

**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
протеїнових кексів**

Виконав: здобувач вищої освіти 4курсу,
групи ХТ-2-20 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності
181 «Харчові технології»

_____ Олександр НАЛИВАЙКО

Керівник: _____ Яна ГЕЗЬ

Рецензент: _____ Дмитро ПЕТРОВ

Дніпро 2024

**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

В.о. завідувача кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«06» травня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Наливайку Олександрю Валерійовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва протеїнових кексів».

Керівник роботи: Гезь Яна Василівна, старша викладачка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «06» травня 2024 року № 983.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 07 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва кексів збагачених білковими добавками. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Матеріали та методи досліджень. 3 Результати досліджень та їх обговорення. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Старша викладачка Яна ГЕЗЬ	06.05.24	07.06.24

7. Дата видачі завдання 06 травня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	06.05-08.05.24	виконано
2	Огляд літератури	09.05-12.05.24	виконано
3	Матеріали та методи досліджень	13.05-15.05.24	виконано
4	Результати досліджень та їх обговорення	16.05-31.05.24	виконано
5	Охорона праці та довкілля	01.06-02.06.24	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.24	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.24	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	06.06-07.06.24	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Олександр НАЛИВАЙКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Яна ГЕЗЬ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 70 сторінок друкованого тексту, 10 рисунків та ілюстрацій, 15 таблиці та використано 32 літературних джерела посилань.

Метою роботи є розширення асортименту борошняних кондитерських виробів шляхом створення технології протеїнового кексу з використанням багатофункціональної сухої білоквмісної суміші, що забезпечує високу біологічну цінність, спрощення процесу та покращення якості виробів.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва протеїнових кексів.

Предмет дослідження – зв'язок технологічних показників сировини з якісними показниками отриманого продукту.

Найважливішим завданням харчової промисловості країни є випуск борошняних кондитерських виробів з високими споживчими властивостями, харчовою та біологічною цінністю та стійких при зберіганні. У їх великому асортименті значне місце займають кекси. Кекси, маючи ніжну консистенцію та приємний смак, користуються популярністю у населення різних вікових груп, включаючи дітей.

Одним із шляхів підвищення якості та розширення асортименту є використання в технологічних процесах виробництва сухих сумішей, що володіють рядом переваг, в порівнянні з іншими видами сировини. Вони містять мінімальну кількість вологи, мають невеликий об'єм і масу, а низька вологість та відсутність активних ферментних систем сприяють тривалішому зберіганню та збереженню вихідної якості сировини. Сухі порошкоподібні суміші технологічні, зручні при переробці, а застосування їх у виробництві різних харчових систем спрощує технологію виробів та покращує культуру виробництва за збереження або навіть перевищення якості виробів та забезпечують економічний ефект.

Ключові слова: КЕКСИ, ПОРОШКОПОДІБНІ СУМІШІ, ЯКІСТЬ, СИРОВИНА, КОРИСТЬ, ДОСЛІДЖЕННЯ, БОРОШНО, БІЛКОВІ ДОБАВКИ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Білокмісні сухі суміші та їх застосування в борошняних кондитерських виробах	9
1.1.1 Склад, властивості та застосування сухих білоквмісних сумішей	9
1.1.2 Техно-функціональні властивості та харчова цінність білкових препаратів	12
1.2 Асортимент та способи виробництва кексів	20
1.3 Сировина та якість готових виробів	22
Висновки за розділом	29
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1 Сировина та матеріали досліджень	30
2.2 Методи досліджень	30
2.2.1 Методи оцінки властивостей сировини	30
2.2.2 Методи дослідження готових виробів	32
Висновки за розділом	33
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	35
3.1 Хімічний склад функціональних властивостей білкових препаратів	35
3.2 Вплив різних факторів на функціональні властивості білкових препаратів	38
3.2.1 Жироемульгуюча здатність білкових препаратів та їх збалансованої суміші	38
3.3 Вибір та обґрунтування використання рецептурних компонентів у суміші для протеїнових кексів	41
3.4 Розробка технології протеїнових кексів з сухою сумішшю білок	42
3.4.1 Вплив властивостей пшеничного борошна на якість кексів	42
3.4.2 Рецептурні компоненти та технологічні параметри приготування олійних кексів	45

3.4.3 Використання жирових композицій у рецептурі олійних кексів	49
3.5 Дослідження показників якості кексів під час зберігання	52
Висновки за розділом	56
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	58
4.1 Картка умов безпеки праці оператора цеху з виробництва борошняних кондитерських виробів	58
4.2 Шляхи утилізації відходів при виробництві борошняних кондитерських виробів	59
Висновок за розділом	60
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	61
5.1 Витрати на проведення досліджень	61
5.2 Розрахунок вартості дослідження	64
Висновки за розділом	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	66
БІБЛІОГРАФІЯ	68

ВСТУП

Найважливішим завданням харчової промисловості країни є випуск борошняних кондитерських виробів з високими споживчими властивостями, харчовою та біологічною цінністю та стійких при зберіганні. У їх великому асортименті значне місце займають кекси. Кекси, маючи ніжну консистенцію та приємний смак, користуються популярністю у населення різних вікових груп, включаючи дітей. Кекси навіть без начинок є закінченою продукцією, тому на першому місці серед різноманіття ознак їх конкурентоспроможності стоїть якість.

Одним із шляхів підвищення якості та розширення асортименту є використання в технологічних процесах виробництва сухих сумішей, що володіють рядом переваг, в порівнянні з іншими видами сировини. Вони містять мінімальну кількість вологи, мають невеликий об'єм і масу, а низька вологість та відсутність активних ферментних систем сприяють тривалішому зберіганню та збереженню вихідної якості сировини. Сухі порошкоподібні суміші технологічні, зручні при переробці, а застосування їх у виробництві різних харчових систем спрощує технологію виробів та покращує культуру виробництва за збереження або навіть перевищення якості виробів та забезпечують економічний ефект.

Враховуючи, що виробництво сухих сумішей у країні як самостійний напрямок зароджується, а рецептури більшою мірою розроблені за кордоном і не завжди доступні, створення технологічних основ виробництва вітчизняного асортименту сухих сумішей з комплексом високих споживчих, технологічних та економічних переваг набуває важливого практичного значення.

