

**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 із
використанням нетрадиційних видів сировини та
напівфабрикатів функціонального напрямлення**

Виконала: здобувачка вищої освіти 5 курсу,
групи ХТз-1-22 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності 181
«Харчові технології»

_____ Вероніка БІЛОЦЕРКІВСЬКА

Керівник: _____ Віталій КОШУЛЬКО

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**

Білоцерківській Вероніці Леонідівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва кексів із використанням нетрадиційних видів сировини та напівфабрикатів функціонального напрямлення».

Керівник роботи: Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 873.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 12 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва борошняних кондитерських виробів із додаванням нетрадиційної сировини. 2. Наукова, нормативна, навчальна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літератури. 2 Об'єкти та методи 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 Схема проведення експериментальних досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень. 4 Картка безпеки праці. 5 Шляхи утилізації відходів. 6 Техніко-економічні розрахунки. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Доцент Віталій КОШУЛЬКО	01.05.26	12.06.26

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 літератури	05.05-07.05.26	виконано
3	Об'єкти та методи 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	05.06-12.06.25	виконано

Здобувачка вищої освіти

_____ Вероніка БІЛОЦЕРКІВСЬКА
(підпис)

Керівник роботи

_____ Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: **«Обґрунтування технології виробництва кексів із використанням нетрадиційних видів сировини та напівфабрикатів функціонального направлення»**

Кваліфікаційна робота бакалавра: 65 с., 15 рис., 14 табл., 42 літературних джерела.

Мета роботи – розробити технології та асортимент кексів підвищеної харчової цінності за рахунок використання житнього борошна з функціонально-технологічними властивостями, що забезпечують формування структурно-механічних характеристик виробів та покращення показників їх якості в процесі зберігання.

Об’єкт дослідження – технологія виробництва кексів підвищеної харчової цінності з використанням житнього борошна.

Предмет дослідження – вплив житнього борошна та технологічних параметрів виробництва на структурно-механічні, фізико-хімічні й органолептичні показники якості кексів, а також зміну їх властивостей у процесі зберігання.

Дипломна робота присвячена розробленню технології та асортименту кексів підвищеної харчової цінності з використанням житнього обдирного борошна. У роботі обґрунтовано доцільність заміни пшеничного борошна житнім, досліджено вплив жиромісного компонента, виду дріжджів і густої житньої закваски на якість тіста та готових виробів. Встановлено, що використання олії, осмотолерантних дріжджів і житньої закваски сприяє покращенню структурно-механічних властивостей кексів, зниженню крихкості та кращому збереженню свіжості під час зберігання. Розроблено рецептуру і технологічну схему виробництва кексу «Житній» на дріжджах, а також розглянуто питання охорони праці та утилізації відходів виробництва.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

кекс, борошно, жито, дріжджі, закваска, тісто, випікання, якість, зберігання, технологія.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1 Вивчення технологій виробництва та рецептур кексів	10
1.1.1 Технологія виробництва кексів на дріжджах	11
1.1.2 Вплив основних рецептурних компонентів на хімічний склад кексів та недоліки традиційних рецептур	13
1.2 Області застосування та можливість використання нових сировинних компонентів у технології кексів	17
1.3 Види житніх заквасок та заварок, що застосовуються під час виробництва хлібобулочних виробів, їх основні функції та обґрунтування застосування у технології кексів	19
1.3.1 Види житніх заквасок та їх основні функції	19
1.3.2 Види заварок та особливості їх приготування	21
1.3.3 Обґрунтування застосування заквасок та заварок у технології кексів з житнього борошна.....	23
Висновки за розділом	25
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
2.1 Об'єкти досліджень	27
2.2 Умови проведення досліджень	27
2.3 Методи досліджень	29
2.3.1 Методи дослідження якості сировини	29
2.3.2 Методи дослідження якості напівфабрикатів	30
2.3.3 Методи дослідження якості готових виробів – кексів.....	31
Висновки за розділом	33
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	34
3.1 Дослідження впливу житнього борошна на показники якості тіста та готових виробів.....	34

3.2 Вибір виду дріжджів для виробництва кексу за розробленою рецептурі.....	36
3.3 Вивчення впливу заквасок на газоутворювальну здатність тіста та показники якості кексів на дріжджах у процесі зберігання.....	39
3.4 Органолептична оцінка якості кексів на дріжджах.....	44
3.5 Розробка технології кексів на дріжджах.....	47
Висновки за розділом	49
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	51
4.1 Розроблення картки з безпеки праці при виробництві кексів на дріжджах ..	51
4.2 Шляхи утилізації відходів при виробництві кексів на дріжджах.....	51
Висновки за розділом	53
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	54
5.1 Витрати на проведення досліджень	54
5.2 Визначення вартості дослідження.....	58
Висновки за розділом	58
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	60
БІБЛІОГРАФІЯ	62

ВСТУП

Борошняні кондитерські вироби (БКВ) поряд з хлібом і хлібобулочними виробами займають значне місце в харчуванні сучасної людини, що пов'язано зі стабільністю їх споживання населенням України [3].

В останні роки спостерігаються тенденції значного підвищення попиту на БКВ в аспекті розвитку ринку кондитерських виробів, у зв'язку з чим простежується збільшення виробництва у вітчизняній промисловості. БКВ посідають друге місце за обсягом виробництва в кондитерській промисловості, а також виробляються у значній кількості на підприємствах хлібопекарської галузі [3, 5].

Незважаючи на притаманні кексам привабливий зовнішній вигляд, особливі смакові характеристики та гарну засвоюваність, їх основним недоліком є незбалансований хімічний склад, викликаний надлишком жирів та легкозасвоюваних вуглеводів при незначній кількості незамінних амінокислот, вітамінів, макро- та мікроелементів [4].

В останні роки у зв'язку з несприятливою екологічною обстановкою та умовами технічного прогресу, що сприяють гіподинамії, скорочення фізіологічних енерговитрат людей, збільшення стресових ситуацій, розбалансованості харчування, спостерігається поширення таких захворювань, як ожиріння, атеросклероз, діабет, авітаміноз, подагра, гіпертонічна хвороба ін [8].

Дослідження, засновані на оцінці стану здоров'я понад 500 тис. осіб, виявили, що в Україні кількість «абсолютно здорових» людей становить 4 %, «умовно здорових» – 11 %, на межі хвороби налічується 38 % осіб, а 47 % людей з ознаками захворювань [1]. Також у нашій країні спостерігається різке зниження тривалості життя (за останні роки на 30 %). Однією із причин такої негативної динаміки є втрата продовольчої безпеки, що призводить до порушень раціону харчування. За даними [2] головною проблемою харчування сучасної людини є перевищення калорійності їжі, що споживається в порівнянні з реально витрачається енергією [6, 11].

Таким чином, актуальним в останні роки, є виробництво продуктів харчування збалансованого хімічного складу, що досягається шляхом збагачення їх функціональними інгредієнтами, застосування нових нетрадиційних видів сировини, зниження калорійності.

Продукти харчування з збагаченим хімічним складом і функціональні харчові продукти в даний час є одним з пріоритетних сегментів ринку індустрії харчування в усьому світі, що швидко розвиваються. Крім цього, прогнозується їх подальше зростання [3, 8].

Для збагачення хімічного складу харчових продуктів, зокрема кексів, пріоритетним є пошук нових видів сировини, які традиційно не застосовуються при виробництві БКВ. До них відносяться борошно житнє, олія соняшникова. Дані інгредієнти характеризуються багатим хімічним складом, та їх комплексне використання дозволяє суттєво підвищити харчову цінність готових виробів, збагачуючи їх переважно харчовими волокнами, поліненасиченими жирними кислотами, вітамінами групи В, мікро- та макроелементами.

Мета роботи – розробити технології та асортимент кексів підвищеної харчової цінності за рахунок використання житнього борошна з функціонально-технологічними властивостями, що забезпечують формування структурно-механічних характеристик виробів та покращення показників їх якості в процесі зберігання.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- дослідити хімічний склад, встановити раціональну кількість та вплив на показники якості готових виробів борошна житнього обдирного, дослідити можливість зниження масової частки жиру в готовому виробі;
- обґрунтувати застосування закваски з житнього борошна, встановити її раціональну кількість та вивчити вплив на показники якості збитої маси та на газоутворювальну здатність тісту в процесі вистоювання, а також показники якості готових виробів при виробництві кексів на дріжджах;
- дослідити вплив закваски та заварки на фізико-хімічні та структурно-механічні властивості кексів у процесі зберігання;

- розробити рецептури та технології кексів на дріжджах підвищеної харчової цінності;
- розрахувати вартість проведених експериментальних досліджень та орієнтовну вартість одиниці виготовленої продукції у лабораторних умовах.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва кексів підвищеної харчової цінності з використанням житнього борошна.

Предмет дослідження – вплив житнього борошна та технологічних параметрів виробництва на структурно-механічні, фізико-хімічні й органолептичні показники якості кексів, а також зміну їх властивостей у процесі зберігання.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Борошняні кондитерські вироби становлять один із провідних сегментів кондитерського ринку за обсягами реалізації. Це пояснюється тим, що до їх складу, крім борошна, зазвичай входять значні кількості цукру, жирів, яєчних і молочних продуктів, завдяки чому вони мають приємні смакові властивості та привабливий зовнішній вигляд. Асортимент борошняних кондитерських виробів є досить широким і відрізняється рецептурою, особливостями технологічного процесу та споживчими характеристиками. Залежно від сировини та способу виробництва до цієї групи належать печиво, галети, крекери, вафлі, пряники, торти, тістечка та кекси [3, 6, 7, 10]. Кекси посідають важливе місце серед борошняних кондитерських виробів і, за різними джерелами, становлять близько 12 – 16 % від загального обсягу їх виробництва. Завдяки вмісту вуглеводів, білків і жирів кекси є поживними, висококалорійними та добре засвоюваними харчовими продуктами.

1.1 Вивчення технологій виробництва та рецептур кексів

Кекси належать до окремої групи борошняних кондитерських виробів, які виготовляють зі здобного тіста з підвищеним вмістом цукру, жиру та яєчних продуктів. Їхньою характерною особливістю є можливість введення до рецептури різних смакових добавок, зокрема родзинок, фруктів, цукатів і горіхів, що формують смак, аромат та розширюють асортимент готової продукції. Рецептурний склад кексів зазвичай включає 8–12 видів основної сировини та окремих напівфабрикатів. Найчастіше їх виробляють із пшеничного борошна вищого ґатунку, тому такі вироби характеризуються високою енергетичною та поживною цінністю [10].

Тісто для кексів являє собою складну багатофазну структуровану систему, у якій важливу роль відіграє повітряна фаза, що забезпечує формування пористої структури готових виробів [6, 9]. Пористість кексів формується завдяки дії розпушувальних компонентів, зокрема дріжджів, а також речовин, що входять до

складу рецептурної сировини: яєчного білка, лецитину яєчного жовтка або молочного казеїну [3, 6].

Відповідно до ДСТУ 4505:2005, залежно від рецептури та способу приготування кекси поділяють на такі групи [9]:

- кекси на дріжджах;
- кекси на хімічних розпушувачах;
- кекси без використання хімічних розпушувачів і дріжджів.

1.1.1 Технологія виробництва кексів на дріжджах

Технологія виготовлення кексів на дріжджах може здійснюватися двома способами: опарним і безопарним.

Опарний спосіб виробництва кексів передбачає послідовне виконання таких технологічних операцій: підготовку сировини, приготування опари, замішування тіста, формування тістових заготовок, вистоювання, випікання, охолодження, оздоблення та пакування готової продукції [5].

Підготовка сировини до виробництва повинна проводитися з дотриманням вимог щодо запобігання потраплянню сторонніх домішок у продукцію, що є важливою умовою системи НАССР. Сипкі компоненти перед використанням просіюють і пропускають через магнітні уловлювачі, а рідку сировину проціджують або фільтрують [3].

Під час приготування опари у теплій воді температурою близько 40 °С розчиняють частину подрібнених дріжджів, додають частину меланжу та 50 – 60 % борошна від рецептурної кількості. Отриману суміш ретельно перемішують і залишають для бродіння на 4 – 4,5 год. Початкова температура опари становить приблизно 28 °С, кінцева – близько 32 °С, вологість – 49 – 52 %. Через 2 год проводять обминання опари та продовжують її бродіння. Ступінь готовності опари визначають за кінцевою кислотністю, яка має становити 3 – 3,5 град, або органолептично – за зміною зовнішнього вигляду її поверхні [3, 10].

Для приготування тіста до готової опари додають решту рецептурних компонентів: підігрітий до 30 – 40 °С меланж, розтоплене вершкове масло, розчин

солі, родзинки, цукати, ванільну пудру, залишок води та поступово невеликими порціями борошно. Замішування тіста триває 7 – 8 хв. Температура тіста становить 28 – 29 °С, вологість – 30 – 32 %. Після ретельного замішування тісто посипають борошном і залишають для бродіння на 1,5 – 2 год, протягом яких виконують одну або дві обминки. Це сприяє видаленню надлишку діоксиду вуглецю та створенню сприятливих умов для подальшого бродіння. Готове тісто повинно мати температуру 30 – 31 °С, вологість 31 – 32 % і кислотність 3 – 3,5 град [3].

На стадії формування тісто поділяють на окремі шматки, надають їм округлої форми шляхом підкочування, після чого розкладають у попередньо змащені жиром або маслом форми. Далі тістові заготовки направляють на остаточне вистоювання тривалістю 1 – 1,5 год, під час якого їх об'єм збільшується у 2 – 2,5 рази. Перед випіканням поверхню заготовок змащують яйцем або меланжем, а також роблять проколи у кількох місцях [3].

