно пшеничне	100,00
Дріжджі хлібопекарські	4,00
Цукор	28,80
Маргарин столовий	22,00
Сіль харчова	0,60
СЯБ:СЯЖ	10:10
E466	0,75
Родзинки	15,00
Ванільна пудра	0,07
Загальна кількість сировини	191,07

Після завершення бродіння до опари додавали решту рецептурних компонентів, а також цедру лимона у вигляді порошку. Сіль і цукор попередньо розчиняли у воді, а маргарин вносили у розплавленому стані. Замішування тіста проводили протягом 5 хвилин, після чого його залишали для бродіння на 2,5 години.

Із готового тіста відбирали зразки масою 400 г, формували тістові заготовки та розміщували їх у формах. Вистоювання здійснювали у вистоювальній шафі за температури 38 – 40 °C і відносної вологості повітря 75 – 80 %. Готовність заготовок оцінювали органолептичним методом.

Випікання проводили у духовій шафі за температури 220 – 230 °C протягом 19 хвилин. Після завершення випікання кекси виймали з форм і охолоджували протягом 1,5 години. Показники якості готових виробів визначали через 14 – 16 годин після випікання.

Висновки за розділом

У розділі експериментально досліджено вплив E466 та сухих яйцепродуктів на якість кексу «Пухкий». Встановлено, що внесення E466 у кількості 0,75 % до

маси борошна є найбільш доцільним, оскільки забезпечує збільшення питомого об'єму виробів на 4 – 7 % і підвищення пористості на 8,5 % порівняно з контрольним зразком.

Доведено, що використання сухого яєчного білка та сухого яєчного жовтка у співвідношенні 50:50 позитивно впливає на якість кексів. За такого співвідношення питомих об'єм збільшувався на 6,9 %, а пористість – на 14,1 %, що свідчить про покращення структури м'якуша.

Встановлено, що спільне внесення E466 у кількості 0,75 % та сухих яйцепродуктів у співвідношенні сухого яєчного білка і сухого яєчного жовтка 50:50 забезпечує найкращі показники якості готових виробів. Пористість кексів зростала до 56,6 %, питомих об'єм – до 3,83 см³/г, тоді як кислотність і вологість залишалися стабільними.

Дослідження реологічних властивостей тіста показало, що спільне використання E466 та сухих яйцепродуктів сприяє покращенню пружно-еластичних властивостей тіста, зменшенню адгезійності та скороченню часу релаксації після бродіння приблизно на 7 % порівняно з контролем.

Встановлено, що дослідні зразки повільніше черствіли під час зберігання. Через 96 годин після випікання показники загальної, пластичної та пружної деформації м'якуша у зразках із E466 і сухими яйцепродуктами були вищими, ніж у контрольних виробках, що свідчить про краще збереження м'якості та еластичності.

Органолептична оцінка підтвердила переваги дослідних зразків: вироби мали правильну форму, гладку куполоподібну поверхню, рівномірне забарвлення, еластичний м'якуш, приємний здобний смак і запах.

Отже, результати досліджень підтверджують доцільність використання E466 та сухих яйцепродуктів у технології кексів на дріжджах. Запропоноване поєднання рецептурних компонентів дозволяє покращити структурно-механічні, органолептичні та споживчі властивості готових виробів, а також подовжити термін збереження їх свіжості.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Розроблення картки з безпеки праці для працівників цеху з виробництва кексів пониженої харчової цінності

Виробництво кексів пониженої харчової цінності передбачає виконання низки технологічних операцій, пов'язаних із підготовкою сировини, дозуванням рецептурних компонентів, приготуванням опари, замісом тіста, бродінням, формуванням тістових заготовок, вистоюванням, випіканням, охолодженням та оцінюванням якості готової продукції. Під час виконання цих операцій працівники можуть зазнавати впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів: рухомих частин обладнання, підвищеної температури, гарячої пари, електричного струму, борошняного пилу, слизької підлоги, гострого інвентарю, гарячих форм і листів, а також фізичного навантаження під час переміщення сировини та готових виробів.