З застосуванням сухих сумішей можливе створення асортименту борошняних кондитерських виробів та з профілактичною (функціональною) або навіть дієтичною спрямованістю за рахунок використання, наприклад, білкових препаратів рослинного та тваринного походження або інших компонентів, здатних забезпечити необхідний хімічний склад, харчову та біологічну цінність. Поліфункціональні властивості сухих сумішей можуть виключити небажані для організму людини компоненти і, навпаки, збагатити харчові продукти найбільш

корисними інгредієнтами.

Для розробки нових та вдосконалення існуючих технологічних основ виробництва сухих сумішей для борошняних кондитерських виробів з комплексом нових властивостей та переваг накопичено значний досвід та створено наукові та практичні основи роботами відомих вчених.

У цій проблемі особливо актуальні питання взаємодії та впливу один на одного інгредієнтів різної хімічної природи та регулювання техно-функціональних властивостей білків з одночасним забезпеченням необхідних показників якості, харчової та біологічної цінності борошняних кондитерських виробів. Тому, враховуючи вищевикладене, розробка досконалих рецептур та технологій сумішей із комплексом функціональних властивостей для виробництва борошняних кондитерських виробів заданих показників якості є актуальною.

Метою роботи було розширення асортименту борошняних кондитерських виробів шляхом створення технології протеїнового кексу з використанням багатофункціональної сухої білоквмісної суміші, що забезпечує високу біологічну цінність, спрощення процесу та покращення якості виробів.

Задля реалізації поставленої мети вирішувалися такі:

- визначення функціональних властивостей та обґрунтування вибору білкових препаратів;
- дослідження спільної дії компонентів та забезпечення необхідних показників харчової та біологічної цінності виробів;
- вивчення впливу рецептурних компонентів та технологічних факторів на фізико-хімічні властивості та показники якості піни, емульсії кексів;
- розробка технології виробництва протеїнових кексів;
- дослідження показників якості кексів при зберіганні;
- оцінка харчової та біологічної цінності кексів.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва протеїнових кексів.

Предмет дослідження – зв'язок технологічних показників сировини з якісними показниками отриманого продукту.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Кондитерські вироби не відносяться до продуктів першої необхідності, однак вони користуються попитом населення, що постійно зростає, включаючи дітей. Вироби представлені широким асортиментом, що сильно розрізняється за рецептурним складом, технологіями та споживчими властивостями [1]. У структурі асортименту кондитерських виробів важливе місце займають борошняні вироби, значна частка яких припадає на кекси [2].

1.1 Білокмісні сухі суміші та їх застосування в борошняних кондитерських виробках

Найважливішим завданням у галузі виробництва борошняних кондитерських виробів є розробка та впровадження інтенсивних технологій, що дозволяють отримувати вироби високої харчової цінності та низької собівартості. Одним із шляхів вирішення зазначеної задачі є використання порошкоподібних сухих сумішей з комплексом властивостей, здатних тривалий час зберігатись без зміни якості [5, 6].

1.1.1 Склад, властивості та застосування сухих білоквмісних сумішей

В основі деяких рецептур сухих сумішей лежить використання білкових препаратів, які є джерелом не тільки незамінних амінокислот, енергії (12 – 15 %), але й ефективними інгредієнтами, що забезпечують особливості структури та технологічних властивостей напівфабрикатів та готових виробів. Сухі суміші можуть включати борошно, цукор, цукрову пудру, розпушувачі, ароматичні речовини, допоміжні, стабілізуючі та інші компоненти. З сухих сумішей готують тісто з додаванням води, яйцепродуктів, жирових компонентів, згідно з рецептурами та рекомендаціями [7].

Сухі суміші для борошняних кондитерських виробів умовно можна розділити на три групи [8]:

- суміші, що включають всі інгредієнти та потребують додавання води, використання процесу збивання, а при необхідності вистоювання та випікання. Суміші призначаються для громадського харчування та реалізації для населення;
- суміші як основа для випікання. До таких сумішей додають воду, яйця;
- концентрати для випічки, що містять сухі яйцепродукти, борошно, ПАР, смакоароматичні добавки, стабілізатори тощо. Концентрати не містять цукор, дріжджі. Суміші призначаються для кондитерських цехів та автоматизованих ліній.

Доцільність застосування всіх видів сухих сумішей обумовлена створенням гнучкого процесу тістоприготування, розширенням асортименту, включаючи дієтичні та лікувально-профілактичні вироби, забезпеченням підвищення ефективності роботи виробництв за рахунок стабілізації якості виробів зі збільшеним терміном реалізації, зниженням енерго- та трудомістких витрат та поліпшенням санітарно-гігієнічних норм.

За кордоном, меншою мірою і в нашій країні, розробляються технології приготування та застосування сухих сумішей для одержання булочних, борошняних кондитерських, кулінарних та інших видів виробів. До їх складу, разом з основними компонентами, вводяться висівки пшеничні дієтичні, пшеничні зародкові пластівці, борошно високобілкове, модифіковані крохмалі, суміш вітамінів і мінеральних речовин, борошно з круп'яних і бобових культур, структуроутворювачі, екструдовані та зерно декстроза, солодові продукти, ферментні препарати, емульгатори, порошкоподібні форми овочів, фруктів, лікарських трав, ароматичні речовини, харчові барвники та ін. [9].

Так, фірма «Ульмер-Шнац» (Німеччина) випускає наступні сухі суміші: суміш для бісквітів та кексів з крохмалем та пекарським порошком; пекарський засіб для солодких булочок; суміш для здобних виробів, що гарантує збільшення обсягу, поліпшення смаку, рівномірну пористість та продовження терміну свіжості [6].

Головним продуктом вважаються суміші для випікання бісквітних напівфабрикатів та тортів, з використанням яйцепродуктів. Суміші дозволяють

виготовляти як традиційні торти, так і ексклюзивну продукцію для урочистостей. При цьому скорочуються трудовитрати, складські приміщення та полегшується праця кондитерів [13].

Німецький концерн «Іреке» постачає готові суміші, основи та концентрати для приготування тортів та тістечок. Суміш «Верона тістечко» змішується з маргарином або дезодорованою олією, водою і випікається. Розроблено сухі суміші, які збивають із холодною водою та отримують креміві напівфабрикати [14]. Бельгійська компанія РигаЮБ виробляє понад 50 борошняних та зернових сумішей, у тому числі для бісквітів, кексів, кремів, вершків та глазурей [15].