Тривалість випікання залежить від маси виробів. Кекси масою 200 г випікають протягом 25 – 30 хв, масою 500 г – близько 50 хв, а вироби масою понад 1 кг – 60 – 65 хв за температури 185 – 210 °С. Готовність кексів визначають органолептично. Після випікання вироби залишають у формах для охолодження на 4–5 год, потім виймають із форм і зачищають поверхню [3].

Оздоблення охолоджених кексів здійснюють із використанням різних оздоблювальних напівфабрикатів: цукрової пудри, помади, цукатів, тиражного сиропу або цукрової глазури [3, 10].

Безопарний спосіб виробництва кексів на дріжджах передбачає меншу кількість технологічних стадій і не включає етап приготування опари. Це дає змогу скоротити тривалість виробничого процесу, однак якість кексів, виготовлених таким способом, зазвичай поступається виробам, отриманим опарним способом [3, 11].

Отже, як опарний, так і безопарний способи виробництва кексів на дріжджах характеризуються значною тривалістю технологічного процесу, що збільшує енергетичні та трудові витрати підприємства. Одним із можливих шляхів розв'язання цієї проблеми є використання нових видів сировини, здатних

скоротити тривалість окремих технологічних операцій і водночас забезпечити належну якість готових виробів.

1.1.2 Вплив основних рецептурних компонентів на хімічний склад кексів та недоліки традиційних рецептур

Склад основної сировини, що використовується у рецептурах кексів, може відрізнятися залежно від виду виробу. Проте у більшості рецептур головними компонентами, які забезпечують харчову й енергетичну цінність продукції, є пшеничне борошно, цукор-пісок, жирові продукти – вершкове масло, маргарин або кондитерський жир, а також яйця чи яйцепродукти, зокрема меланж, яєчний білок або жовток.

Пшеничне борошно вищого ґатунку, яке найчастіше застосовують у виробництві кексів, за стандартної вологості 14 % містить близько 70 % вуглеводів, основну частку яких становить крохмаль, 10,3 % білків і 1,6 % цукрів. Ці речовини беруть участь у формуванні тіста та структури готових виробів. Зокрема, водонерозчинні білки борошна – гліадин і глютенін – утворюють клейковину. Крім того, у складі борошна містяться харчові волокна в кількості близько 3,5 %, а також незначна кількість мінеральних речовин і вітамінів групи В та РР. Борошно містить усі незамінні амінокислоти, однак характеризується недостатнім вмістом лізину та треоніну [7].

Цукор-пісок виконує важливу технологічну і смакову роль у рецептурі кексів. Він бере участь у формуванні структури тіста та надає готовим виробам солодкого смаку. За хімічним складом цукор майже повністю складається із сахарози – близько 99,85 %, має низьку вологість – приблизно 0,15 %, а також містить незначну кількість золи, металомагнітних домішок і редукуючих речовин. Основний вплив цукру полягає у підвищенні енергетичної цінності виробів, оскільки його калорійність становить близько 339 ккал на 100 г [5, 7].

У виробництві кексів як жирові компоненти використовують вершкове масло, маргарин, кондитерський жир, а в окремих випадках, переважно у виробках із сухих сумішей, – рослинні олії [10].

Вершкове масло є натуральним молочним продуктом, який отримують із вершків відповідно до ДСТУ 4399:2005. Його виробляють різних видів, що відрізняються вмістом жиру, вологи та наявністю солі. У технології кексів зазвичай використовують вершкове масло з масовою часткою вологи 16 % і вмістом молочного жиру 82,5 %. Цей жир добре засвоюється організмом і містить вітаміни. Водночас недоліками вершкового масла є висока калорійність, яка становить близько 748 ккал на 100 г, наявність холестерину та значна вартість, через що його використання у виробництві кексів останніми роками скоротилося [11].

Маргарин, згідно з ДСТУ 4465:2005, є емульсійним жировим продуктом, виготовленим із гідрогенізованих або переетерифікованих рослинних олій. У процесі гідрогенізації можуть утворюватися транс-ізомери жирних кислот, які мають небажаний вплив на організм людини [7]. Для підвищення біологічної цінності окремі види маргарину збагачують вершковим маслом, вершками та вітамінами. Для поліпшення кольору, смаку й аромату до його складу можуть вводити природні барвники, сіль, цукор і ванілін. Маргарини, що застосовуються у виробництві кексів, зазвичай містять близько 16 % вологи та 82 % жиру, до складу якого входять насичені й поліненасичені жирні кислоти [10].

Кондитерський жир являє собою суміш рослинної олії та саломасу, а також може містити кокосову, бавовняну, пальмоядрову олію і фосфатидний концентрат. Жир, який використовують у виробництві кексів, має низький вміст вологи та містить близько 99,7 % жиру. Водночас він характеризується невисоким вмістом біологічно активних речовин і гіршою засвоюваністю організмом людини [7].

Рослинні олії складаються переважно з тригліцеридів жирних кислот і не містять холестерину. Вони є джерелом есенціальних поліненасичених жирних кислот, які не синтезуються в організмі людини та повинні надходити з їжею. У рослинних оліях переважає лінолева кислота, що належить до омега-6 жирних кислот; у соняшниковій олії її вміст може досягати 67,5 %. Масова частка жиру в олії становить близько 99,9 % [8].

Яйця та яйцепродукти широко застосовуються у рецептурах кексів. У виробництві використовують курячі яйця, рідкі яйцепродукти – меланж, білок,

жовток, а також сухі яйцепродукти, зокрема яєчний порошок [4].

Курячі харчові яйця відповідно до ДСТУ 5028:2008 поділяють за масою, терміном зберігання, способом обробки, станом білка й жовтка та розміром повітряної камери. У кондитерських рецептурах умовно приймають масу одного яйця 40 г.

Яйця та яйцепродукти є цінною харчовою сировиною, оскільки підвищують енергетичну цінність виробів, покращують їх смак і сприяють формуванню пористої структури. Це зумовлено їхнім хімічним складом, який включає вітаміни, зокрема В12, пантотенову кислоту, біотин, а також мінеральні речовини – фосфор, сірку, залізо, цинк. Основними частинами яйця є білок, жовток і шкаралупа, частка яких становить приблизно 56, 32 і 12 % відповідно [9].

Меланж – це суміш білка і жовтка курячого яйця. Його виготовляють і часто використовують у замороженому вигляді. За хімічним складом меланж близький до цілого яйця. Незважаючи на високу харчову цінність, яйця та меланж мають порівняно невисоку енергетичну цінність – близько 157 ккал на 100 г. У рецептурах кондитерських виробів масову частку сухих речовин у меланжі приймають на рівні 27 %.

Яєчний білок має збалансований амінокислотний склад, близький до «ідеального білка». Він містить приблизно 87,9 % води, 10,8 % білкових речовин, глюкозу, мінеральні речовини, ферменти та всі незамінні амінокислоти, зокрема лізин, триптофан і метіонін. Важливою технологічною властивістю білка є висока піноутворювальна здатність: під час збивання його об'єм може збільшуватися приблизно у 7 разів [9, 11].

Яєчний жовток містить жир, білки, фосфатиди, зокрема лецитин, глюкозу, мінеральні речовини, природні барвники, ферменти та вітаміни А, В1, В2, Е, РР. Завдяки наявності лецитину жовток має виражені емульгувальні властивості, що сприяє утворенню стійких емульсій і пористої структури кексів. Хоча в жовтку міститься холестерин, його дія частково компенсується наявністю фосфоліпідів, кількість яких значно перевищує вміст холестерину.

Яєчний порошок належить до сухих яйцепродуктів і отримується шляхом висушування яєць або меланжу. Він має порошкоподібну консистенцію, колір від світло-жовтого до оранжевого, вологість близько 7,3 % та енергетичну цінність 542 ккал на 100 г. Найчастіше яєчний порошок застосовують у виробництві кексів на основі сухих сумішей [3, 5, 11].

Основним недоліком традиційних рецептур кексів є недостатня збалансованість хімічного складу. Це пов'язано з високим вмістом жирів і легкозасвоюваних вуглеводів та порівняно низькою кількістю незамінних амінокислот, вітамінів, макро- і мікроелементів. Причиною цього є значна частка здобної сировини – цукру та жиру, харчова цінність яких є обмеженою. Для покращення складу готових виробів виробники додатково використовують молоко та молочні продукти, мед, горіхи, сухофрукти, цукати та інші збагачувальні компоненти.

Ряд численних досліджень також присвячений підвищенню харчової цінності кексів та їх калорійності.

Проведено дослідження щодо вдосконалення технології виробництва кексу за рахунок введення молочної сироватки у збиту яєчно-цукрову масу, а також використання олії рослинної рафінованої [7].

Розроблена технологія приготування кексів, що полягає в збиванні всіх рецептурних компонентів у збивальній камері під тиском протягом 2 – 3 хв, причому замість борошна пшеничного використовували амарантове борошно, що впливає на харчову цінність готових виробів [7].

Запропоновано застосування порошку з вичавків гарбуза в кількості 1 - 3% до маси готового виробу при приготуванні емульсії, що включає крім жирової фази, цукру, молочних продуктів та інших рецептурних компонентів фосфоліпідні продукти, що сприяють збільшенню термінів зберігання БКВ [7].

Запропоновано використання суміші гречаного борошна і борошна пшеничного у співвідношенні 3:7 при приготуванні кексів, що дозволило не тільки підвищити харчову цінність, але і збільшити питомий обсяг і пористість виробів [6].

Дослідження, присвячені збагаченню хімічного складу кексів білком, харчовими волокнами, мікронутрієнтами за рахунок використання манної крупи, молочної сироватки та соєвого збагачувача. В роботі також відображені результати досліджень щодо зниження вмісту цукру та жиру за рахунок використання фруктози як цукру і суміші соняшникової олії та розтопленого маргарину як жировий продукт [8].

Проведено дослідження щодо використання знежиреного борошна з насіння гарбуза, кавуна, шипшини, льону, розторопші та винограду в технології кексів [9].

Досліджено вплив заміни борошна пшеничного в рецептурі кексу харчовими волокнами зерен пшениці, вівса, ячменю та кукурудзи, а також пшеничними та вівсяними висівками або рисовою лузгою на якість напівфабрикатів та готових виробів [6].

В результаті численних досліджень, проведених вітчизняними та зарубіжними вченими, було виявлено, що співвідношення основних рецептурних компонентів кексів варіюється в широких межах, тому харчова та енергетична цінність може сильно відрізнятися. Однак без використання різних додаткових видів сировини в рецептурі харчова цінність кексів невисока, тому необхідно вдосконалювати рецептури кексів з метою підвищення харчової цінності в аспекті створення продуктів здорового харчування [11].

Крім цього, останніми роками намітилися тенденції розвитку кондитерського виробництва, зокрема виробництва кексів, що проявляються у розширенні використання натуральної сировини та оновлення асортименту, використання нових інгредієнтів з метою фарбування продуктів та застосування сухих сумішей [5].

1.2 Області застосування та можливість використання нових сировинних компонентів у технології кексів

В останні роки в структурі харчування сучасної людини широко використовуються функціональні інгредієнти, відмінністю яких від традиційних

компонентів є те, що вони не тільки мають певні поживні властивості, але і надають цілеспрямований вплив на функціональну активність окремих органів, систем і організму в цілому, стимулюють їх працездатність з профілактичною і лікувальною. При цьому вони не належать до біологічних добавок та лікарських препаратів [6, 9].

Необхідність їх використання при виробництві продуктів харчування зумовлена результатами численних наукових досліджень, згідно з якими при звичайному раціоні харчування сучасної людини організм недоотримує 40 – 60 % необхідної кількості вітамінів та мінеральних речовин [8], при цьому кількість вуглеводів по відношенню до білків перевищує норму раціонального харчування у 2 – 4 рази. Вирішенням цієї проблеми стала розробка продуктів харчування (зокрема БКВ) з використанням різних видів інгредієнтів функціонального призначення, до яких відносяться як продукти рослинного походження (зернові, олійні, бобові, овочеві, плодові культури та продукти їх переробки) [2, 4, 9], тваринного походження (молочні продукти, яйця, вторинна сировина м'ясної промисловості, продукти переробки морепродуктів) [4, 10], так і добавки мікробного походження (жива біомаса мікроорганізмів та активних речовин¹ [8].

Борошно житнє хлібопекарське виробляється чотирьох сортів: сіяне, обдирне, оббивне і особливе. У виробництві хліба та хлібобулочних виробів широко використовується борошно житнє обдирне, яке в порівнянні з пшеничною, містить у своєму складі більше незамінних амінокислот (лізину, треоніну та ін.), вітамінів групи В, мінеральних речовин (I, Mg, K, Ca, P), а також високомолекулярних пентозанів, а також високомолекулярних пентозанів тільки формують структурно-механічні властивості тіста, але й сприяють поліпшенню роботи шлунково-кишкового тракту, адсорбуючи шкідливі речовини та покращуючи перистальтику кишечника [3, 9]. Хімічний склад борошна житнього обдирного порівняно з борошном пшеничного вищого ґатунку представлений у таблиці 1.1.

В даний час борошно житнє використовується в основному при виробництві хліба. Хліб з житнього борошна відрізняється підвищеною харчовою цінністю і є

одним з основних продуктів харчування. Характерний смак і запах житніх, особливо заварних, видів хліба підвищує їх фізіологічну цінність [5, 7].