Розроблення картки безпеки праці (рисунок 4.1) є необхідним елементом організації безпечних умов роботи у виробничому цеху. Вона дозволяє визначити основні небезпечні фактори, встановити вимоги до безпечного виконання технологічних операцій, запобігти виробничому травматизму та забезпечити дотримання санітарно-гігієнічних вимог під час виробництва кексів.

Перед початком роботи працівник повинен одягнути чистий санітарний одяг, головний убір, закрите неслизьке взуття, перевірити справність обладнання, інвентарю, ваговимірювальних приладів, форм, захисних кожухів і заземлення. Робоче місце має бути чистим, сухим, добре освітленим і не захлабленим сторонніми предметами.

Під час роботи необхідно дотримуватися технологічної послідовності операцій, не перевищувати допустиме навантаження обладнання, не торкатися рухомих частин машин, не відкривати захисні кришки під час роботи обладнання, не залишати ввімкнені машини та печі без нагляду. Особливу увагу слід приділяти роботі з гарячими формами, пекарною камерою та розстійною шафою, оскільки ці операції пов'язані з ризиком термічних опіків.

Основні небезпечні фактори



Етап роботи	Небезпечні фактори	Вимоги безпеки	ЗІЗ
1 Підготовка сировини	пил, розсипання, фізичне навантаження	підтримувати чистоту, не допускати розсипання	санітарний одяг, головний убір, рукавички
2 Дозування компонентів	пилоподібні добавки, помилки дозування	використовувати ваги й мірний інвентар	рукавички, респіратор
3 Приготування опари	тепла вода, забруднення поверхні	контролювати температуру, не переполювати ємності	санітарний одяг, рукавички
4 Заміс тіста	рухомі частини машини, електробезпека	перевіряти справність і кожухи, не очищати до зупинки	санітарний одяг, головний убір, неслизьке взуття
5 Бродіння тіста	підвищена температура, переміщення діж	розміщувати ємності стійко, проходи тримати вільними	рукавички, зручне взуття
6 Формування заготовок	навантаження на руки, порізи	використовувати справний інвентар, дотримуватися порядку	рукавички, головний убір
7 Вистоювання	гаряча пара, висока температура й вологість	відкривати шафу обережно	термостійкі рукавиці, фартух
8 Випікання	висока температура, гарячі форми, пожежна безпека	контролювати піч, використовувати спеціальний інвентар	термостійкі рукавиці, фартух, закриті взуття
9 Охолодження	гарячі вироби та форми	рівномірно розміщувати вироби на стелажах	рукавички
10 Оцінка якості	ножі, лабораторний інвентар	проби відбирати після охолодження	санітарний одяг, рукавички
11 Миття обладнання	мийні засоби, слизька підлога, електрика	відключати від мережі, витирати підлогу насухо	гумові рукавички, фартух

Загальні правила безпеки

1. Перед початком роботи <ul style="list-style-type: none"> одягнути санітарний одяг перевірити справність обладнання підготувати чисте робоче місце 	2. Під час роботи <ul style="list-style-type: none"> дотримуватися технології не торкатися рухомих частин не залишати обладнання без нагляду 	3. У разі аварії <ul style="list-style-type: none"> зупинити обладнання повідомити керівника надати першу допомогу
--	--	--

Дотримання картки безпеки праці знижує ризик травматизму, покращує санітарний стан виробництва та забезпечує безпечну роботу персоналу.

Рисунок 4.1 – Картка безпеки праці оператора лінії з виробництва кексів пониженої харчової цінності

Після завершення роботи працівник повинен вимкнути обладнання, очистити робоче місце, видалити залишки тіста, борошна та інших компонентів, вимити інвентар і форми, провести санітарну обробку поверхонь. Вологе прибирання необхідно виконувати так, щоб не допустити утворення слизьких ділянок підлоги.