Розроблено порошкоподібні суміші для заварного напівфабрикату «Еклер», що дозволяють економити сировину, скоротити кількість операцій та тривалість процесу. Відома також рецептура сухої суміші для млинців, основою якої є борошно, молочна сироватка, сухе молоко, цукор, овочеві порошки. Суміші дозволяють забезпечити організм білками, харчовими волокнами, Р-каротином, розширити асортимент продуктів, знизити собівартість та збільшити термін зберігання [16].

Широке поширення набувають суміші на жировій основі, що позитивно впливають на властивості тіста, якість і харчову цінність готових виробів, а також так звані «замінники» жиру на основі крохмалю, білка, харчових волокон, емульгаторів, полідекстрази та гідроколоїдів [17].

У вітчизняній індустрії сьогодні формується напрямок для виробництва харчових інгредієнтів, що відповідає вимогам промисловості та споживачів. Одне з центральних місць у цьому напрямі займає виробництво комплексних технологічних добавок, призначених для виконання різних функцій у харчових системах та продуктах. Суміш, наприклад, Лакса-кейк 605 включає: білкові емульгатори, гідроколоїди, розпушують агенти, стабілізатори, компоненти, що підсолоджують. Композиційний склад призначений для виробництва бісквітних напівфабрикатів, кексів, рулетів з метою заміни імпорتنих сумішей та добавок, зниження витрати яєць або меланжу з одночасним поліпшенням зовнішнього вигляду, еластичності, кольору м'якшу та продовження термінів збереження

свіжості виробів. Цими ж авторами розроблено технологію отримання та застосування сухих напівфабрикатів для пончиків.

Розроблено добавку Лакса-Кейк 600 для заміни пекарських дріжджів та традиційних розпушувачів [22]. Збалансований склад суміші, що сприяє ефективному виділенню діоксиду вуглецю, забезпечує хороший обсяг виробів, розвинену пористість, відсутність неприємного присмаку та світлий колір виробів. Добавка використана в рецептурі кексу з білково-жировим композитом зі збалансованим аміно- і жирнокислотним складом і лецитином. Розроблено рецептуру борошняної суміші для приготування кексів з циклодекстриновими комплексами, р-каротином та ароматизуючими компонентами.

Для ефективного застосування сухих сумішей у виробництві кондитерських виробів (зберігання, транспортування, дозування) вони повинні мати оптимальний розмір частинок (не більше 100 мкм). Перебуваючи в контакті один з одним, тверді частинки мають плинність, яка залежить від щільності, розміру частинок, форми, стану поверхні і вологості. Підвищені дисперсність та вологість зменшують плинність порошків, внаслідок зростання загальної поверхні контактів та їх міцності.

Таким чином, правильно приготовані сухі суміші не лише полегшують приготування виробів, але й гарантують отримання хорошої якості продуктів. Це досягається за рахунок ретельного підбору компонентів та їх співвідношення. При науково обґрунтованому складі суміші можуть забезпечувати необхідні характеристики дисперсних систем (емульсія, піна), а отже, і якість продукції.

1.1.2 Техно-функціональні властивості та харчова цінність білкових препаратів

Як джерело харчових та поверхнево-активних речовин (ПАР) при виробництві кондитерських виробів на основі пінних та емульсійних систем традиційно використовуються яєчні продукти (яйця, меланж, яєчний порошок). Останні містять жир і холестерин, які при надлишку споживання негативно впливають на здоров'я людини. У зв'язку з цим (зниження калорійності,

виключення чи зниження вмісту в кондитерських виробх небажаних компонентів) виникає потреба пошуку альтернативних джерел яєчних продуктів. З цією метою все ширше починають використовуватися рослинні та тваринні білки з традиційної та нетрадиційної сировини [19].

Людина відчуває потребу як у кількості білка, і у незамінних амінокислотах. Вісім з 20 амінокислот (лейцин, ізолейцин, треонін, метіонін, лізин, фенілаланін, валін, і триптофан) відносяться до незамінних. Гістидин і аргінін є обов'язковими компонентами для молодого організму. Відсутність в організмі повного набору незамінних амінокислот призводить до негативного азотистого балансу, зупинки зростання, порушення швидкості синтезу білка та діяльності органів та систем. При нестачі хоча б однієї із незамінних амінокислот в організмі спостерігається перевитрата білка. Надмірні амінокислоти будуть неефективно витрачатися на енергетичні цілі або перетворюватися на запасні речовини (жир, глікоген).

Наявність повного набору незамінних амінокислот у білкових продуктах у достатній кількості та при певному співвідношенні із замінними амінокислотами характеризується поняттям якості харчового білка. Якість білка оцінюється показником амінокислотного скору. Його розрахунок ґрунтується на порівнянні амінокислотного складу білка з амінокислотним складом «ідеального» білка. Амінокислота, швидкість якої має найменше значення, називається лімітуючою. Білки злакових культур (пшениця, жито, овес, кукурудза) лімітовані по лізину, треоніну та триптофану, бобових – по метіоніну та цистеїну. Найбільш близькі до «ідеального» білку білки яйця, м'яса, молока [17]. Амінокислотний скор білків може бути підвищений складанням сумішей продуктів або додаванням незамінних амінокислот. Асортимент білкових препаратів досить широкий, проте найчастіше застосовують молочні білки, білки бобових культур та сухої пшеничної клейковини (СПК).

Білки бобових культур. Великих успіхів досягнуто в галузі використання білків сої в хлібопеченні і менше – в кондитерській промисловості [18]. Широко застосовується соєве дезодороване необезжирене і знежирене борошно, що отримується зі шроту. Соєве борошно використовують як покращувач, для

уповільнення черствіння і кращого засвоєння хліба в кількості до 3 – 5 % [19]. Для підвищення біологічної цінності в кондитерське та хлібне тісто вводять до 12 – 15 % соєвого борошна та вище. Вміст білка збільшується на 30 %, лізину – вдвічі [12].

Оптимальний баланс незамінних амінокислот забезпечується шляхом правильного підбору та поєднання різних видів білків [8]. За рахунок використання білків бобових та олійних культур у сумішах із різних хлібних культур підвищується коефіцієнт ефективності білка [17]. Такі суміші комплементарні за амінокислотним складом вже при співвідношенні 50:50, проте з урахуванням загального вмісту білка оптимальною пропорцією для них вважається 30:70 [9].