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз борошна пшеничного вищого гатунку та борошна житнього обдирного

Найменування показників	Борошно	Борошно житнє
Крохмаль, %	68,5	60,7
Білки, %	10,3	8,9
Жири, %	1Д	1,7
Харчові волокна, %	3,5	12,4
Залізо, мг%	1,2	3,5
Магній, мг%	16	60
Калій, мг%	122	350
Кальцій, мг%	18	34
Фосфор, мг%	86	189
Вітамін В ₁ (тіамін), мг%	0,17	0,35
Вітамін В ₂ (рибофлавін), мг%	0,04	0,13

В останні роки намітилася тенденція розширення асортименту та підвищення харчової цінності як хлібобулочних, так і борошняних кондитерських виробів за рахунок застосування житнього борошна в рецептурі проведено дослідження щодо використання житнього борошна у технології бісквітних напівфабрикатів [7].

1.3 Види житніх заквасок та заварок, що застосовуються під час виробництва хлібобулочних виробів, їх основні функції та обґрунтування застосування у технології кексів

1.3.1 Види житніх заквасок та їх основні функції

Закваски є напівфабрикатами хлібопекарського виробництва та готуються в розводочному циклі з борошна, води, чистих культур заквасочних дріжджів та молочнокислих бактерій або закваски попереднього приготування.

Застосування біологічних заквасок у технології хліба з житнього, суміші житнього та пшеничного борошна обумовлено відмінностями хлібопекарських властивостей житнього борошна від пшеничного [13]. Використання закваски в технології хліба сприяє покращенню структури, пористості, властивостей м'якості хліба, смаку та запаху, а також сприяє тривалому збереженню свіжості виробів [10].

Існують такі види заквасок:

- густі;
- рідкі без заварювання;
- рідкі із заваркою;
- концентровані молочнокислі закваски (КМКЗ).

Густу закваску застосовують при приготуванні тіста з житнього борошна, суміші різних сортів житнього та пшеничного борошна.

Густа закваска повинна мати такі показники якості: вологість – 48 – 50 %, кислотність 11 – 14 град і підйомна сила «по кульці» – 20 – 25 хв. Для виведення закваски використовують чисті культури молочнокислих бактерій та дріжджів [10].

Рідкі закваски без заварки також застосовують при приготуванні тіста з житнього борошна, суміші різних сортів житнього та пшеничного борошна. Така закваска повинна мати вологість – 69 – 75 %, кислотність 9 – 13 град. підйомну силу «по кульці» – 25 – 35 хв. [5, 6, 10].

Рідкі закваски із заваркою застосовують при приготуванні тіста переважно для сортів хліба із суміші житнього та пшеничного борошна. Закваска повинна мати вологість – 80 – 85 %, кислотність 9 – 12 град і підйомну силу «по кульці» – 20 – 30 хв. В якості чистих культур використовують суміш штамів молочнокислих бактерій *L.plantarum*-30, *L.fermenti*-34, *L.casei*-26, *L.brevis*-1 або композиції з молочнокислих бактерій *L.plantarum*-52АН, *L.sanfrancisco* E-36 і біфідобактерій2 . дріжджів *S.cerevisiae* Л-1 [6, 10].

Концентровані молочнокислі закваски (КМКЗ) застосовують під час виробництва хліба з використанням житнього борошна за умов дискретного

режиму роботи хлібопекарських підприємств. Життя КМКЗ повинна мати вологість – 60 – 70 %, кислотність 18 – 24 град і температуру 37 – 41 °С. В якості чистих культур використовують суміш штамів молочнокислих бактерій *L.plantarum*-30, *L.fermenti*-34, *L.casei*-26, *L.brevis*-1 або композицію з молочнокислих бактерій *L.plantarum* -52АН, *L.sanfrancisco* E-36 і біфідобактерій.

Всі види заквасок використовуються переважно для розпушення житнього тіста та накопичення в ньому необхідних органічних кислот, що беруть участь у формуванні смаку та аромату хліба.

1.3.2 Види заварок та особливості їх приготування

Заварки, що належать до напівфабрикатів хлібопекарського виробництва, готують із борошна та води у співвідношенні 1:1,5 – 1:3. Крохмаль у них знаходиться в клейстеризованому стані, завдяки чому легко піддається ферментативному оцукрювання [3, 9].

Заварки використовуються в хлібопекарському виробництві як живильне середовище для розмноження дріжджів і кислотоутворюючих бактерій при приготуванні рідких дріжджів або заквасок, для активації дріжджів, інтенсифікації бродіння, а також зниження черствіння м'якуша хліба при зберіганні. У технології заварних видів хліба передбачено обов'язкове використання заварок [8].

Розрізняють такі види заварок:

- неоцукровані;
- оцукровані;
- високоцукрові;
- солоні;
- гіркі;
- зброджені (заквашені).

Неоцукрована заварка використовується при приготуванні опари або тіста для інтенсифікації бродіння та покращення якості хліба. Заварку готують при співвідношенні борошна та води 1:2,5, температура завареної маси становить 63 – 65 °С (для пшеничного сортового борошна) і 70 – 73 °С (для пшеничного

оббивного борошна). Масу заварюють, ретельно перемішують, після чого охолоджують до температури 35 °С використовують при виробництві хліба [9].

При приготуванні даного виду заварки спеціальну стадію оцукрювання виключають, тому що припускають, що при бродінні тіста і в початковий період випічки клейстеризований крохмаль завареного борошна в заварці буде цукром власними амілолітичними ферментами борошна в достатній мірі.

Цукрові заварки готують у тому ж співвідношенні борошна та води, але включаючи в процес приготування стадію оцукрювання клейстеризованого крохмалю борошна амілазами борошна (самоцукрові заварки), неферментованим (білим) солодом або ферментними препаратами.

При використанні неферментованого солоду оцукрювання крохмалю в заварці ведуть протягом 1,5 – 2 годин при температурі 63 – 65 °С, при оцукрювання ферментними препаратами – 50 – 65 °С. Заварку охолоджують до температури в діапазоні від 28 до 52 °С залежно від мети застосування [8, 9].

Високоцукрові заварки являють собою високоцукрові ферментативні напівфабрикати (ВФП), одержувані оцукрюванням клейстеризованого крохмалю борошна ферментними препаратами глюкоамілази. Використовують для активації пресованих, сушених та рідких дріжджів, а також для пшеничних заквасок та прискорених способів приготування тіста.

Процес оцукрювання ведуть протягом 6 – 8 годин при температурі 55 – 65 °С рН=4,0 – 5,0, у результаті відбувається накопичення глюкози (до 60 – 70 % СР), і навіть білкові речовини борошна перетворюються на водорозчинні сполуки заварки. Для регулювання рН заварок додатково вводяться кислоти або закваски [8, 9].

Солоні заварки готують шляхом заварювання борошна нагрітим до кипіння розчином солі, кількість якої передбачено рецептурою виробу.

Гіркі заварки готують шляхом заварювання борошна гарячим хмелевим відваром, що містить гіркі кислоти та смоли, що зумовлює підвищену мікробіологічну чистоту заварки [8].

Зброджені або заквашені заварки готують шляхом зброджування

охолодженої оцукрованої заварки температурою 30 – 40 ° С протягом декількох годин дріжджами, молочнокислими бактеріями.

Введення в заварку дріжджів забезпечує одержання заварки, що використовується при приготуванні тіста безопарним або прискореним способом. При зброджуванні заварки молочнокислими бактеріями її застосовують як складову частину технології приготування рідких дріжджів та заквасок [8, 9].

1.3.3 Обґрунтування застосування заквасок та заварок у технології кексів з житнього борошна

На формування структурно-механічних властивостей житнього тіста значний вплив мають процеси набухання крохмалю, гідратації високомолекулярних пентозанів, а також набухання і пептизації білкових речовин, які здатні утворювати в'язкий колоїдний розчин. За складом і технологічними властивостями білки житнього борошна суттєво відрізняються від білків пшеничного борошна, які формують клейковинний каркас тіста. Саме тому житнє тісто не має такої пружності та еластичності, які характерні для пшеничного тіста [5].

Вироби з житнього борошна, зокрема кекси, часто характеризуються підвищеною крихкістю. Дослідження властивостей білково-протеїназного та вуглеводно-амілазного комплексів житнього борошна свідчать, що важливу роль у формуванні структури житнього тіста відіграє кислотність. Пептизована частина білків утворює в'язку рідку фазу, у якій розподіляються зерна крохмалю, частинки частково набряклих білків, оболонкові частинки борошна, слизові речовини та інші водорозчинні компоненти [3, 9].

Оскільки рецептури кексів передбачають порівняно невелику кількість води, утворення комплексів пентозанів із пептизованою частиною білків, які переходять у в'язкий колоїдний стан, ускладнюється. Тому доцільним є використання напівфабрикатів, зокрема заквасок і заварок, у яких такі комплекси формуються ще на стадії їх приготування. Це позитивно впливає на консистенцію тіста, сприяє підвищенню його густини, формуванню структури готових виробів та зменшенню

їх крихкості. Також перспективним є застосування ферментних препаратів амілолітичної дії, які уповільнюють ретроградацію крохмалю, сприяють збереженню свіжості виробів під час зберігання та знижують їх крихкість.

У ході теоретичних досліджень проведено порівняльний аналіз різних видів житніх заквасок з метою визначення можливості їх використання у технології кексів. Встановлено, що застосування рідких заквасок із заваркою, вологість яких становить 80 – 85 %, а також рідких заквасок без заварки з вологістю 69 – 75 %, є обмеженим через їх високу вологість і невисоку вологість тіста. Кількість борошна, що вноситься з такими заквасками, зазвичай не перевищує 4 – 9 %. Концентрована молочнокисла закваска з вологістю 60 або 70 % дає змогу збільшити частку борошна у заквасці до 13 %, однак у ній не розвиваються дріжджі, необхідні для розпушування тіста.

Отже, для виробництва кексів із житнього борошна найбільш доцільним є використання густої житньої закваски з вологістю 50 %, кислотністю 11 – 14 град і підйомною силою 20 – 25 хв. Таку закваску отримують за розводочним циклом із використанням чистих культур молочнокислих бактерій *L. plantarum*-63, *L. brevis*-5, *L. brevis*-78 та дріжджів *C. milleri* [2].

Під час порівняльного аналізу різних видів заварок для використання у технології кексів було обрано оцукрені заварки, виготовлені із застосуванням неферментованого солоду та ферментного препарату амілолітичної дії, оскільки вони найбільш поширені у хлібопекарському виробництві. Використання солоних і гірких заварок у технології борошняних кондитерських виробів є недоцільним, оскільки вони можуть погіршувати смакові властивості кексів.

Застосування збродженої заварки у виробництві кексів на хімічних розпушувачах не є обов'язковим, оскільки така технологія передбачає додаткове внесення дріжджів або молочнокислих бактерій. Використання високооцукреної заварки також є недоцільним через значну тривалість її приготування та можливе надмірне накопичення глюкози, що може підвищити масову частку цукру в готовому виробі. Неоцукрені заварки застосовують рідше, переважно як поліпшувачі при переробленні борошна зі зниженою газоутворювальною

здатністю.

Висновки за розділом

Аналітичний огляд наукової, технічної та патентної літератури показав, що кекси займають значне місце в харчуванні сучасної людини, мають особливі смакові характеристики і мають стабільний попит. Однак їх основним недоліком є незбалансований хімічний склад, викликаний надлишком жирів і вуглеводів, що легко засвоюються при незначній кількості мікро- і макронутрієнтів. У зв'язку з цим, пріоритетним напрямом розвитку харчової промисловості в останні роки стає виробництво борошняних кондитерських виробів функціонального призначення, що мають збалансований хімічний склад за рахунок використання в їхній рецептурі сировинних компонентів, що традиційно не застосовуються в технології БКВ, у тому числі кексів. До них можна віднести житнє борошно. Дані сировинні компоненти відрізняються багатим хімічним складом, що дозволяє суттєво підвищити харчову цінність виробів та знизити їхню калорійність.

Мета роботи – розробити технології та асортимент кексів підвищеної харчової цінності за рахунок використання житнього борошна з функціонально-технологічними властивостями, що забезпечують формування структурно-механічних характеристик виробів та покращення показників їх якості в процесі зберігання.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- дослідити хімічний склад, встановити раціональну кількість та вплив на показники якості готових виробів борошна житнього обдирного, дослідити можливість зниження масової частки жиру в готовому виробі;
- обґрунтувати застосування закваски з житнього борошна, встановити її раціональну кількість та вивчити вплив на показники якості збитої маси та на газоутворювальну здатність тісту в процесі вистоювання, а також показники якості готових виробів при виробництві кексів на дріжджах;
- дослідити вплив закваски та заварки на фізико-хімічні та

структурно-механічні властивості кексів у процесі зберігання;

- розробити рецептури та технології кексів на дріжджах підвищеної харчової цінності;

- розрахувати вартість проведених експериментальних досліджень та орієнтовну вартість одиниці виготовленої продукції у лабораторних умовах.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва кексів підвищеної харчової цінності з використанням житнього борошна.

Предмет дослідження – вплив житнього борошна та технологічних параметрів виробництва на структурно-механічні, фізико-хімічні й органолептичні показники якості кексів, а також зміну їх властивостей у процесі зберігання.

2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкти досліджень

Усі види сировини, які використовуються під час проведення досліджень, відповідали вимогам чинних нормативних документів.

У дослідженнях використовували традиційну для кексів сировину:

- борошно пшеничне хлібопекарське вищого ґатунку – ДСТУ 2209-93;
- цукор-пісок – ДСТУ 4623:2023;
- яйця курячі харчові (меланж) – ДСТУ 5028:2008;
- воду питну;
- сіль кухонну харчову ДСТУ 3583:2015;
- солі вуглеамонійні;
- соду харчову – ГОСТ 2156-76.