У разі виникнення аварійної ситуації, появи стороннього шуму, запаху гару, задимлення, пошкодження електропроводки, травмування працівника або опіку необхідно негайно зупинити обладнання, повідомити керівника зміни, надати першу домедичну допомогу потерпілому та за потреби викликати аварійні служби.

Таким чином, розроблена картка безпеки праці дозволяє систематизувати основні виробничі ризики під час виготовлення кексів пониженої харчової цінності та визначити заходи щодо їх попередження. Її впровадження сприяє зниженню травматизму, покращенню санітарного стану виробництва, безпечній експлуатації обладнання та стабільній роботі цеху.

4.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва кексів пониженої харчової цінності

У процесі виробництва кексів пониженої харчової цінності утворюються різні види відходів, які потребують раціонального збирання, сортування та подальшої утилізації. До основних відходів (рисунок 4.2) належать залишки борошна, цукру, сухих яйцепродуктів, харчових добавок, залишки тіста, некондиційні або підгорілі вироби, використані форми чи пакувальні матеріали, а також стічні води після миття обладнання, інвентарю та виробничих поверхонь.

Основним напрямом зменшення кількості харчових відходів є раціональне дозування сировини та контроль технологічних параметрів на всіх етапах виробництва. Дотримання рецептури, температурних режимів, тривалості бродіння, вистоювання і випікання дозволяє зменшити кількість некондиційної продукції та втрати сировини.