Всі види соєвого борошна, концентрати та ізоляти використовуються при приготуванні борошняних кондитерських, пастиломармеладних виробів, цукерок, карамелі, драже, халви та ін [4]. Нею частково замінюють традиційну сировину (цукор, сухе та згущене молоко, какао-порошок, горіхи, яйця) [2].

Молочні білки. Молочні білки представлені двома основними групами фракцій: казеїновими і сироватковими [15]. Більшість молочних білків посідає казеїн: 2,7 з 3,4 % їх загальної кількості. Казеїн представлений кулястими міцелами, що надають білий колір молоку і мають молекулярну структуру, що не зазнає значних змін при нагріванні. Дана властивість забезпечує перевагу казеїну перед яєчними, рибними і рослинними білками.

Сироваткові білки залишаються у сироватці після осадження казеїну із знежиреного молока (0,5 – 0,7 %). Вони мають високу біологічну цінність, тому їх використання має велике практичне значення. Сироваткові білки денатуруються до 70 °С, витягають їх шляхом ультрофільтрації. Лактальбуміни та лактоглобуліни сироватки, що містять гідрофільні та гідрофобні ділянки, виявляють меншу поверхневу активність, ніж казеїнати, навіть після термічної денатурації. Сироваткові білкові концентрати використовують при виробництві тортів для часткової заміни яєць [18].

Суша пшенична клейковина – продукт, що отримується методом водної екстракції небілкових та розчинних білкових речовин з пшениці або пшеничного борошна [26]. У світі розроблено близько 15 схем процесу отримання клейковини,

що різняться за видом вихідної сировини (зерно, борошно), методом відокремлення білка від крохмалю (механічний, ферментативний, хімічний), якістю кінцевого продукту (денатурована та неденатурована) та способом одержання (тісто або борошно)) [9].

Клейковина – це складний комплекс, що складається з різних за складом та властивостями білкових компонентів. Взаємодіючи між собою за участю дисульфідних груп та нековалентних взаємодій, компоненти агрегуються та формують певну тривимірну конформаційну структуру [14]. Ця структура обумовлює еластичність, розтяжність, пов'язаність, пружність, емульгуючу, піно- та структуроутворюючі властивості. Для збереження температура нагріву клейковини має перевищувати 60 °С, температура сушильного агента – 150 – 170 °С.

Білки клейковини представлені гліадином та глютеніном. Кількість гліадину становить 20 – 60 %, решта відповідає глютеніну [9]. Поліпептидні ланцюги гліадину та глютеніну з'єднуються один з одним різними типами зв'язків у складну тривимірну структуру. Кількість та тип зв'язків (дисульфідні, водневі, іонні, гідрофобні тощо) визначаються амінокислотним складом білків. Білковий комплекс додатково включає ліпіди, вуглеводи та мінеральні речовини [5].

Сорт пшениці, умови її вирощування [5] та спосіб отримання зумовлюють відмінності у хімічному складі СПК. Клейковина може містити 70 – 85 % білка, 10 – 15 % вуглеводів, 2 – 8 % ліпідів. З метою стандартизації хімічного складу Комітетом з рослинного білка Codex Alimentarius FAO/WHO затверджено наступні показники якості СПК на с.р.: білок 80 %, клітковина 1,5 %, зольність 2 %, жир 2 %, вологість 10 %

Підвищений інтерес до білкових препаратів обумовлений їх специфічними функціональними властивостями, високою поживною цінністю, здатністю білків регулювати властивості інших сполук (ліпіди, вуглеводи тощо) та формувати структуру харчових продуктів [8].

Функціональні властивості є сукупністю фізико- хімічних характеристик, які зумовлюють поведінку білків у харчових системах [3]. До них відносяться:

розчинність, здатність стабілізувати суспензії, емульсії, піни, гелеутворення, поєднання з ліпідами, полісахаридами, адгезія тощо.

Функціональні властивості білкових препаратів залежать від виду та вихідної якості сировини, умов вилучення білків, очищення, сушіння та зберігання [3]. Формування властивостей у процесі отримання білкових препаратів може мати позитивну та негативну спрямованість. Вважається, що вищими функціональними властивостями володіють білки з сировини, піддані мінімальній денатурації.

У водному середовищі білкові продукти частково розчиняються або обмежено набухають з утворенням еластичної гідратованої еластичної маси. Розчинність є первинним показником, який взаємопов'язаний з іншими властивостями [9].

Розчинність переважно обумовлена нековалентними взаємодіями: гідрофобними, електростатичними, водневими. Чим; нижче відносна гідрофобність білків, тим більше взаємодія їх з молекулами розчинника, отже, вища розчинність.

Вклад електростатичних сил у розчинність білків залежить від рН середовища та присутності солей. При рН, відповідному ізоелектричній точці, білки мають найменшу розчинність. У кислому або лужному середовищі, навпаки, забезпечується взаємодія протилежно заряджених іонів розчинника з білковими частинками, зарядженими позитивно в кислому середовищі і негативно в лужному, а значить – і перехід білків у розчин. При додаванні невеликої кількості солей розчинність зростає. Високі концентрації солей, що знижують гідратацію білкових ланцюгів, навпаки, посилюють гідрофобні білок-білок взаємодії та викликають випадання білка в осад (висалівання) [27].

Абсорбція або утримання води – результат взаємодії молекул води з гідрофільними шарами білка за допомогою водневих зв'язків.

Водозв'язувальна здатність залежить від присутності ліпідів, вуглеводів, способу сушіння та технологічних умов (температура, рН тощо) [9]. Борошно, ізоляти та концентрати рослинних білків мають різну водозв'язувальну здатність ВЗЗ. Соеві білки та білки соняшнику мають однакову ВЗЗ – 3,13 і 3,01 г/г, білок

арахісу – 2,34 г/г, білкові пасти із шроту сафлору, льону, рисових висівок – від 1,15 до 2,62 г/г [4]. Кількість води, що поглинається клейковиною, перевищує її масу майже вдвічі [5]. Якщо білкові продукти денатуровані при сушінні, вони мають знижену здатність поглинати воду, що негативно позначається на текстурі та терміні зберігання виробів [9].

Сорбція води при замішуванні тіста залежить від дозувань та природи білкових препаратів. З їх збільшенням підвищується водопоглинальна здатність тіста та час замісу [4].