Як сировину, що традиційно не застосовується при виробництві кексів, використовували:

- борошно житнє обдирне – ДСТУ 8791:2018.

Також об'єктами дослідження були:

- напівфабрикати: тісто для кексів на дріжджах; закваска густа житня; заварка цукрована.
- готові вироби: кекси на дріжджах.

2.2 Умови проведення досліджень

Вибір нових видів сировини з метою збагачення хімічного складу кексів та вдосконалення технології їх виробництва здійснювався на підставі теоретичних досліджень наукової, технічної та патентної літератури.

При введенні нових видів сировини до рецептури борошняних кондитерських виробів досліджували кекси, приготовані на дріжджах. Під час розробки рецептури та технології кексів на дріжджах контрольним зразком служив

кекс «Здоров'я».

Нові вироби кекси готували за розробленою технологією з урахуванням особливостей внесення нових видів сировини. Робочі рецептури досліджуваних зразків кексу та технологічні параметри напівфабрикатів та готових виробів наведено у розділі 3.

Структурна схема досліджень, що відображає суть проведеної роботи, представлена на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Структурна схема досліджень

2.3 Методи досліджень

2.3.1 Методи дослідження якості сировини

Аналіз різних видів сировини проводився за тими показниками, які були потрібні під час експериментів.

Оцінювали якість борошна за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідно до ДСТУ 46.004-99: масова частка вологи, кислотність, число падіння, крім цього в пшеничному борошні визначали кількість та якість клейковини.

Масову частку вологи в борошні визначали стандартним методом зі шляхом висушування наважки в сушильній шафі; титровану кислотність борошна методом титрування, заснованому на нейтралізації кислоти, що міститься у зразку, розчином лугу; число падіння; кількість та якість клейковини в пшеничному борошні.

Показники якості проб борошна пшеничного хлібопекарського вищого гатунку та борошна житнього хлібопекарського обдирного, що застосовувалися в роботі, наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Показники якості проб борошна

Найменування показників	Борошно			
	пшеничне вищого гатунку		житнє обдирне	
	Партія 1	Партія 2	Партія 1	Партія 2
Масова частка вологи, %	13,3	14,0	12,6	12,9
Кислотність, град	2,0	2,4	3,6	3,4
Число падіння «ЧП», с	324	401	206	270
Масова частка сирої клейковини, %	28,2	28,4	-	-
Якість сирої клейковини, вул. од. приладу ІДК	50 II гр	70 I гр	-	-

Якість дріжджів хлібопекарських пресованих класичних, високоактивних та осмотолерантних «Преміум» оцінювали за наступними показниками: вологість – за ДСТУ 4812:2007, підйомна сила («по кульці»), газоутворюючу здатність [8].

Показники якості дріжджів хлібопекарських пресованих представлені таблиці 2.2 [12].

Таблиця 2.2 – Показники якості дріжджів хлібопекарських пресованих

Найменування	Дріжджі хлібопекарські пресовані		
	Класичні	Високоактивні	Осмотолерантні
Вологість, %	70,0	68,0	68,0
Підйомна сила, хв	4	30	27
Газоутворююча здатність, см ³ /100 г	1000	1300	1525

2.3.2 Методи дослідження якості напівфабрикатів

Як напівфабрикати в експериментах виступали: закваска густа житня; заварка оцукрена; тісто для кексів на дріжджах. Визначення фізико-хімічних показників напівфабрикатів проводилося відповідно до загальноприйнятих методик [3, 5, 9, 11].

Якість закваски визначали за показниками вологості, кислотності та підйомної сили, заварки – за показником вологості. У тісті для кексу визначали щільність, температуру, вологість, кислотність, лужність, динаміку газоутворюючої та утримуючої здатності тіста в процесі вистоювання.

Вологість визначали експрес-методом шляхом висушування на приладі для визначення вологості згідно з ДСТУ 4910:200 [31].

Кислотність і лужність – за ДСТУ 4187:2003 методом титрування в присутності фенолфталеїну розчином гідроксиду натрію та при бромтимоловому синьому розчином соляної кислоти відповідно [3] і виражали в градусах.

Підйомну силу закваски – «по кульці» і виражали в хвилинах [11].

Газоутворюючу та газоутримуючу здатність тіста визначали за допомогою Реоферментометра. Зразки тіста масою 315 г поміщали на дно барабана

попередньо нагрітого до 28,5 °С. Встановлювали на тісто поршень з вантажем 2000 г (4 пластини по 500 г кожна) і щільно закривали кришкою. Тривалість експерименту становила 180 хв (3 години). Особливість приладу полягає в тому, що тиск, що утворюється тістом у процесі бродіння, по черзі стравлюється в атмосферу через картридж з натронним вапном, яке затримує діоксид вуглецю, за величиною об'єму якого, вираженого в см³ оцінюється газотримуюча здатність тіста. Підйом тіста в процесі бродіння оцінюється переміщенням поршня, який встановлюється безпосередньо на тісто. У процесі аналізу на дисплей виводяться дві системи координат. На одній (верхній) викреслюється динаміка підйому тіста в мм, на другій (нижній) – динаміка зміни газотворювальної здатності борошна та газотримуючої здатності тіста в мм в рт. ст. Прилад сумісний з комп'ютером, всі дані можна переводити у формат Excel.

2.3.3 Методи дослідження якості готових виробів – кексів

Якість готових виробів оцінювали за органолептичними та фізико-хімічними показниками [2, 5, 6].

Відповідно до ДСТУ 4505:2005 до органолептичних показників кексу відносяться смак, запах, форма та вид у зламі, що характеризується пропеченістю виробу, які визначали за ДСТУ 4683:2006.

До основних фізико-хімічних показників відносяться кислотність, масова частка загального цукру та масова частка жиру.

Для більш повної характеристики якості кексу визначали додаткові показники, не передбачені стандартами: питомий об'єм, крихкість та структурно-механічні властивості кексу: стисливість та загальні, пластичні та пружні деформації.

Фізико-хімічні показники кексу визначали не раніше, ніж через 16 годин після випічки.

Визначення масової частки вологи в кексі проводили за ДСТУ 4505:2005 шляхом висушування подрібненого виробу в сушильній шафі та виражали у відсотках.

Кислотність і лужність готових виробів визначали відповідно до ДСТУ 5024:2008 методом титрування у присутності фенолфталеїну розчином гідроксиду натрію відповідно [3] і виражали в градусах.

Питомий об'єм кексу оцінювали згідно з широко поширеним методом [9] і виражали в $\text{см}^3/\text{г}$.

Крихкість кексів визначали за методикою визначення крихкості м'якуша хліба. Зі зразка кексу вирізали 9 кубиків розміром $25 \times 25 \times 25$ мм, зважували їх, поміщали на кругле сито лабораторне №18 на платформу лабораторного механізованого розсіву Журавльова і закривали кришкою. Потім здійснювали струшування кубиків протягом 15 хвилин при швидкості руху платформи розсіву 190 об/хв. Залишки кубиків зразка кексу і дрібніші частинки, що залишилися на ситі, зважували. Крихкість виражали у відсотках.

Такий структурно-механічний показник якості кексу, як стисливість, що фіксується під час проведення експериментів, визначали на автоматизованому пенетрометрі.

Зміну загальних, пружних та пластичних деформацій визначали на приладі Структурометр, призначеному для визначення структурно-механічних властивостей виробу під впливом навантаження. Визначення деформаційних характеристик кексу проводили при використанні методики № 5 [15], заснованої на визначенні деформацій кексу при стисканні його індентором «поршень» діаметром 34,8 мм зі швидкістю руху 0,5 мм/с після торкання проби продукту з зусиллям 7 г до кінцевого зусилля навантаження 7 г, що здійснюється за рахунок реверсивного руху індентора з тією самою швидкістю.

Для проведення експерименту підготовлені проби продукту, що являють собою виїмки циліндричної форми заввишки 25 мм і діаметром 30 мм, поміщені в пластикове кільце висотою 25 мм і внутрішнім діаметром 31 мм, поміщали на столик приладу, після чого проводили визначення деформаційних характеристик кексу стисненням 5 зразка продукту.

Значення загальної, пластичної та пружної деформацій ($\Delta H_{\text{заг}}$, $\Delta H_{\text{пласт}}$, $\Delta H_{\text{пруж}}$) виражали в мм. Прилад сумісний з комп'ютером, всі дані можна

переводити у формат Excel [6].

Дослідження показників якості кексів у процесі зберігання проводили відповідно до ДСТУ 4505:2005. Зразки кексів поміщали в полімерну упаковку і зберігали протягом 12 діб у сухому, чистому, добре вентильованому приміщенні при температурі 18 °С відносної вологості повітря не більше 75 %.

Хімічний склад кексів визначали розрахунковим шляхом за довідковими таблицями вмісту основних харчових речовин та енергетичної цінності харчових продуктів.

Висновки за розділом

Визначено основні об'єкти досліджень, до яких належать традиційна сировина для виробництва кексів, нетрадиційна сировина – житнє обдирне борошно, а також напівфабрикати та готові вироби – кекси на дріжджах.

Встановлено, що вся сировина, використана у дослідженнях, відповідала вимогам чинних нормативних документів. Обґрунтовано доцільність використання житнього обдирного борошна з метою збагачення хімічного складу кексів та вдосконалення технології їх виробництва.

Наведено умови проведення досліджень, визначено контрольний зразок – кекс «Здоров'я», а також окреслено послідовність експериментальної роботи щодо розроблення рецептури та технології нових виробів.

Охарактеризовано методи дослідження якості сировини, напівфабрикатів і готових кексів. Для оцінювання використовували органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні та розрахункові методи, що дозволило комплексно оцінити якість виробів.

З РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Дослідження впливу житнього борошна на показники якості тіста та готових виробів

Для підвищення харчової цінності кексу досліджували можливість використання борошна житнього обдирного в його рецептурі.

Як контрольний зразок готували кекс із вмістом борошна пшеничного вищого гатунку 100 %, солодового екстракту 12,5 %, цукру 37,5 %, маргарину 65 % та емульгатора 1 % до маси борошна. У дослідних зразках варіювали дозування борошна житнього обдирного від 0 до 100 % з кроком 25 % замість борошна пшеничного вищого гатунку.

Аналіз отриманих результатів (рисунок 3.1) показав, що зі збільшенням вмісту борошна житнього обдирного в суміші від 0 до 50 % спостерігалось незначне підвищення показників щільності тіста, проте подальше збільшення його вмісту в суміші призводило до значного збільшення щільності тіста, що впливало на показники якості готових виробів: спостерігалось зниження питомого об'єму кексів (рисунок 3.2). Внаслідок негативної динаміки, що простежується, зміни показників якості тіста і готового виробу виявлено, що при використанні маргарину в рецептурі можлива заміна не більше 50 % борошна пшеничного вищого гатунку на борошно житнє обдирне.

Для зниження щільності тіста та підвищення харчової цінності готового виробу досліджували можливість заміни маргарину олією з перерахунком за вмістом жиру. Встановили, що зі збільшенням вмісту борошна житнього в суміші щільність тіста і питомий об'єм дослідних зразків практично не змінювалися (рисунки 3.1, 3.2), що дозволило ввести 100 % борошна житнього в рецептуру кексу.

Таким чином, доведено можливість повної заміни борошна пшеничного вищого гатунку борошном житнім обдирним в рецептурі кексів при використанні

олії.

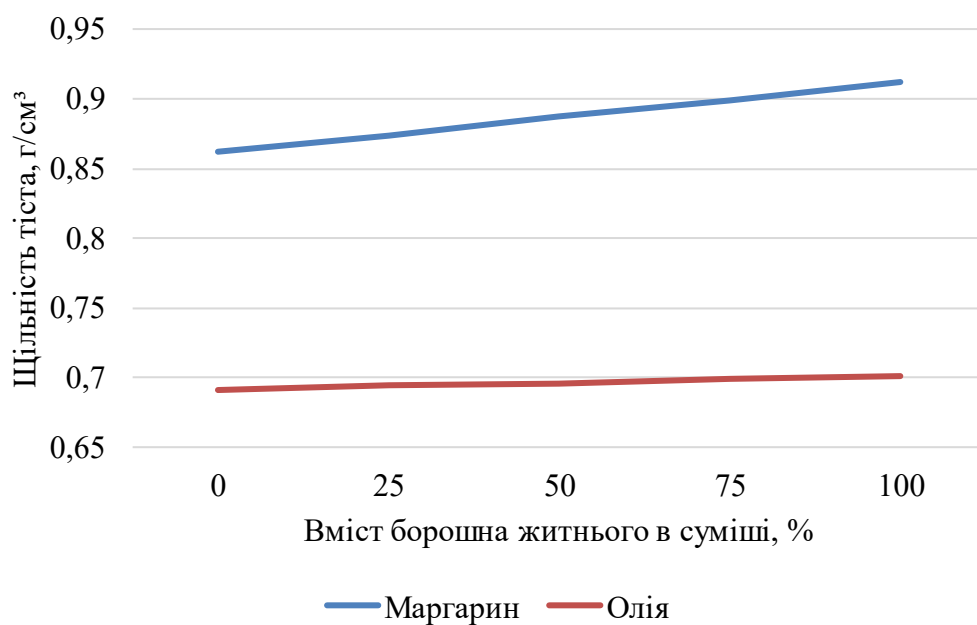


Рисунок 3.9 – Вплив житнього борошна і виду жировмісного компонента на якість тіста