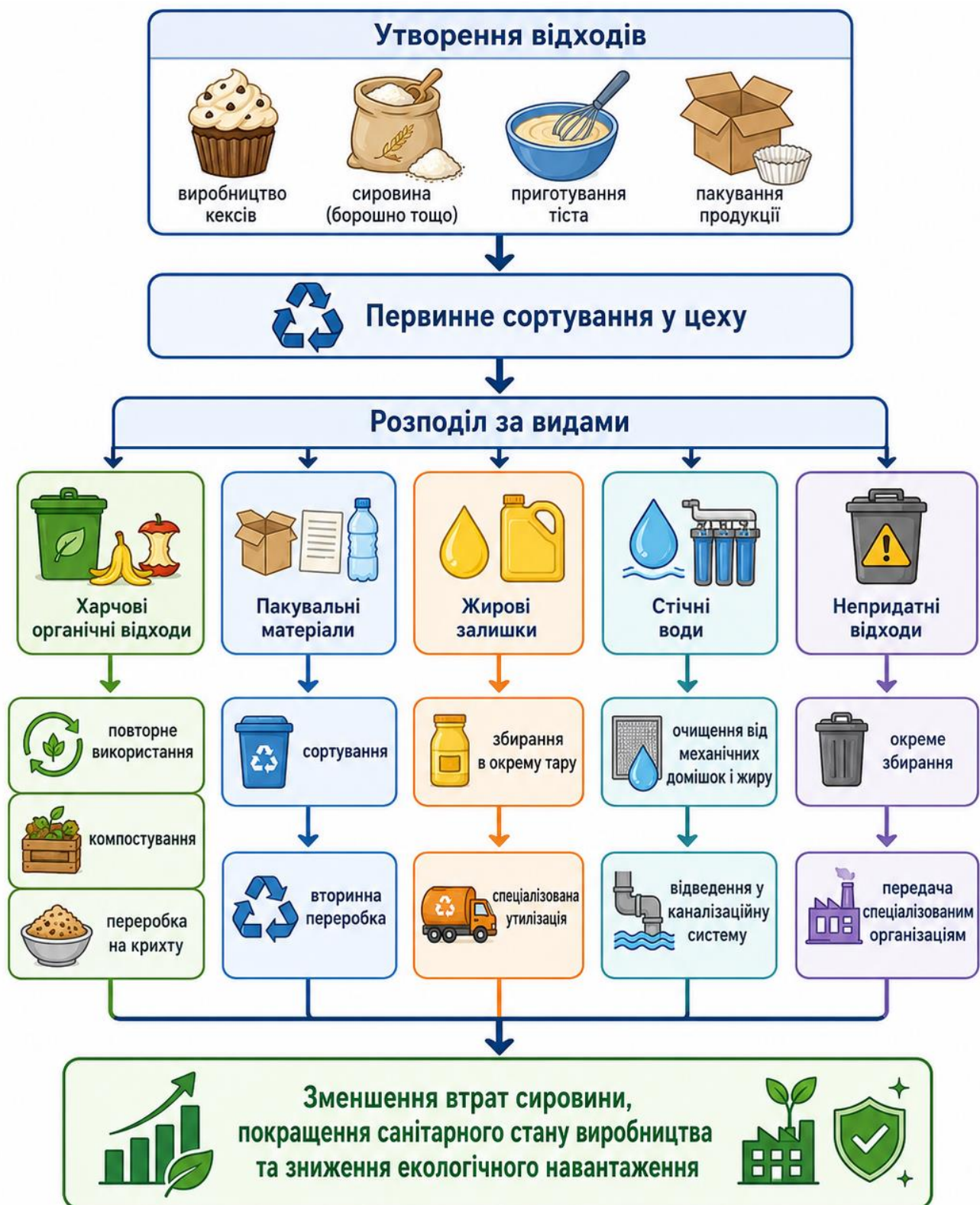


Рисунок 4.2 – Шляхи утилізації відходів виробництва кексів пониженої харчової цінності

Придатні залишки тіста можуть бути повторно використані у виробничому процесі за умови дотримання санітарно-гігієнічних вимог. Некондиційні кекси, які

не мають ознак підгорілості, забруднення чи мікробіологічного псування, доцільно висушувати та подрібнювати для отримання крихти, яку можна використовувати як допоміжний компонент у кондитерському виробництві або передавати на кормові цілі.

Органічні відходи, зокрема залишки тіста, родзинок, борошняної сировини та інших харчових компонентів, доцільно направляти на компостування або біологічну переробку. Це дозволяє отримати органічне добриво та зменшити обсяг відходів, що потрапляють на полігони.

Особливу увагу необхідно приділяти жировим залишкам, які утворюються під час роботи з маргарином та миття інвентарю. Їх не можна скидати безпосередньо у каналізаційну систему, оскільки жири здатні накопичуватися на стінках трубопроводів і спричиняти засмічення. Такі відходи слід збирати окремо у спеціальну тару та передавати на спеціалізовану утилізацію.

Пакувальні матеріали необхідно сортувати за видами: папір, картон, полімерна тара та комбіновані матеріали. Їхнє роздільне збирання спрощує подальшу передачу на вторинну переробку та зменшує кількість змішаних побутових відходів.

Стічні води після миття обладнання, форм та інвентарю можуть містити залишки борошна, тіста, жиру, цукру, сухих яйцепродуктів і мийних засобів. Перед відведенням у каналізаційну систему їх доцільно очищувати від механічних домішок за допомогою решіток, сітчастих фільтрів або відстійників. Жирові залишки необхідно вилучати окремо.

Таким чином, найбільш доцільними шляхами утилізації відходів під час виробництва кексів пониженої харчової цінності є сортування, повторне використання придатних залишків тіста, переробка некондиційних виробів, компостування органічних відходів, очищення стічних вод, окреме збирання жирових залишків і передача пакувальних матеріалів на вторинну переробку. Впровадження таких заходів сприяє зменшенню кількості відходів, покращенню санітарного стану виробництва та підвищенню екологічної безпечності технологічного процесу.

Висновки за розділом

У розділі розглянуто питання охорони праці та поводження з відходами під час виробництва кексів пониженої харчової цінності. Встановлено, що основними небезпечними факторами у цеху є рухомі частини обладнання, підвищена температура, гаряча пара, електричний струм, борошняний пил, слизька підлога, гострий інвентар, гарячі форми та фізичне навантаження.