Жирозв'язувальна (ЖЗЗ) здатність обумовлюється адсорбцією жиру за рахунок гідрофобних залишків у молекулі білка. Здатність білків утримувати жир залежить від амінокислотного складу, структури, фракційного складу, способу обробки, рН, температури та присутності небілкових компонентів [8]. Висока ЖЗЗ білків забезпечує ніжну та однорідну текстуру виробів, виключає відділення жиру та зморщування виробів.

Рослинні білки поверхнево-активні [4], оскільки мають полярні та гідрофобні групи, тому застосовуються як емульгатори та стабілізатори жирових емульсій, піноутворювачів і стабілізаторів [39]. Орієнтація гідрофільних груп білка до води, а гідрофобних – до олії на межі розділу фаз у вигляді адсорбційного шару знижує поверхневий натяг у дисперсних системах і робить їх агрегативно стійкими та в'язкими. Жироемульгуюча здатність (ЖЕЗ) білків дозволяє оцінювати можливість їх застосування при виробництві кондитерських мас, олійно-жирової або молочної продукції [5].

На піноутворюючій здатності білків широко базується виробництво збивних кондитерських виробів, кремів, морозива тощо. Білки клейковини утворюють піну в тісті під дією діоксиду вуглецю. Стабільність пін залежить від рН середовища, температури та інших факторів. Піни здатні сорбувати, великі кількості тонко дисперсних частинок білків, вуглеводів, ліпідів, що призводить до підвищення стійкості та пружних характеристик [8].

У розчинах білок може виконувати диспергуючу або суспензуючу роль, здатний прилипати до твердих частинок і утворювати цементуючі структури [4].

Відмінною властивістю таких білків, як клейковина, є низький рівень полярності функціональних груп. Молекули води, оточуючи частинки білків, відштовхуються, а молекули білків, навпаки, агрегуються з утворенням комплексів із властивими їм реологічними властивостями (в'язкість, еластичність, пружність) [8]. Зміна в'язко пружно-еластичних властивостей клейковини є найважливішою «збиральною» функціональною властивістю в тісті борошняних кондитерських виробів. Воно полягає у збільшенні сили та зниженні розтяжності тіста [6]. З іншого боку, під впливом білків реологічні властивості тіста та якість виробів можуть погіршуватися. Це може відбуватися через погану набухання, слабку газотримуючу здатність.

Використання білкових препаратів у виробництві виробів ґрунтується на відомостях залежності функціональних властивостей від хімічної природи білка, технологічних факторів, присутності спирту, солей, вуглеводів, ліпідів та ін [19]. Стабільність процесу виробництва кондитерських виробів заданого хімічного складу забезпечується, таким чином, шляхом регулювання властивостей білків за рахунок зміни умов середовища, фізичних та фізико-хімічних впливів та рецептурних компонентів.

Так, додавання до суспензії білкового борошна з пшеничних висівок у кількості 1 – 2 % знижувало її ВЗЗ, на відміну розчинності, яка за цих умов, навпаки, підвищувалася [20]. Максимальну ПУЗ білкове борошно набувало при 6 хв збивання і вище, найбільшу стійкість піни – при 10 хв обробки. З підвищенням температури вище 40 – 50 ° С ПУЗ білкового препарату різко знижувалася. При концентрації сахарози 6 – 8 % максимальної спостерігалася стійкість піни, а негативно впливав зазначені властивості [19]. На основі цих даних розроблено способи виробництва бісквітів, у тому числі і дієтичний, зі зниженим вмістом меланжу (30 – 50 %) [6].

Таким чином, функціональні властивості різних білків обумовлені особливостями їхньої структури та властивостей [3]. Способи регулювання структури та властивостей можуть зумовлювати зміну функціональних властивостей, а отже, і показників якості виробів.

Усі методи регулювання властивостей ділять на фізико-хімічні, хімічні та ферментативні. До фізико-хімічних методів відносять розчинення білків перед сушінням у розчині кислот, лугів з метою зміни їхнього заряду або іонного складу, термоденатурацію, теплову обробку в розчинах кислот з подальшою нейтралізацією тощо. У білків підвищується розчинність, гелеутворююча, ЖЕЗ, здатність до текстурування та інше.

Як зазначалося вище, на функціональні властивості білків впливають різні технологічні фактори [4]. Найбільш значущими є реакція середовища, температура, механічна обробка, способи сушіння. Знаючи закономірності впливу білки таких чинників, можна ефективно регулювати функціональні властивості. Так, наприклад, ВЗЗ, ЖЕЗ та стабільність емульсій з білковим борошном з пшеничних висівок, висушеної у віброкиплячому шарі, вище, ніж у борошна, яке отримують розпилювальним або ліофільним способом [11]. Найбільш високу ЖЗЗ і ПУЗ, навпаки, мало борошно, сушіння якого здійснювалося ліофільним способом. Таким чином, залежність функціональних властивостей білкових препаратів від різних факторів розглядаються як способи їх регулювання для максимального використання можливостей препаратів при виготовленні харчових продуктів.

Ферментативна модифікація білків характеризується високою специфічністю та відсутністю побічних реакцій. Недоліком є обмежена модифікація для певних послідовностей амінокислот. До таких методів відносять обмежений протеоліз, пластеїновий синтез, дію трансфераз, фосфорилування, дезамідування, зшивання та інше. Найбільшого поширення набув обмежений протеоліз з прикладу соєвих білків [23].

Полімерні ланцюги білка, маючи у своєму складі реакційні хімічні угруповання, здатні до взаємодії з такими сполуками як фосфорна кислота, ангідриди кислот, фосфатиди, жирні кислоти, ацилгліцерини, пектини, мінеральні речовини, альгінати і т.д., в результаті чого також змінюються їх властивості.

Таким чином, функціональні властивості, харчова та біологічна, цінність білків, піддані впливу різних факторів, можуть визначати поведінку сировини та

напівпродуктів у технологічному процесі виробництва, ступінь заміщення традиційної сировини та показники якості готових виробів.