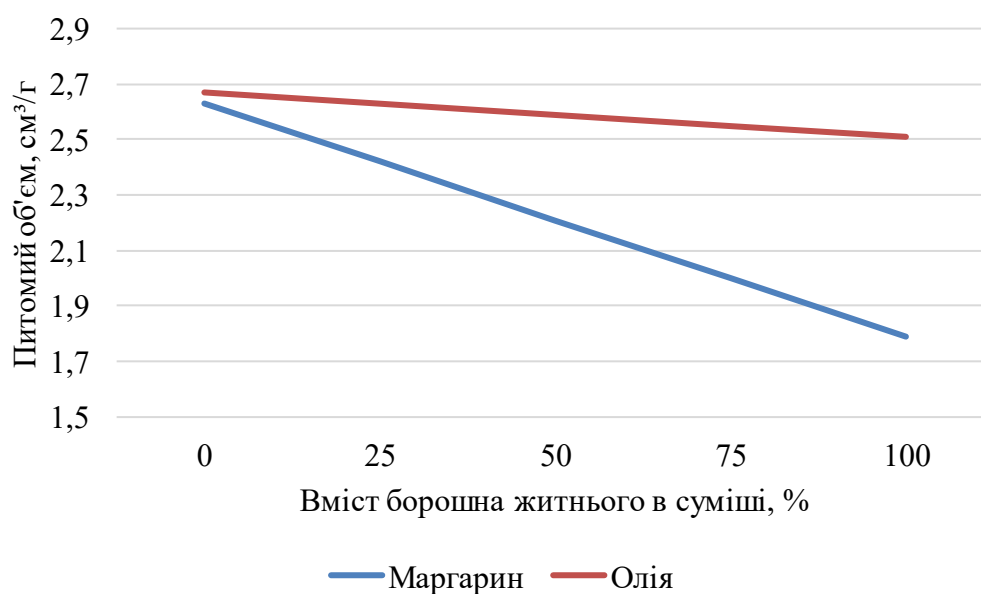


Рисунок 3.10 – Вплив житнього борошна та виду жировмісного компонента на питомий об'єм готового виробу

3.2 Вибір виду дріжджів для виробництва кексу за розробленою рецептурі

Для розробки рецептури кексу на дріжджах з використанням нових сировинних компонентів за основу було прийнято рецептуру кексу на хімічних розпушувачах. Співвідношення рецептурних компонентів по відношенню до маси борошна було збережено. Хімічні розпушувачі (вуглеамонійна сіль, питна сода) були замінені в рецептурі на дріжджі. Відповідно до проведеного аналізу численних рецептур кексів на дріжджах [4], заснованому на вивченні співвідношення кількості дріжджів і вмісту цукру і жиру в рецептурах, була встановлена дозування пресованих дріжджів дорівнює 6 % до маси борошна при вмісті цукру 50 % до маси борошна 1:5. Дозування сухих дріжджів знижували у співвідношенні 1:3.

Досліджували вплив різних видів дріжджів на показники якості кексів та технологічний процес їх виробництва. Використовували дріжджі хлібопекарські пресовані «Преміум»: високоактивні та осмоотолерантні; сухі: «Саф-Момент» для здоби, «Саф-Інстант», «Своя лінія». Сухі дріжджі вносили в тісто, попередньо перемішуючи з борошном. Виявлено, що при цьому спостерігався нерівномірний розподіл дріжджів по масі тіста, розчинення паличкоподібних частинок не відбувалося, у процесі вистоювання тістових заготовок на поверхні були чітко помітні вкраплення даних частинок. Таким чином, об'єм тістових заготовок практично не змінювався в процесі вистоювання, і об'єм кексів після випічки був незначним. Спостерігалася щільна структура кексу, у результаті подальших дослідженнях використовували пресовані дріжджі.

Через високий вміст у рецептурі кексів цукру і жиру, що пригнічують життєдіяльність дріжджів, для подальших досліджень було обрано два види пресованих дріжджів «Преміум»: високоактивні та осмоотолерантні.

Досліджували вплив дріжджів на показники якості кексів залежно від тривалості вистоювання. Тістові заготовки кексів, приготовані з вмістом 6 % високоактивних дріжджів поміщали в вистоювальну шафу, процес здійснювали при температурі 36 – 38 °C і відносній вологості повітря 65 – 75 %. Заготовки

витримували від 60 до 300 хв з кроком 30 хв, після чого випікали, охолоджували та порівнювали показники якості (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Вплив тривалості вистоювання на показники якості кексів при використанні високоактивних дріжджів

Найменування показників	Значення показників якості кексів при тривалості вистоювання тестових заготовок, хв								
	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Питомий об'єм, см ³ /г	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7
Стиснення, од. приладу	8	10	11	12	13	13	13	14	14
Кислотність, град	2,0	2,0	2,0	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3

Встановлено, що тривале вистоювання не сприяло значному збільшенню об'єму тістових заготовок. Тому можна зробити висновок, що необхідно використовувати осмоотолерантні дріжджі.

Їх вплив також досліджували у процесі вистоювання. Проведення попередніх дослідів показало, що при використанні в рецептурі осмоотолерантних дріжджів «Преміум» тривале вистоювання не було потрібно. Таким чином, досліди проводили, витримуючи заготовки від 60 до 140 хв з кроком 20 хв (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Вплив тривалості вистоювання на показники якості кексів при використанні осмоотолерантних дріжджів

Найменування показників	Значення показників якості кексів при				
	60	80	100	120	140
Питомий об'єм, см ³ /г	1,7	1,8	1,9	2,0	1,8
Стисливість, од. приладу	15	16	16	15	13
Кислотність, град	1,8	2,0	2,0	2,2	2,4
Крихкість, %	49,2	50,7	54,3	58,1	61,4

Виявлено, що вистоювання тістових заготовок протікало швидше при використанні даного виду дріжджів, що обумовлено подоланням дріжджової клітини осмотичного тиску, викликаного високим вмістом цукру та жиру в рецептурі. Крім цього встановлено, що при тривалості вистоювання 100 хв кекс відрізнявся великим об'ємом, але плоскою кіркою та великою пористістю, що не властиво кексам традиційної рецептури (рисунки 3.3, 3.4).



Рисунок 3.3 –Зовнішній вигляд кексів «Житні» при тривалості вистоювання 80 хв (а) та 100 хв (б)

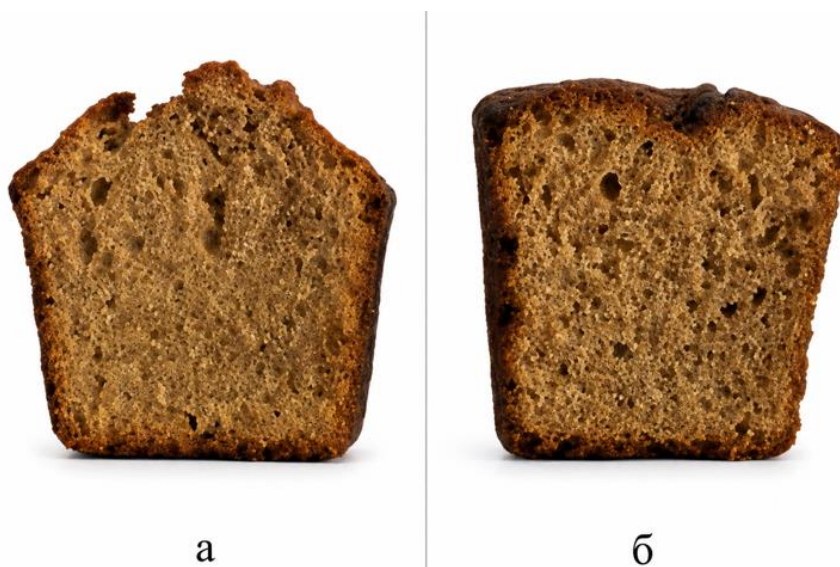


Рисунок 3.4 – Вигляд у розрізі кексів «Житні» при тривалості вистоювання 80 хв (а) та 100 хв (б)

3.3 Вивчення впливу заквасок на газоутворювальну здатність тіста та показники якості кексів на дріжджах у процесі зберігання

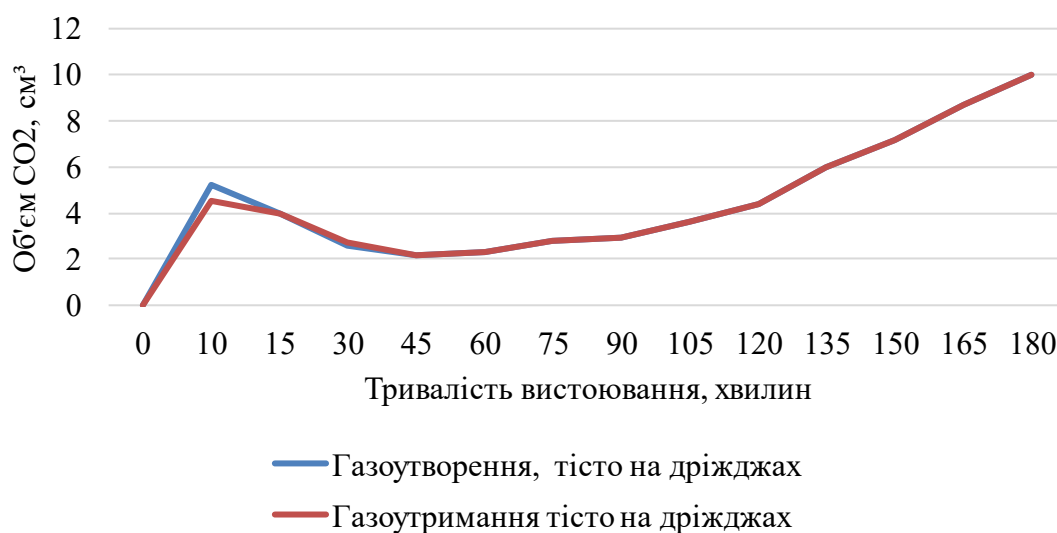
Кекси на дріжджах з використанням житнього борошна відрізнялися підвищеною крихкістю. Досліджували вплив заквасок на показники якості кексів у процесі зберігання. Відповідно до попередніх досліджень при виробництві кексів вносили 10 % і 20 % борошна в густій житній заквасці. Виявлено, що при внесенні 20 % борошна у заквасці кислотність кексу досягала 2,7 град., що відчувалося органолептично. Таким чином, досліджували вплив 10 % борошна, що вноситься із закваскою, на газоутворюючу та газотримуючу здатність тіста. Контрольним зразком служив кекс на дріжджах, приготовлений за розробленою рецептурою на основі житнього борошна, в якій передбачено внесення дріжджів хлібопекарських пресованих осмоотолерантних «Преміум» у кількості 6 % до борошна в тісті. Дослідний зразок містив 6 % дріжджів даного виду та 10 % борошна у густій житній заквасці.

Відомо, що на показники якості кексів на дріжджах впливає об'єм тістових заготовок, що збільшується в процесі їх вистоювання в залежності від інтенсивності газоутворення та утримуючої здатності тіста. Вивчено вплив закваски на реоферментометричні характеристики тесту в процесі його вистоювання (таблиця 3.3, рисунок 3.5).

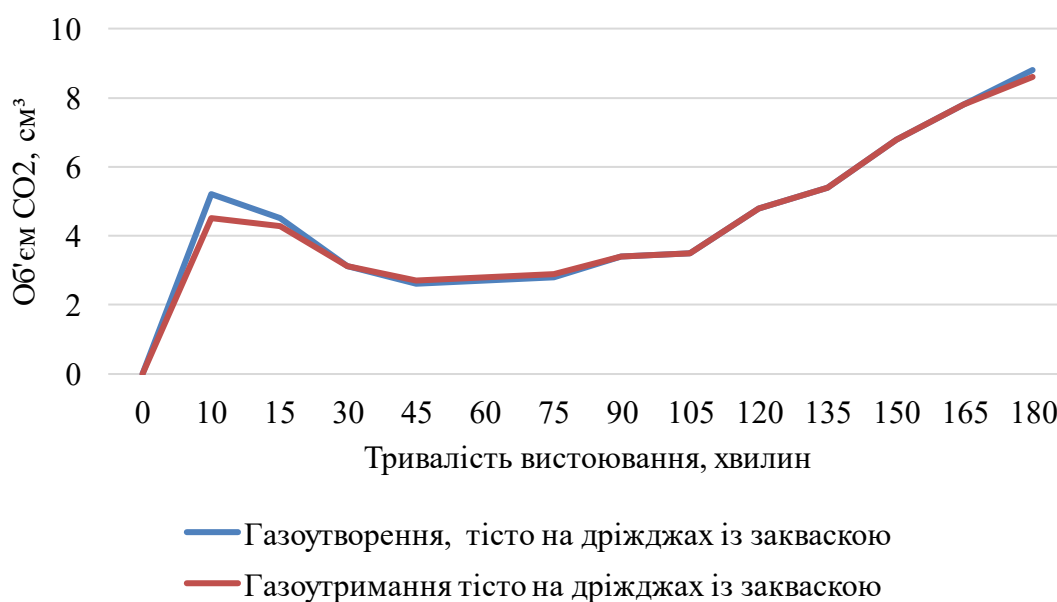
Таблиця 3.3 – Реоферментометричні характеристики тіста для кексів на дріжджах

Найменування показників	Значення показників тесту для кексів на	
	без закваски	у поєднанні із закваскою
Загальний об'єм CO ₂ , см ³	123	126
Об'єм утриманого CO ₂ , см ³	122	125
Коефіцієнт газотримання, %	99,2	99,2
Тривалість бродіння, хв	180	180
Температура тіста, °C	28,5	28,5
Маса тіста, г	315	315

Виявлено, що об'єм газу, що виділився у зразку тіста із застосуванням закваски на 2,5 % вище, ніж у контрольному. При цьому коефіцієнт газотримання у цих зразках однаковий і становить 99,2 %, що свідчить про незначний об'єм втраченого CO_2 . При цьому об'єм утриманого газу в дослідному зразку також вищий, ніж у зразку без використання закваски.