Таким чином, запропоновані заходи з охорони праці та утилізації відходів сприяють зниженню виробничого травматизму, покращенню санітарного стану цеху, безпечній експлуатації обладнання та підвищенню екологічної безпечності виробництва кексів пониженої харчової цінності.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати на проведення досліджень

Складений кошторис витрат слугує основою для визначення обсягу фінансових ресурсів, необхідних для проведення науково-дослідної роботи. При його розрахунку враховують витрати на придбання сировини та допоміжних матеріалів, спожиту електроенергію, оплату праці виконавців, амортизаційні відрахування на обладнання, а також накладні витрати.

Вартість основних і допоміжних матеріалів розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.1)$$

де m_1 – кількість витраченого матеріалу;

C_1 – вартість одиниці витраченого матеріалу, грн/кг.

У таблиці 5.1 наведено результати розрахунків вартості матеріалів, використаних під час проведення експериментальних досліджень, у перерахунку на 10 кг борошна.

Таблиця 5.1 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість

Найменування, одиниці	Кількість, кг	Ціна, грн/кг	Сума, грн.
Борошно пшеничне вищий сорт	10,00	24,84	248,4
Дріжджі хлібопекарські пресовані	0,40	62,00	24,80
Цукор - пісок	2,88	29,83	85,91
Маргарин	2,20	98,00	215,60
Сіль кухонна харчова	0,06	12,00	0,72
СЯ:	1	500,00	500
СЯЖ	1	900,00	900
E466	0,075	234,00	17,55
Родзинки	1,50	221,00	331,50
Пудра ванільна	0,007	102,00	0,71
Всього			2325,19

У таблиці 5.2 наведено результати розрахунку витрат на оплату праці учасників дослідження, яку визначали множенням середньої погодинної ставки на загальну кількість відпрацьованих годин.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на оплату праці учасників наукового дослідження

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	16000	50,00	20	2000,00
Всього				2000,00

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % від загальної суми оплати праці, що підлягає сплаті єдиного соціального внеску:

$$H = \frac{2000,00 \cdot 22}{100} = 440,00 \text{ грн.}$$

Вартість спожитої електроенергії визначають за такою формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.2)$$

де M – загальна потужність лабораторного устаткування, кВт;

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

T – час роботи дослідного устаткування, год;

a – тариф на електроенергію, грн/(кВт/год).

Витрати електроенергії на роботу обладнання, що застосовується для змішування рецептурних компонентів, становлять:

$$E_{\text{містозмішувач}} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 4 \cdot 16,4 = 76,75 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу обладнання, що використовується для вистоювання виробів, становлять:

$$E_{\text{вист.шафа}} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 16,4 = 531,36 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу обладнання, що використовується для випікання виробів, становлять:

$$E_{\text{дух.шафа}} = 2,4 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 16,4 = 850,17 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу ноутбука становлять:

$$E_{\text{ноутбук}} = 0,1 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 16,4 = 295,20 \text{ грн.}$$

Загальні розрахункові витрати на електроенергію:

$$\begin{aligned} E_{\text{заг}} &= E_{\text{тістозмішування}} + E_{\text{вист.шафа}} + E_{\text{дух.шафа}} + E_{\text{ноутбук}} = \\ &= 76,75 + 531,36 + 850,17 + 295,20 = 1753,48 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Суму амортизаційних відрахувань на обладнання, що використовується під час проведення дослідження, визначають за формулою 5.3:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.3)$$

де A – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – тривалість року.

У таблиці 5.3 подано результати розрахунку амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження.