1.2 Асортимент та способи виробництва кексів

Кекси – це особлива група борошняних кондитерських виробів, виготовлених із здобного тіста з високим вмістом яйцепродуктів, жиру та цукру. Вироби виробляються тільки з пшеничного борошна вищого ґатунку та залежно від способу приготування та рецептур поділяються на кекси на дріжджах, на хімічних розпушувачах, без хімічних розпушувачів та дріжджів, але будь-яка технологія включає приготування тіста, його формування, випічку та обробку. Технологічний процес приготування тіста на дріжджах передбачає приготування опари та заміс тіста. Опару готують перемішуванням меланжу та борошна з водою у кількості 50 – 60 % від рецептурного. Вологість опари становить 49 – 52 %. Поверхня опари після закінчення вимішування посипають борошном, накривають і залишають для бродіння на 4 – 4,5 год при 30 – 32 °С. Потім в опару вводять цукор, жир і частину меланжу, що залишилася. Масу ретельно перемішують і додають інші рецептурні компоненти. Тісто бродить 1,5 – 2 години при 32 °С до отримання багатофазної структурованої системи з повітряною фазою, що забезпечує пористість.

Технологія кексів на хімічних розпушувачах включає: приготування яєчно-цукрової суміші, отримання кремоподібної маси з розм'якшеної олії, заміс тіста, формування, випікання та охолодження. Яєчно-цукрову масу готують як для основного бісквіту. Масло збивають до збільшення об'єму пишної кремоподібної маси в 2,5 – 3 рази. Останню вносять в яєчно-цукрову суміш, обережно перемішують, додають борошно, змішане з крохмалем, і швидко замішують тісто, щоб уникнути його осідання. Випікають виріб за тих же умов, що і бісквіт.

Рідка фаза тіста у масляних кексів багатокомпонентна і складається з водяного розчину цукру, жиру, меланжу і т.д. При замісі до неї частково переходять і органічні та мінеральні водорозчинні частини борошна (білки, декстрини, цукру, ферменти, солі та ін.). При цьому значна частина води фази

знаходиться у зв'язаному стані.

Можна також виділити два основні способи приготування тіста для олійних кексів. Умовно їх називають «борошно-тісто» та «цукор-тісто». Метод «борошно-тісто» заснований на двох роздільних процесах: збиванні та подальшому об'єднанні мас перед закінченням замісу. Одна частина борошна збивається з жировими компонентами, інша вводиться в тісто на більш пізній стадії. Поки перемішуються борошно та жир, одночасно на другій машині збиваються яйця та цукор до отримання піни як і в основному рецепті.

Зазвичай жири збивають з рівною чи трохи меншою кількістю борошна до сметаноподібної консистенції [6]. Яйця збивають із рівною за масою кількістю цукру. Аерація повинна бути не дуже великою, інакше вироби будуть надто легкими. Достатньо приблизно 5 – 6 хв на другій швидкості при використанні планетарного міксера. Коли піна з яєць та цукру готова, її додають до рідкого тіста з борошна та жиру при помірній швидкості збивання. Піну додають 4 – 5 порціями [6]. Можна вводити піну безперервним потоком. Коли обидві частини тіста змішані, борошно, що залишилося, додають вручну або на найповільнішій швидкості. При виготовленні кексів з родзинками та цукатами наповнювачі додають після внесення всього борошна, а есенції та барвники змішуються з жиром та борошном при збиванні.

При використанні методу «цукор-тісто» тісто готують на основі емульсії типу «масло у воді», жирова фаза якої утримує бульбашки повітря, а водна містить розподілені компоненти.

Жири та цукор розтирають разом близько 10 хв, поки суміш не стане повітряною і не буде досягнуто заданої питомої маси [6]. Потім додають чотири-п'ять прийомів яйця за 5 – 7 хв, в проміжках продовжуючи збивати суміш до гладкої бархатистої текстури. Після цього вводять ароматичні та смакові речовини, борошно, молоко, воду та інші компоненти. Фруктові наповнювачі додаються до повністю вимішаного тіста. Додавання фруктових наповнювачів до борошна викликає утворення порожнин у випеченому виробі.

Додатковий аналіз технічної документації показав, що кількість рецептур

кексів не повною мірою задовольняє сучасні потреби споживачів та виробників [12], звідси випливає, що існує необхідність проведення нових досліджень у галузі їх розробки та вдосконалення [11].

1.3 Сировина та якість готових виробів

Основні нововведення у виробництві кондитерських виробів полягають у пошуках та впровадженні у виробництво найефективніших видів сировини. Розробка способів виробництва з новими видами сировини включає вирішення проблем покращення якості, безпеки, підвищення біологічної та харчової цінності виробів та економії інгредієнтів [17].

На якість тіста і готових виробів велике значення мають властивості основних видів сировини (яєчні продукти, цукор, борошно, крохмаль). У технології бісквітного напівфабрикату утворення пінної структури забезпечують яйцепродукти, хімічний склад яких коливається залежно від породи курей, часу зносу яйця, показників корму та кліматичних умов. Яйцепродукти є джерелом вологи, покращення смаку, фіксації структури, пористості, розсипчастості, красивого жовтого забарвлення та повноцінного білка. Зменшення частки яєць у рецептурі погіршує пористість, об'єм, погіршує пружно-пластичні властивості м'якшу.

Яєчний білок складається з п'яти основних фракцій: 75 % альбуміну, 13 % овомукоїду, 7 % овомуцину, 3 % овокоальбуміну та 2 % овоглобуліну. До складу білка входять також авідин і лізоцим, що мають бактерицидні властивості. З розчинами альбуміну бісквіти виходять ще більшого обсягу, але з великою нерівномірною пористістю. [2].

Чутливість нативних яєчних білків до механічних, термічних впливів та стабілізація їхньої піни визначаються в основному глобулінами та овомуцинами. Зниження обсягу при випіканні часто пояснюють недостатньою термокоагулююшою здатністю їх білкової плівки.

На властивості сирого яєчного білка значний вплив можуть надавати умови

та термін зберігання. При менших термінах зберігання (10 – 15 діб) та зниженій температурі (0 – 13 °С) фізико-хімічні показники якості піни не відрізнялися від показників піни свіжої сировини.

Поряд із цілим яйцем, у виробництві бісквітного напівфабрикату використовується меланж, що характеризується певною вологістю, рН, масовою часткою білка, жиру. За даними [14], кількість меланжу в кексах має становити 45 % від загальної маси сировини, менша кількість призводила до зменшення пористості та обсягу виробів. Меланж значно відрізняється від яєць, тому що в процесі вироблення він піддається тепловій обробці та заморожуванню, які викликають незворотні процеси у зміні структури та властивостей компонентів. Після пастеризації при 60 °С заморожування у меланжу збільшувалася в'язкість в 2 – 3 рази за рахунок часткової денатурації білків, підвищувалася стійкість збитої маси [5].