а)



б)

Рисунок 3.5 – Динаміка газоутворення та газотримання у тісті на дріжджах (а) та на дріжджах у поєднанні із закваскою (б)

Встановлено, що найкращих фізико-хімічних та органолептичних показників готові вироби досягали при тривалості вистоювання тістових заготовок 80 – 90 хв та 85 – 95 хв контрольного та дослідного зразків відповідно, про що свідчив процес газоутворення (рисунок 3.6).

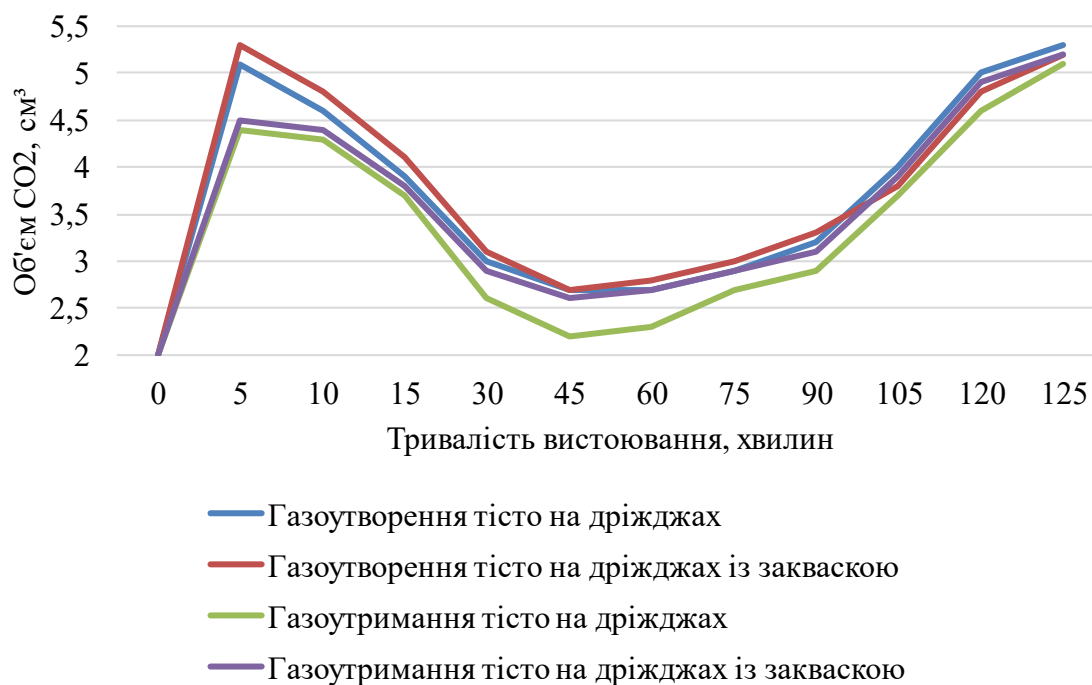


Рисунок 3.6 – Динаміка газоутворення та газотримання у тісті для кексів на дріжджах без закваски та у поєднанні з нею

Відповідно до графіка тривалість вистоювання тестових заготовок не повинна перевищувати 90 хв (тісто на дріжджах) та 95 хв (тісто на дріжджах та заквасці). Після закінчення цих проміжків часу процес газоутворення різко інтенсифікувався, тестова заготівля значно збільшувалася в об'ємі, але при цьому кекс після випічки характеризувався плоскою кіркою, пористістю, а, отже, не відповідав даному виду виробу. Крім того, при тривалому процесі вистоювання кислотність тіста і готового виробу збільшувалися, що негативно позначалося на смак і запах готового кексу.

Встановлено, що інтенсивність газоутворення у дослідному зразку не тільки не поступалася, а й була вищою, ніж у контрольному, що свідчило про більший питомий об'єм готового виробу (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Вплив закваски на показники якості кексів на дріжджах

Найменування показників	Значення показників якості кексу на дріжджах	
	без закваски	у поєднанні із закваскою
Масова частка вологи, %	20,5±0,5	21,0±0,5
Кислотність, град	2,0±0,3	2,3±0,3
Питомий об'єм, см ³ /г	1,8 ± 0,1	1,9±0,1
Стисливість, од. приладу	16±1	17±1
Крихкість, %	50,7±3	43,6±3
Смак та запах	властивий цьому виду виробу, яскраво виражений смак	
Форма	Відповідає цьому виду виробу	
Вид у зламі	Пропечений виріб, не пригорівший та без слідів непромісу	

Досліджували вплив закваски на показники якості кексів на дріжджах у процесі зберігання. Кекси після випікання охолоджували і поміщали в полімерну упаковку. Зберігали протягом 12 діб при температурі 18 °С та відносній вологості повітря 75 %. Виявлено, що вологість виробів практично не змінювалася у процесі зберігання як у контрольному, так і у дослідному зразках (рисунок 3.7).

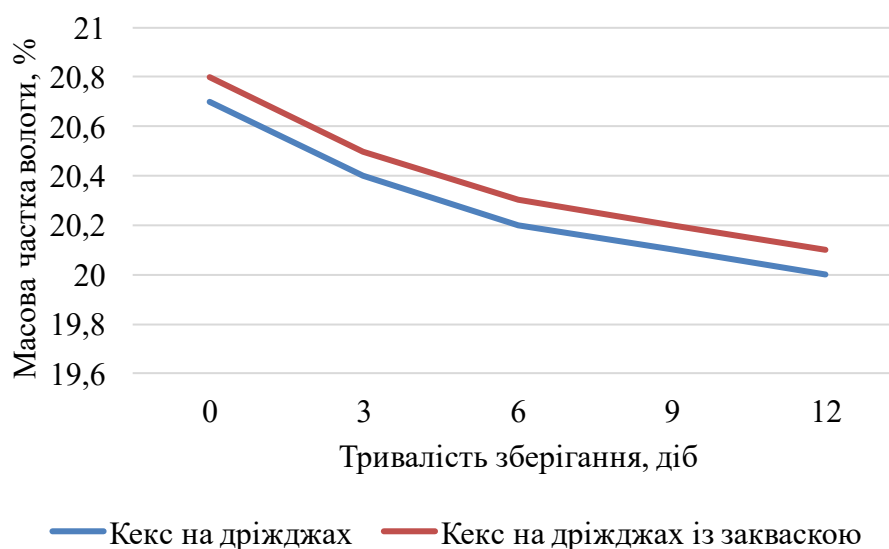


Рисунок 3.7 –Зміна масової частки вологи кексів у процесі зберігання

При цьому зазначено, що показник стисливості був вищим у зразку кексу з використанням закваски (рисунки 3.8), що свідчило про збереження свіжості кексів у процесі зберігання.

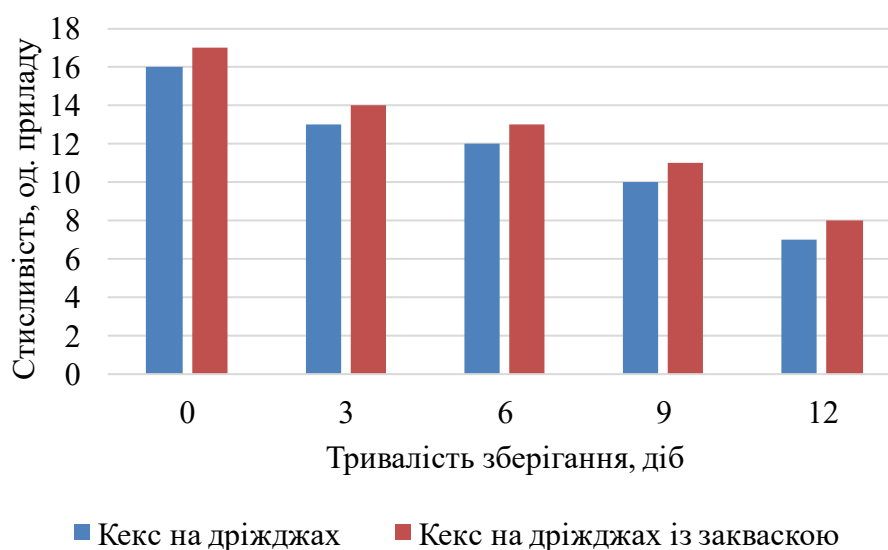


Рисунок 3.8 – Вплив закваски на стисливість кексів на дріжджах в процесі зберігання

Виявлено, що крихкість дослідного зразка була нижчою, ніж контрольного, причому до 12 діб зберігання різниця досягала 18,5 % (рисунки 3.9) при практично однаковій вологості, що свідчило про позитивний вплив використання закваски на показники якості кексів у процесі зберігання, що обґрунтовувало необхідність її використання в технології кексів.

Встановлено можливість зниження дозування дріжджів до 4 % до маси борошна в рецептурі кексу при використанні закваски, незважаючи на те, що питомий об'єм готового виробу був на 7,5 % меншим, ніж контрольний зразок. При цьому такий показник якості, як стисливість, не поступався контрольному зразку, а крихкість кексу в процесі зберігання була нижчою, ніж у контрольному.

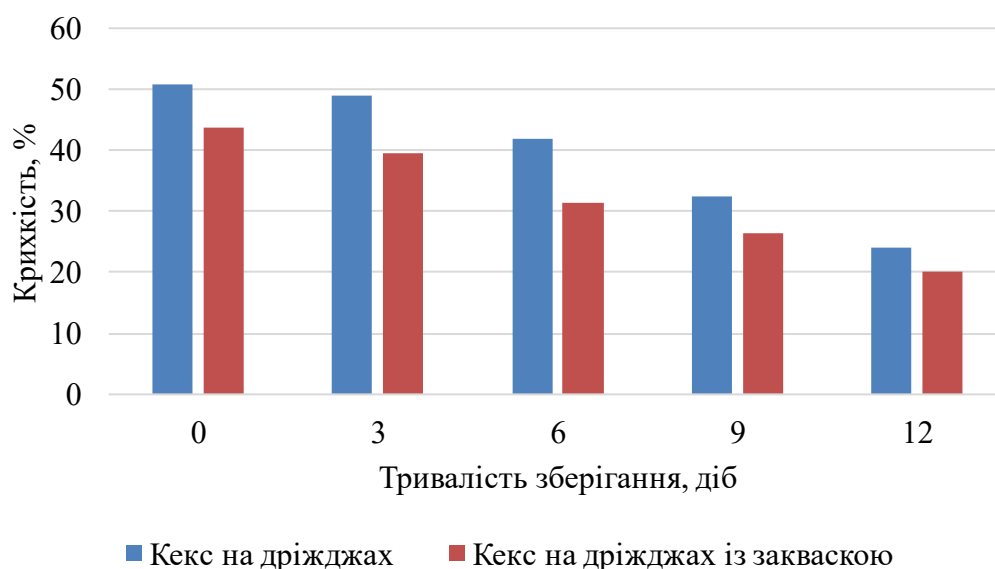


Рисунок 3.9 – Зміна крихкості кексів у процесі зберігання

3.4 Органолептична оцінка якості кексів на дріжджах

В результаті досліджень було розроблено рецептуру кексу «Житній» на дріжджах з використанням нових сировинних компонентів (таблиця 3.5), що передбачає різні технології приготування: з використанням густої житньої закваски і без неї.

Таблиця 3.5 – Рецептура кексу на дріжджах

Найменування сировини та напівфабрикатів	Витрата сировини на 1 т готової продукції, кг		
	без використання закваски	з використанням густої житньої закваски	
		закваска	тісто
1	2	3	4
Борошно житнє обдирне	515,59	38,63	464,03
Цукор-пісок	193,35	-	193,35
Ячмінно-солодовий екстракт	64,45	-	64,45
Олія	128,90	-	128,90
Яйця курячі	257,80	-	257,80
Сіль кухонна харчова	2,58	-	2,58
Дріжджі хлібопекарські	30,98	-	30,98

1	2	3	4
Емульгатор	5,16	-	5,16
Закваска густа житня	-	22,92	91,68
Кількість борошна у заквасці	-	-	51,56
Вода питна	з розрахунку	30,13	з розрахунку
Разом	1267,40	91,68	1267,40
Вихід	1000,00	-	1000,00

Кекси розробленого асортименту характеризувалися високими показниками якості: фізико-хімічними та органолептичними.

Фізико-хімічні показники якості кексів «Житні» на дріжджах оцінювали порівняно з кексом «Здоров'я» (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6 – Фізико-хімічні показники якості кексів на дріжджах

Найменування показників	Значення показників якості кексів на дріжджах		
	«Здоров'я» (з пшеничного борошна)	«Житні»	
		Без використання закваски	З використанням густої житньої закваски
Масова частка вологи, %	21,0	20,5	21,0
Масова частка загального цукру, % СР	31,1	27,4	27,4
Масова частка жиру, % СР	18,9	18,6	18,6
Кислотність, град	1,5	2,0	2,3
Питомий об'єм, см ³ /г	2,0	1,8	1,9
Стисливість, од. приладу	16	16	17
Крихкість, %	40,6	50,7	43,6

Результати досліджень показали, що масова частка вологи кексів «Житні» та кексу «Здоров'я» не відрізняються між собою.