Таблиця 5.3 – Розрахунок амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Тістозмішувач Kenwood	22800,00	10	1	6,24
Вистоювальна шафа UNOX	43850,00	10	3	36,04
Пароконвектомат UNOX Arianna	43000,00	10	3	35,34
Ноутбук Acer	29000,00	24	25	476,71
Всього				554,33

Накладні витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням і організацією виробничого процесу, включають оплату праці обслуговуючого та адміністративного персоналу. Витрати на технічне обслуговування обладнання приймаються на рівні 80 % від розрахованої заробітної плати дослідника:

$$\frac{(2000,00 \cdot 80)}{100} = 1600,00 \text{ грн.}$$

Розрахункову вартість проведення лабораторного дослідження наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок загальної вартості дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали (ОМ)	2325,19
Заробітна плата (ЗП)	2000,00
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	440,00
Електроенергія (Е)	1753,48
Амортизація (А)	554,33
Накладні витрати (НВ)	1600,00
Всього	8673,00

За результатами проведеного аналізу встановлено, що найбільшу частку в загальній структурі витрат становлять витрати на оплату праці та витрати на основні атеріали, які є основними складовими собівартості дослідження.

5.2 Визначення вартості дослідження

Оскільки дослідження має фундаментальний характер, вартість його проведення визначали з урахуванням сукупних витрат і запланованого рівня рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 8673,00 + \frac{30 \cdot 8673,00}{100} = 11274,90 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 11274,90 грн.

Висновки за розділом

Встановлено, що вартість основних матеріалів у перерахунку на 10 кг борошна становила 2325,19 грн. Витрати на оплату праці склали 2000,00 грн, нарахування на заробітну плату – 440,00 грн, електроенергію – 1753,48 грн, амортизацію обладнання – 554,33 грн, накладні витрати – 1600,00 грн.

Загальна розрахункова вартість проведення лабораторного дослідження становила 8673,00 грн. З урахуванням нормативної рентабельності кінцева вартість дослідження склала 11274,90 грн.

Отже, проведені розрахунки підтверджують економічну обґрунтованість виконання досліджень та можуть бути використані для планування витрат під час подальшого впровадження розробленої технології.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі обґрунтовано доцільність удосконалення технології виробництва кексів із дріжджового тіста шляхом використання сухих яйцепродуктів та харчової добавки E466. Встановлено, що застосування сухих яйцепродуктів є технологічно доцільним, оскільки спрощує підготовку сировини, усуває необхідність санітарної обробки яєць, стабілізує якість готових виробів і сприяє розширенню асортименту борошняних кондитерських виробів профілактичного спрямування.

У процесі досліджень визначено основні технологічні параметри виробництва кексу «Пухкий»: бродіння опари здійснювали за температури 30 – 32 °C протягом 150 хв, бродіння тіста – 2,5 год, вистоювання – за температури 38 – 40 °C і відносної вологості 75 – 80 %, випікання – за температури 220 – 230 °C протягом 19 хв.

Експериментально встановлено, що внесення E466 у кількості 0,75 % до маси борошна є найбільш доцільним, оскільки забезпечує збільшення питомого об'єму кексів на 4 – 7 % та підвищення пористості на 8,5 % порівняно з контрольним зразком.

Доведено, що оптимальним співвідношенням сухого яєчного білка і сухого яєчного жовтка є 50:50. За такого співвідношення питомий об'єм виробів збільшувався на 6,9 %, а пористість – на 14,1 %, що свідчить про покращення структури м'якуша та загальної якості готової продукції.

Встановлено, що спільне використання E466 у кількості 0,75 % та сухих яйцепродуктів у співвідношенні сухого яєчного білка і сухого яєчного жовтка 50:50 забезпечує найкращі показники якості кексів. Пористість дослідних виробів зростала до 56,6 %, питомий об'єм – до 3,83 см³/г, при цьому кислотність і вологість залишалися стабільними.

Дослідження реологічних властивостей тіста показало, що запропоноване поєднання рецептурних компонентів покращує пружно-еластичні властивості тіста, зменшує його адгезійність і скорочує час релаксації після бродіння

приблизно на 7 % порівняно з контролем.