Від термінів та умов зберігання замороженого меланжу залежить його щільність, якість піни та готових виробів. Так, за даними [16], щільність збитого відразу після заморожування меланжу підвищувалася на 14 %, а після зберігання протягом 10 місяців – на 25 % порівняно зі свіжим яйцем. При подовженні термінів зберігання меланжу зазначалося деяке збільшення питомого обсягу готових виробів. Найбільшу пористість мав бісквіт з меланжем, що зберігався протягом 6,5 – 8,5 місяців. Меланж, що зберігався при – 18 °С, утворював стійкішу піну, ніж меланж, що зберігався при 10 °С.

Однак добре збите пишне тісто, приготоване за уніфікованою рецептурою, виходило при використанні незамороженого меланжу з в'язкістю 2,8 – 3,0 Па с. І тут щільність тіста становила загалом 463 кг/м [16]. При в'язкості розмороженого меланжу більше 10,2 Па с, коли волога найбільше зв'язувалася з яєчною масою, спостерігалось відшарування рідкої фази в кількості до 10 %. При в'язкості менше 3,9 Па с кількість рідкої фази істотно зростала. •

За даними [21], оптимальна температура збивання меланжу повинна дорівнювати 19 – 20 °С. Збивання при 2 °С подовжувало процес, при 45 °С процес збивання інтенсифікувався, проте режим за такої температури економічно

недоцільний.

Встановлено, що показники якості готових виробів значною мірою залежать від кількості яйцепродуктів та їх складових частин. Підвищена кількість білка надає виробам м'якість, легкість, але м'якуш заминається і набуває білкового присмаку [7]. Жовток яйця є хорошим стабілізатором піни збитої яєчно-цукрової маси, але негативно впливає в цілому на ПУЗ білка, що пояснюється утворенням на поверхні міцел білка плівок жиру, що перешкоджають взаємодії його з повітрям [8]. При надмірній кількості жовтка м'якуш ставав сухим і твердим, незважаючи на покращення його смаку.

Цукор виконує роль структуроутворювача колоїдної системи тіста та формує смак виробу [9]. Кількість цукру в бісквітному тісті становить близько 35 % від маси готового напівфабрикату, що зумовлює його високу калорійність та обмежує можливість використання у профілактичному та дієтичному харчуванні [18]. Показано, що зі збільшенням концентрації цукру час процесу збивання білково-цукрової маси зростала, а якість піни (частка повітряної фази та середній розмір бульбашок) погіршувалося. Це може бути пов'язано з механічним руйнуванням білково-повітряних міцел кристалами цукру до моменту їх повного розчинення.

За одними даними [16], цукор надає стабілізуючу дію на білок, підвищуючи стійкість пін. Внаслідок відсутності в рецептурі води цукор при цьому утворює з вологою яйця пересичені розчини, які збільшують в'язкість рідини в плівках піни. Стабілізуючу дію цукру на піну білка пояснюють і частковою дегідратацією останнього, внаслідок чого утворюється тверда плівка та підвищується її стійкість. За іншими даними, присутність цукру може знижувати ПУ здатність яєчного білка. Вироби з великим вмістом цукру довше залишаються свіжими, що пояснюється уповільненням ретроградації крохмалю м'якуша. Якщо тісто менше містило цукру і було більш вологим, відбувалося інтенсивніше насичення повітрям і процес піноутворення прискорювався. Температура клейстеризації крохмалю збільшується за рахунок приєднання сахарози до аморфних (гелеподібних) ділянок ланцюгів, внаслідок чого підвищувалася міцність та кількість енергії, необхідної

для їх руйнування [16]. Встановлено, що зменшення кількості цукру на 10 % навіть покращувало якість яєчно-цукрової маси, тіста та напівфабрикату. В результаті збільшення ПУЗ здатності яєчно-цукрової суміші, щільність бісквітного тіста знижувалася на 1,2 %, а значення питомого об'єму, пористості та стисливості напівфабрикату підвищувалися на 3,3; 4,0 та 9,3 %, відповідно. Зниження цукру в рецептурі більш ніж на 23 % негативно позначалося на показниках при зберіганні виробів, тому вимагалось введення додаткових рецептурних компонентів, що підвищують стійкість напівфабрикату. Подальше зниження цукру на рецептурі різко погіршувало пористість, пластичні властивості м'якушу, знижувало обсяг на 20 – 25 % і погіршувало аромат виробів через недостатнє утворення меланоїдинів [16].

Не лише кількість, а й якість цукру впливала на властивості тіста для кексів. Стійкість піни зростала зі збільшенням чистоти цукру і зниження її зольності: вміст золи не повинен перевищувати 225 мг/кг, у тому числі натрію, калію, кальцію і заліза разом узятих – 58 – 60 мг/кг [12].

Особливу роль при виробництві борошняних кондитерських виробів відводиться пшеничній муці та її хімічному складу. Найкращими властивостями для бісквітного тіста має пшеничне борошно вищого ґатунку з м'якої озимої пшениці з низькою склоподібністю. Для випікання бісквітної основи підходить борошно з низькою ВВЗ, слабкою та непружною клейковиною з незначними пошкодженнями крохмалю.

Крохмалю борошна належить істотна роль утворення тіста. На його частку припадає до 55 – 58 % масової частки сухих речовин борошна [14].

Вміст амілози в пшеничному крохмалі становить 17 – 28 %, амілопектину – 70 – 80 % [18]. Для якості кексів велике значення має здатність зерен крохмалю поглинати воду при замісі тіста, яка обумовлюється нативними властивостями зерен та ступенем їхнього механічного пошкодження [5]. Збільшення вмісту пошкоджених крохмальних зерен на 1 % підвищує ВПС борошна на 0,8 % та вологість м'якуша виробів – на 0,45 %. При цьому збільшується вміст розчинних декстринів м'якішу і підвищується його стисливість [17].

У літературі є різні відомості щодо вмісту клейковини у борошні для бісквітного тіста. Зазвичай вміст клейковини має дорівнювати 28 – 34 % [1], проте за даними [14], кількість її не може перевищувати 30 %. Бісквіти, випечені з борошна з вмістом клейковини менше 24 %, мали м'якуш, що сильно кришиться.