Масові частки цукру та жиру у розроблених зразках кексів нижче порівняно з кексом «Здоров'я» на 12 і 1,6 % відповідно, що пов'язано з використанням солодового екстракту та олії рослинної в рецептурі. Кислотність зразків кексів з

житнього борошна вища за дані показники кексу «Здоров'я», що пов'язано із застосуванням житнього борошна та закваски, що підвищує кислотність.

Питомий об'єм кексів знизився на 5 – 10 % порівняно з кексом з пшеничного борошна, що пов'язано з використанням борошна житнього, яке не утворює клейковину. Стиснення житніх кексів практично не відрізнялося від пшеничного кексу. Значення крихкості кексів пшеничного та житнього із закваскою практично однакові. При цьому необхідно відзначити, що кекси з використанням житнього борошна відрізняються підвищеною крихкістю у зв'язку з особливостями білково-протеїнажного та вуглеводно-амілазного комплексів житнього борошна.

Визначали такі органолептичні показники якості кексів, як смак, запах, форма та вид у зламі, а також колір кірки та стан поверхні.

Органолептичні показники оцінювали згідно з розробленою шкалою бальної оцінки якості. Відповідно до неї кекси з використанням житнього борошна повинні мати правильну форму, опуклу поверхню з розривом по центру виробу, допускаються незначні тріщини. Колір кірки має бути від темно-золотистого до світло-коричневого. Виріб має бути добре пропеченим, без пригорілого та слідів непромісу, кекс не крихкий з яскраво вираженим солодким смаком та запахом здоби.

Результати дегустації розробленого асортименту кексів «Житнє диво» представлені у вигляді органолептичних профілів на рисунках 3.10, 3.11, що наочно відображають характеристики виробів.

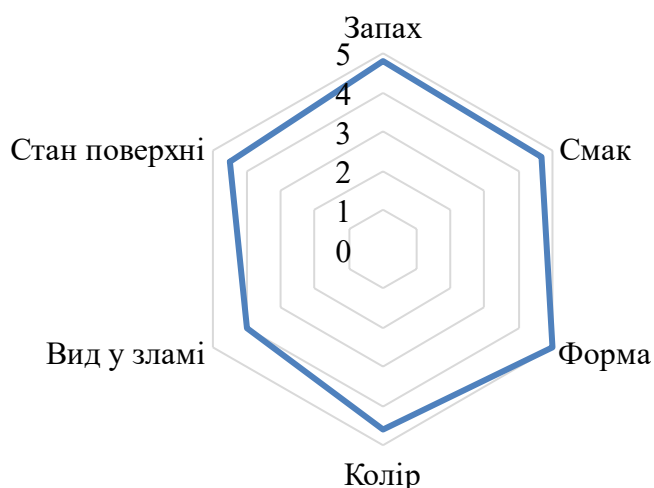


Рисунок 3.10 – Органолептична оцінка якості кексів «Житні»

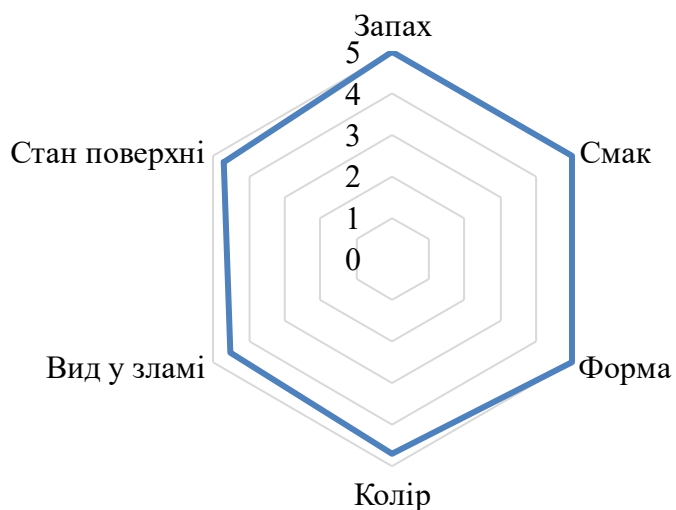


Рисунок 3.11 – Органолептична оцінка якості кексу «Житній» з додаванням закваски

3.5 Розробка технології кексів на дріжджах

Розроблена технологія виробництва кексу на дріжджах дозволила не лише скоротити технологічний процес виробництва, а й покращити показники якості готових виробів у процесі зберігання та розширити асортимент кексів.

Технологічна схема виробництва кексів на дріжджах представлена рисунку 3.12.

При приготуванні кексів на дріжджах солодовий екстракт, яйця курячі і закваску змішували до утворення однорідної маси, потім додавали цукор, сіль, емульгатор і отриману суміш інтенсивно перемішували протягом 1 – 2 хв при швидкості обертання місильного органу 140 об/хв, додавали олію. замішували тісто. Відразу після замісу тісто розкладали у форми і тістові заготовки направляли на вистоювання, яке здійснювали в шафі при температурі 34 – 36 °C і відносній вологості повітря 75 – 80 %. Тривалість вистоювання становила 80 – 90 хв, після чого тістові заготовки випікали при температурі 175 °C протягом 5 хв і при температурі 165 °C протягом 20 – 25 хв до готовності. Після випікання кекси охолоджували. Технологічні параметри виробництва представлені у таблиці 3.7.

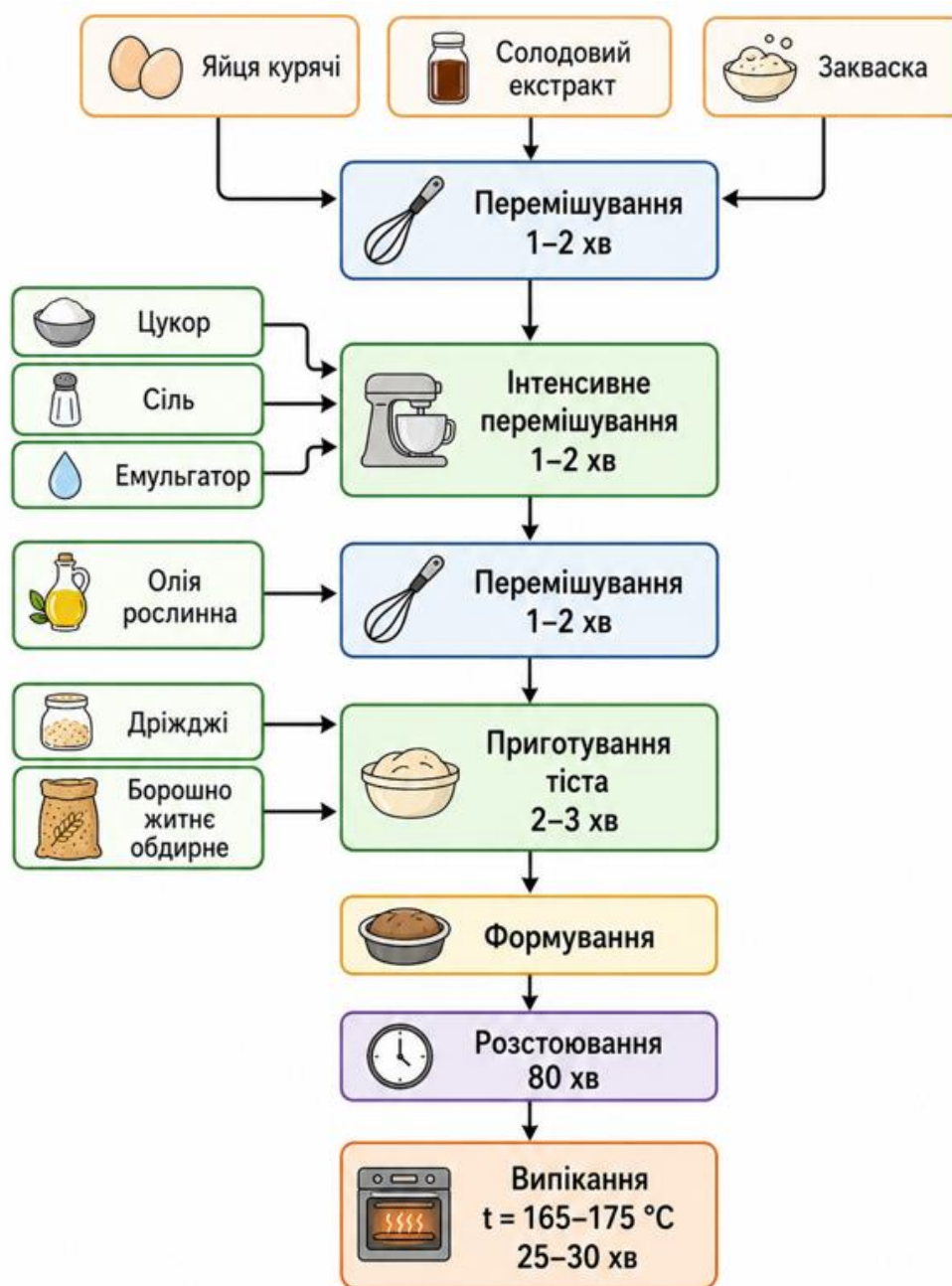


Рисунок 3.12 – Технологічна схема виробництва кексу «Житній» на дріжджах

Таблиця 3.7 – Технологічні параметри виробництва кексу на дріжджах

Найменування показників процесу	Значення показників процесу під час приготування кексу		
	без використання закваски	з використанням густої житньої закваски	
		закваска	тісто
Вологість закваски, %	-	50,0	-
Кислотність закваски, град	-	12 – 14	-
Підйомна сила закваски, хв	-	20 – 25	-
Вологість тіста, %	28,0	-	28,0
Температура тіста, °C	30,0	30,0	30,0
Кінцева кислотність тіста, град	4,1	-	4,8
Тривалість вистоювання, хв	80	-	80

Висновки за розділом

Досліджено вплив житнього обдирного борошна на якість тіста та готових кексів. Встановлено, що при використанні маргарину можлива заміна не більше 50 % пшеничного борошна на житнє, оскільки подальше збільшення його кількості підвищує щільність тіста та знижує питомий об'єм виробів. При заміні маргарину на олію доведено можливість повного використання житнього обдирного борошна у рецептурі кексів.

Визначено доцільність використання осмотолерантних пресованих дріжджів, які забезпечують кращий перебіг вистоювання тіста в умовах підвищеного вмісту цукру і жиру. Оптимальна тривалість вистоювання тістових заготовок становить 80 – 90 хв, що дозволяє отримати вироби з належним об'ємом, формою та структурою.

Доведено позитивний вплив густої житньої закваски на якість кексів. Її використання сприяє підвищенню газоутворення, збільшенню питомого об'єму,

зменшенню крихкості та кращому збереженню свіжості виробів під час зберігання.

Розроблено рецептуру кексу «Житній» на дріжджах із використанням житнього обдирного борошна, олії, солодового екстракту та, за потреби, густої житньої закваски. За фізико-хімічними та органолептичними показниками нові вироби відповідають вимогам до якості кексів і мають приємний смак, запах, правильну форму та добре пропечену структуру.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Розроблення картки з безпеки праці при виробництві кексів на дріжджах

Розроблення картки з безпеки праці при виробництві кексів на дріжджах є необхідним для забезпечення безпечних умов роботи персоналу на всіх етапах технологічного процесу. Виробництво кексів передбачає підготовку та дозування сировини, замішування тіста, вистоювання, випікання, охолодження і пакування готових виробів, що супроводжується дією механічних, термічних, електричних та санітарно-гігієнічних небезпек, рисунок 4.1.

Основними ризиками є травмування під час роботи з тістомісильним і допоміжним обладнанням, опіки при обслуговуванні печей, ураження електричним струмом, ковзання на вологій підлозі, а також забруднення продукції при недотриманні санітарних вимог. Для запобігання цим ризикам працівники повинні використовувати спецодяг, рукавиці, головні убори, дотримуватися правил експлуатації обладнання, не працювати з несправними машинами та підтримувати чистоту робочого місця.

Картка з безпеки праці містить перелік небезпечних факторів, вимоги до працівників, засоби індивідуального захисту, правила безпечного виконання операцій та дії у разі аварійної ситуації. Її впровадження дає змогу знизити виробничі ризики, запобігти травматизму та забезпечити стабільне й безпечне виробництво кексів на дріжджах.

4.2 Шляхи утилізації відходів при виробництві кексів на дріжджах

Під час виробництва кексів на дріжджах утворюються харчові та нехарчові відходи: залишки борошна, тіста, крихти, браковані вироби, пакувальні матеріали, використані мийні розчини та побутові відходи, рисунок 4.2.



Рисунок 4.1 – Карта безпеки праці під час виробництва кексів на дріжджах

Харчові відходи, які не містять шкідливих домішок, можуть передаватися на кормові цілі або використовуватися для компостування. Браковані вироби, придатні за санітарними показниками, можуть бути перероблені у крихту або використані як вторинна сировина у виробництві окремих видів борошняних виробів.

Пакувальні матеріали – папір, картон, полімерна плівка – необхідно збирати окремо та передавати на повторну переробку спеціалізованим підприємствам. Відходи, що не підлягають повторному використанню, вивозять на полігони твердих побутових відходів відповідно до санітарних вимог.

Стічні води після миття обладнання та приміщень повинні проходити очищення перед скиданням у каналізаційну мережу. Запровадження сортування, раціонального використання сировини та належної утилізації відходів дає змогу зменшити негативний вплив виробництва кексів на довкілля.



Рисунок 4.2 – Основні шляхи утилізації відходів виробництва кексів

Висновки за розділом

Розглянуто основні питання охорони праці та захисту довкілля при виробництві кексів на дріжджах. Визначено основні небезпечні фактори технологічного процесу, зокрема механічні, термічні, електричні та санітарно-гігієнічні ризики.