Встановлено, що дослідні зразки кексів повільніше черствіли під час зберігання. Через 96 годин після випікання показники загальної, пластичної та пружної деформації м'якуша у виробках із E466 та сухими яйцепродуктами були вищими, ніж у контрольних зразках, що підтверджує краще збереження м'якості, еластичності та свіжості продукції.

Органолептична оцінка підтвердила переваги дослідних зразків: кекси мали правильну форму, гладку куполоподібну поверхню, рівномірне забарвлення, еластичний м'якуш, приємний здобний смак і запах.

Розроблено заходи з охорони праці та поведження з відходами під час виробництва кексів. Визначено основні небезпечні фактори у цеху, запропоновано картку безпеки праці та обґрунтовано шляхи утилізації відходів, що сприяє зниженню виробничого травматизму, покращенню санітарного стану виробництва та підвищенню екологічної безпечності технологічного процесу.

Проведено організаційно-економічне обґрунтування досліджень. Вартість основних матеріалів у перерахунку на 10 кг борошна становила 2325,19 грн, загальна розрахункова вартість лабораторного дослідження – 8673,00 грн, а з урахуванням нормативної рентабельності – 11274,90 грн.

Отже, результати роботи підтверджують доцільність використання E466 та сухих яйцепродуктів у технології кексів із дріжджового тіста. Запропонована технологія дозволяє покращити якість, харчову цінність, структурно-механічні та органолептичні властивості готових виробів, подовжити термін збереження їх свіжості та може бути рекомендована для подальшого впровадження у виробництво.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Codex Alimentarius. General Principles of Food Hygiene CXC 1-1969. Revised in 2022. URL: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>.
2. Codex Alimentarius. General Standard for Food Additives CXS 192-1995. Updated 2023. URL: <https://www.fao.org/gsfaonline/>.
3. FAO. Food Loss and Waste Database. URL: <https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/flw-data/en/>.
4. World Health Organization. Food safety. 2022. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>.
5. European Food Safety Authority. Food additives. URL: <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/food-additives>.
6. European Commission. Food additives. URL: https://food.ec.europa.eu/safety/food-improvement-agents/additives_en.
7. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. Безпечність харчових продуктів. URL: <https://dpss.gov.ua/>.
8. Державна служба України з питань праці. Охорона праці: нормативно-правова база. URL: <https://dsp.gov.ua/>.
9. Bakerpedia. Carboxymethyl Cellulose (CMC). URL: <https://bakerpedia.com/ingredients/carboxymethyl-cellulose-cmc/>.
10. AIB International. Bakery food safety and quality resources. URL: <https://www.aibinternational.com/>.
11. Fellows P. J. Food Processing Technology: Principles and Practice. 4th ed. Cambridge : Woodhead Publishing, 2017. 1160 p.
12. Zhou W., Hui Y. H., De Leyn I., Pagani M. A., Rosell C. M., Selman J. D., Therdthai N. Bakery Products Science and Technology. 2nd ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2014. 776 p.
13. Cauvain S. P. Technology of Breadmaking. 3rd ed. Cham: Springer, 2015. 408 p.

14. Cauvain S. P. *Breadmaking: Improving Quality*. 3rd ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2020. 768 p.
15. Figoni P. *How Baking Works: Exploring the Fundamentals of Baking Science*. 4th ed. Hoboken: Wiley, 2020. 528 p.
16. Vaclavik V. A., Christian E. W., Campbell T. *Essentials of Food Science*. 5th ed. Cham: Springer, 2021. 495 p.
17. Berk Z. *Food Process Engineering and Technology*. 3rd ed. London: Academic Press, 2018. 742 p.
18. Barbosa-Cánovas G. V., Ortega-Rivas E., Juliano P., Yan H. *Food Powders: Physical Properties, Processing, and Functionality*. New York: Springer, 2020. 382 p.
19. Ahmad R. S., Imran A., Hussain M. B. Nutritional composition of meat, milk and egg. *Meat Science and Nutrition*. London: IntechOpen, 2018. P. 61–77. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.77045>.
20. Tsivirko I. L., Fotina T. I., Fotina H. A. Dry egg products and definition of their safety and quality. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*. 2021. № 7. P. 143–148. URL: <https://ojs.hdzva.edu.ua/index.php/journal/article/view/291>.
21. Šmídová Z., Rysová J. *Gluten-Free Bread and Bakery Products Technology*. Foods. 2022. Vol. 11, № 3. Article 480. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11030480>.
22. Maghsoud M., Shiri A., Razavi S. M. A., Kashaninejad M. The influence of carboxymethyl cellulose and hydroxypropyl methylcellulose on properties of gluten-free pancakes. *Food Science & Nutrition*. 2023. Vol. 11. P. 7645–7658. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.3700>.
23. Naseer B., Naik H. R., Hussain S. Z., et al. Effect of carboxymethyl cellulose and baking conditions on in-vitro starch digestibility and physico-textural characteristics of gluten-free rice cookies. *LWT*. 2021. Vol. 141. Article 110885. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110885>.
24. Chochkov R., Simsek S., Sumnu G., Sahin S. Effect of hydrocolloids on properties of dough and quality of gluten-free bread. *Ukrainian Food Journal*. 2019. Vol. 8, Issue 3. P. 532–546. DOI: <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2019-8-3-10>.

25. Herawati H., Wariyah C., Anwar C. Hydrocolloids to the effects of gluten-free bakery products. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. Vol. 1295. Article 012052. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1295/1/012052>.
26. Irondi E. A., Oboh G., Akindahunsi A. A. Natural and modified food hydrocolloids as gluten substitutes in baked products. *Food Hydrocolloids for Health*. 2023. Vol. 3. Article 100115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2023.100115>.
27. Petrović J., Pajin B., Šimurina O., et al. Polysaccharide-enriched bakery and pasta products: technological and nutritional aspects. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15, № 21. Article 11839. DOI: <https://doi.org/10.3390/app152111839>.
28. Guiné R. P. F., Florença S. G., Barroca M. J., Anjos O. Development and characterisation of functional bakery products: a review. *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14. Article 6717. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14156717>.
29. Melesse T. Y., Bolzonella C., Mecca S., et al. The digital revolution in the bakery sector: innovations, challenges, and future trends. *Foods*. 2025. Vol. 14, № 3. Article 526. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods14030526>.
30. Sattarov K., Dossymbekova R., Ponomarenko N., et al. Use of food additives in bakery products. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, № 11. P. 166–176. DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor11.2024.166>.
31. Edleman D., Bornhorst G. M., Thompson H. J., et al. Impact of processing method on aquafaba functionality in cakes and cookies. *Foods*. 2023. Vol. 12, № 11. Article 2210. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12112210>.
32. Siminiuc R., Țurcanu D. Technological approaches applied in the design of gluten-free bakery products. *Czech Journal of Food Sciences*. 2023. Vol. 41, № 3. P. 147–158. DOI: <https://doi.org/10.17221/176/2022-CJFS>.
33. Bhat N. A., Wani I. A., Hamdani A. M., Gani A. Effect of different hydrocolloids on the quality characteristics of bread and bakery products. *Journal of Food Science and Technology*. 2020. Vol. 57. P. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04022-4>.

34. Cao Y., Zeng J., Liu Y., et al. Effects of hydrocolloids on the quality and staling of bakery products: a review. *Food Reviews International*. 2021. Vol. 37, № 4. P. 1–21. DOI: <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1717523>.
35. Sramkova Z., Gregova E., Sturdik E. Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta Chimica Slovaca*. 2017. Vol. 10, № 2. P. 115–138. DOI: <https://doi.org/10.1515/acs-2017-0018>.