Розроблено картку з безпеки праці, яка містить вимоги до працівників, засоби індивідуального захисту, правила безпечної роботи з обладнанням та порядок дій у разі аварійної ситуації. Її використання сприяє зниженню ризику травматизму та забезпеченню безпечних умов праці.

Охарактеризовано основні види відходів, що утворюються під час виробництва кексів, та запропоновано шляхи їх утилізації. Передбачено сортування харчових і нехарчових відходів, передачу пакувальних матеріалів на переробку, очищення стічних вод та раціональне використання сировини.

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/г.

У таблиці 5.1 наведено результати розрахунків вартості основних матеріалів, використаних під час проведення експериментальних досліджень з розрахунку на 1 кг дослідного і контрольного зразка кексів.

Таблиця 5.1 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість для виготовлення дослідного і контрольного зразків кексів

Найменування, одиниці	Кількість, кг	Ціна, грн/кг	Сума, грн.
Борошно житнє обдирне	1,00	30,90	30,90
Цукор-пісок	0,50	36,90	18,45
Ячмінно-солодовий екстракт	0,13	185,83	24,16
Олія	0,26	93,48	24,30
Емульгатор	0,01	63,00	0,63
Закваска густа житня	0,30	138,00	41,40
Кількість борошна у заквасці	0,05	30,90	1,55
Всього			141,39

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 24 % від загальної суми оплати праці, що підлягає сплаті єдиного соціального внеску:

$$H = \frac{2000,00 \cdot 24}{100} = 480,00 \text{ грн.}$$

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 змішувача, становлять:

$$E_1 = 2,3 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 16,4 = 271,58 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу шафи вистоювальної, становлять:

$$E_2 = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 32 \cdot 16,4 = 944,64 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу духової шафи (пароконвектомату), становлять:

$$E_3 = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 16,4 = 259,77 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу ноутбука становлять:

$$E_4 = 0,1 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 16,4 = 295,20 \text{ грн.}$$

Загальні розрахункові витрати на електроенергію:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 271,58 + 944,64 + 259,77 + 295,20 = 1771,19 \text{ грн.}$$

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.
Змішувач	3400,00	10	1	0,93
Вистоювальна шафа	14000,00	10	4	15,34
Духова шафа	26000,00	10	1	7,12
Ноутбук	36000,00	24	25	591,70
Всього				615,09

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)	141,39
Заробітна плата (ЗП)	2000,00
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	480,00
Електроенергія (Е)	1771,19
Амортизація (А)	615,09
Накладні витрати (НВ)	1600,00
Всього	6607,67

За результатами проведеного аналізу встановлено, що найбільшу частку в загальній структурі витрат становлять витрати на заробітну плату та витрати на електроенергію, 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:

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

де $\mathcal{C}$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$\mathcal{C} = 6607,67 + \frac{30 \cdot 6607,67}{100} = 8589,97 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 8589,97 грн.

Висновки за розділом

Визначено вартість основних матеріалів, витрати на оплату праці, нарахування на заробітну плату, електроенергію, амортизацію обладнання та накладні витрати. Загальна сума витрат на проведення дослідження становить 6607,67 грн.

Встановлено, що найбільшу частку у структурі витрат займають заробітна

плата, електроенергія та накладні витрати, що суттєво впливають на загальну собівартість лабораторних досліджень.

З урахуванням нормативного рівня рентабельності розрахункова вартість проведення дослідження становить 8589,97 грн. Отже, виконані розрахунки підтверджують економічну обґрунтованість проведення досліджень і дають змогу оцінити орієнтовну вартість розроблення технології кексів підвищеної харчової цінності.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Обґрунтовано актуальність розроблення кексів підвищеної харчової цінності з використанням житнього обдирного борошна, оскільки традиційні кекси характеризуються високим вмістом жирів і легкозасвоюваних вуглеводів та недостатньою кількістю цінних харчових речовин.

Визначено об'єкти, предмет, умови та методи досліджень. Для оцінювання якості сировини, напівфабрикатів і готових виробів використано органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні та розрахункові методи, що дало змогу комплексно оцінити якість кексів.

Досліджено вплив житнього обдирного борошна на властивості тіста та якість готових виробів. Встановлено, що при використанні маргарину можлива заміна до 50 % пшеничного борошна на житнє, тоді як застосування олії дає змогу повністю використовувати житнє обдирне борошно у рецептурі кексів.

Обґрунтовано доцільність використання осмотолерантних пресованих дріжджів, які забезпечують кращий перебіг процесу вистоювання в умовах підвищеного вмісту цукру і жиру. Встановлено оптимальну тривалість вистоювання тістових заготовок – 80 – 90 хв.

Доведено позитивний вплив густої житньої закваски на якість кексів. Її внесення сприяє підвищенню газоутворення, збільшенню питомого об'єму, зменшенню крихкості та кращому збереженню свіжості виробів у процесі зберігання.

Розроблено рецептуру та технологічну схему виробництва кексу «Житній» на дріжджах із використанням житнього обдирного борошна, олії, солодового екстракту та густої житньої закваски. Встановлено, що готові вироби мають належні фізико-хімічні та органолептичні показники якості.

Розглянуто питання охорони праці та захисту довкілля. Розроблено картку з безпеки праці при виробництві кексів на дріжджах, визначено основні виробничі ризики та запропоновано шляхи утилізації харчових і нехарчових відходів.

Проведено організаційно-економічні розрахунки. Загальна сума витрат на проведення дослідження становить 6607,67 грн, а розрахункова вартість дослідження з урахуванням нормативної рентабельності – 8589,97 грн.

Отже, результати роботи підтверджують доцільність використання житнього обдирного борошна та густої житньої закваски у технології кексів на дріжджах, що дає змогу розширити асортимент борошняних кондитерських виробів, підвищити їх харчову цінність і покращити якість під час зберігання.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Дорохович А. В., Лазаренко Т. А. Технологія хлібопекарського, макаронного, кондиційного та харчоконцентратного виробництва: підручник. Київ : НУХТ, 2018. 412 с.
2. Дробот В. І., Грищенко А. М. Використання нетрадиційної сировини у хлібопекарській промисловості: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2011. 180 с.
3. Оболкіна Л. А. Технологія кондитерського виробництва: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2011. 234 с.
4. Капрельянц Л. В., Килименко О. В. Функціональні продукти харчування: підручник. Одеса: ОНАХТ, 2014. 312 с.
5. Сирохман І. В., Задорожний І. М., Пономарьов П. Х. Товарознавство кондитерських виробів : підручник. Львів: Компакт-ЛВ, 2007. 450 с.
6. Дорохович А. С., Ковбаса В. М., Дорохович В. В. Технологія кондитерського виробництва: підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2010. 535 с.
7. Зайцева Г. Т., Горпинко Т. М. Технологія виготовлення борошняних кондитерських виробів : підручник. Київ : Вікторія, 2002. 400 с.
8. Оболкіна Л. А. Технологія кондитерського виробництва: навч. посіб. Київ : НУХТ, 2010. 158 с.
9. Півоваров О. А., Ковальова О. С., Тertiшний О. О., Кошулько В. С. Інноваційні технології у виробництві цукристих речовин та продуктів харчування: Навчальний посібник. Дніпро: 2026. 622 с.
10. Бровко А. Т., Ткаченко Т. В., Сірохман І. В. Товарознавство харчових продуктів: Смакові товари, товари бджільництва: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2014. 420 с.
11. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
12. Махінко В. М., Писарева О. В. Технологічні розрахунки у кондитерському виробництві : навч. посіб. Харків : ХДУХТ, 2014. 135 с.

13. Дорохович А. С., Лазаренко М. В., Бадрук В. В. Лабораторний практикум з технології кондитерського виробництва : навч. посіб. Київ : НУХТ, 2005. 211 с.
14. Рецептури на кекси, ромові баби та рулети / Державний комітет України по харчовій промисловості. Київ: Техніка, 2002. 248 с.
15. Збірник технологічних інструкцій по виробництву кондитерських виробів / під ред. А. С. Дорохович. Київ : Укрметртестстандарт, 2004. 312 с.
16. Кекси. Загальні технічні умови : ДСТУ 4505:2005. — [Чинний від 2007-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 13 с. (Національний стандарт України).
17. Алеян, М. В. (2021). Удосконалення технології виробів із кексового тіста за рахунок використання рослинної сировини.
18. Капліна, Т. В., Столярчук, В. М., & Дудник, С. О. (2017). Функціонально-технологічна роль рецептурних складових технології кексів на хімічних розпушувачах і підвищення їх харчової цінності за рахунок нетрадиційної рослинної сировини.
19. Черних, С. А., & Ковальова, О. С. (2013). Кексові напівфабрикати з додаванням солоду. Хранение и переработка зерна. 8 (173). 52-54.
20. Челябієва, В. М., Семенюк, О. Ю., & Гаврик, М. В. (2017). Використання нетрадиційної сировини у кондитерському виробництві.
21. Калина, В. С., Чурсінов, Ю. О., & Ковальова, О. С. (2020). Склад кексу з біологічно активними речовинами з нуту та журавлини.
22. Божик, Л. І. (2025). Використання нетрадиційного борошна у виробництві безглютенових виробів із впровадженням розробки у хлібопекарське виробництво (Master's thesis, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя).
23. Півоваров, О. А., Ковальова, О. С., & Лазаренко, У. І. (2024). Застосування нетрадиційних підсолоджувачів натурального походження для виготовлення сухих сніданків. Наука, технології, інновації, (2), 70-81.

24. Cauvain S. P. Baking Technology and Nutrition: Towards a Healthier World. Chichester : John Wiley & Sons, 2019. 288 p.
25. Wieser H., Regenstein J. M. Functional Bakery Products: Ingredients and Formulations. New York : Academic Press, 2021. 340 p.
26. Tsatsaragkou K., Mandala I. Innovation in Sourdough and Bakery Products: Functional and Nutritional Aspects. Industrial Applications. S. l. : Elsevier, 2023. 210 p.
27. Hou G. G. Asian Noodles and Bakery Products: Alternative Flours and Functionality. St. Paul : AACCI Press, 2017. 195 p.
28. Gallagher E. Gluten-Free Food Science and Technology. Oxford : Wiley-Blackwell, 2009. 280 p.
29. Gisslen W. Professional Baking. 8th ed. Hoboken : John Wiley & Sons, 2021. 792 p.
30. Panina, E. V., Sorokina, I. A., Butova, S. V., & Korolkova, N. V. (2020, January). Use of non-conventional raw materials from spring wheat grain in functional food products. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 422, No. 1, p. 012016). IOP Publishing.
31. Pivovarov, O., Kovalova, O., & Koshulko, V. (2022). Disinfection of marketable eggs by plasma-chemically activated aqueous solutions.
32. Usatiuk, S., & Bozhko, A. (2023). Prospects of the use of non-traditional vegetable raw materials in the production of confectionery products. Food Science & Technology (2073-8684), 17(2).
33. Omaraliyeva, A., Botbayeva, Z., Agedilova, M., Abilova, M., Nurtayeva, A., & Baishugulova, S. (2022). Development of the recipe composition of gluten-free flour confectionery products based on chickpea flour. Eastern-European journal of enterprise technologies, 6(11), 120.
34. Kovalova, O., Vasilieva, N., Zhulinska, O., Balandina, I., Zhukova, L., Bezpal'ko, V., ... & Barkar, Y. (2024). Development of lentil malt production technology using plasma-chemically activated aqueous solutions.

35. Gur'ev, S., Ivanova, V., Safonova, E., Trukhina, E., & Bernavskaya, M. (2023). RETRACTED: The use of non-traditional types of flour in the technology of sponge cake. In E3S Web of Conferences (Vol. 420, p. 01021). EDP Sciences.
36. Kovalova, O., Vasilieva, N., Haliasnyi, I., Gavrish, T., Dikhtyar, A., Andrieieva, S., ... & Ashtaiev, O. (2024). Development of technology for the production of all-purpose buckwheat malt using plasmochemically activated aqueous solutions.
37. Bomba, M. Y., Pandiak, I. H., Fedyna, L. O., & Krektun, B. V. (2025). Application of functional ingredients in confectionery manufacturing technology. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 27(103), 10-14.
38. Kovalova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Haliasnyi, I., Gontar, T., ... & Karatieieva, O. (2023). Determining the effect of plasmochemically activated aqueous solutions on the bioactivation process of sea buckthorn seeds.
39. Kireeva, O., Lazareva, T., Murlenkov, N., Berezina, N., Yarkina, M., Zhuchkov, S., ... & Kuznetsova, E. A. (2024). Application of non-traditional raw materials in the production of low-humidity bakery products. In E3S Web of Conferences (Vol. 486, p. 02011). EDP Sciences.
40. Kovaliova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Mandych, O., Hontar, T., ... & Bogatov, O. (2023). Development of the technology for the production of germinated flax seeds using plasmochemically activated aqueous solutions.
41. Rumjanceva, V. V., Berezina, N. A., Hmeleva, E. V., Penkova, J. V., & Kolomytseva, V. V. (2018, December). Analysis of Contemporary Trends in Production of Sugar Products from Non-Traditional Raw Materials and Their Practical Use. In International scientific and practical conference "Agro-SMART-Smart solutions for agriculture"(Agro-SMART 2018) (pp. 269-278). Atlantis Press.
42. Tkachenko, A., & Pakhomova, I. (2016). Consumer properties improvement of sugar cookies with fillings with non-traditional raw materials with high biological value.