Зміну вмісту клейковини можна регулювати введенням борошна без клейковини, борошна зі слабкою клейковиною. Великий інтерес для цих цілей представляє борошно тритикале з властивостями слабкої клейковини, соєве борошно, борошно з знежиреного насіння бавовни, борошно кукурудзяне, борошно або крупка вівсяна, суміш житнього і солодового борошна в кількості % від маси пшеничного борошна.

У технології бісквіту для зниження вмісту клейковини використовують нативний та модифікований крохмаль. Оскільки крохмаль при випіканні клейстеризується і зв'язує вологу, що виділяється при денатурації клейковини, процес черствіння готових виробів уповільнюється. При цьому пори м'якуша стабілізуються і вироби набувають хорошого намокання.

Залежно від джерел, виду та ступеня модифікації крохмалі відрізняються співвідношенням амілози та амілопектину, розмірами крохмальних зерен, відносною щільністю, зовнішнім виглядом, здатністю до набування та температурою клейстеризації. Наприклад, температура клейстеризації картопляного крохмалю – 55 – 60 °С, пшеничного – 60 – 80 °С. Картопляний крохмаль має найвищу здатність до набування, клейстер з нього має найнижчу швидкість ретроградації, порівняно з крохмалем зернових культур, що пов'язано з відмінностями у розмірі молекул амілози.

При додаванні нативного картопляного крохмалю в кількості 10 – 25 % маси пшеничного борошна, спостерігалось зниження щільності тіста і підвищення обсягу виробів. Додавання крохмалю в кількості до 50 % до борошна з порівняно високим вмістом клейковини збільшувало об'єм тіста на 30 – 40 %. Якщо вміст клейковини в борошні не більше 24 %, то введення картопляного крохмалю небажано, тому що при цьому сильно збільшувалася крихкість м'якуша. Бісквіт, випечений з борошна із середньою за силою клейковиною та картопляним

крохмалем, мав рівну скоринку та еластичний м'якуш із рівномірною пористістю [13].

В якості заміника картопляного крохмалю використовували восковидний кукурудзяний крохмаль, більш ефективно уповільнює процеси черствіння, на відміну від звичайного кукурудзяного, особливо в перші години зберігання. Бісквіти мали пишну консистенцію, високий питомий об'єм і тонкостінну розвинену пористість.

Модифіковані кукурудзяні, амілопектинові, фосфатні крохмалі, що додаються в кількості до 20 % до маси борошна, помітно підвищували в'язкість тіста, забезпечуючи отримання стабільного тіста при збереженні об'єму маси, що збивається.

Роботами [6, 10] встановлено, що не лише кількість, але якість клейковини борошна впливає на показники якості тіста. Кекс, приготований з борошна зі слабкою клейковиною, мав стисливість в 1,3 рази вище, пористість – на 6 %, а модуль пружності – майже в 2 рази нижче, порівняно з кексом, отриманим з борошна з гарною клейковиною. Кекс володів кращими смаковими властивостями та тонкостінною пористістю. Якщо борошно поглинало велику кількість води, то пружність клейковини підвищувалася і кекс набував жорсткішої структури.

У водночас за даними [26], якість клейковини не впливало на властивості тіста. У процесі його замісу (15 – 20 с) клейковина борошна встигала лише трохи проявити свої водопоглинальні властивості. Її властивості більшою мірою мали значення для показників якості кексу у процесі випікання, ніж при замісі тіста.

Встановлено, що пентозани та ліпіди пшеничного борошна також відіграють певну роль у приготуванні кексу. Загальний вміст пентозанів у борошні досягає 2 – 3 %, у т. ч 0,3 – 0,5% водорозчинні. При випіканні борошняних кондитерських виробів пентозани частково гідролізуються з утворенням пенгоз, що беруть участь у синтезі ароматичних та фарбуючих речовин готових виробів. Розчинні та нерозчинні пентозани борошна затримували процес ретроградації крохмалю та подовжували термін збереження свіжості виробів [19].

Вплив ліпідів борошна на якість кондитерських виробів виявлявся через

окислювальні процеси та структуру білків [19] і в цілому воно залежало від їх кількості, що визначається сортом, помолом, термінами та умовами зберігання.

Найважливішим предметом досліджень у галузі сировинних ресурсів для виробництва кексів є економія яєчних продуктів з одночасним збереженням чи покращенням показників якості виробів. Вона досягається шляхом використання нетрадиційної сировини, що володіє поверхнево активними та стабілізуючими властивостями. Так, встановлена можливість застосування концентрованих моногліцеридів (МГД) та різних композицій на їх основі. Використання їх у кількості 4% маси сировини дозволяло здійснювати одночасне завантаження рецептурних компонентів, скоротити збивання до 2 – 3 хв і заощаджувати у своїй 45 % яйцепродуктів [1]. Щільність тіста з ПАР знижувалася на 10,8 %, стисливість та пористість напівфабрикату підвищувалися на 36,5 та 2,0 %, відповідно, а модуль пружності зменшувався на 30 % порівняно з основним кексом. Технологія дозволяє застосовувати пшеничне борошно як зі слабкою, так і сильною клейковиною [9].

Для зниження кількості яйцепродуктів, калорійності тіста та підвищення його стійкості доведено можливість застосування 20 % від маси борошна бурякового, морквяного та капустиного пюре. Вважають, що полісахариди овочів, адсорбуючись на поверхні розділу фаз повітря-рідина і взаємодіючи з білками яєць, підвищують міцність оболонки міжфазного шару, внаслідок чого система інтенсивніше насичується повітрям і збита маса виходить більшого об'єму та більшої стійкості.

Відомі способи з використанням різного виду тваринної та рослинної сировини, спрямовані на одночасне покращення якості та підвищення харчової цінності кексу. Існує кілька варіантів приготування напівфабрикатів на основі молочних продуктів: кекс молочний дієтичний, кекс олійний молочний та ін. При цьому в рецептуру вводять молоко, казеїнат натрію та суху сироватку замість яєць. У виробі покращується смак, пластичність м'якшув, запобігає появі тріщин, стабілізується структура тіста.

З викладеного можна зробити висновок, що при виробництві кексів

використовується досить вузький спектр як окремих білкових піноутворювачів тваринного або рослинного походження, так і їх сумішей. Актуальним є імпортозаміщення та розширення асортименту, включаючи пошук та розробку багатофункціональних сухих сумішей з використанням інгредієнтів, що виступають у ролі піноутворювачів та стабілізаторів для зниження в рецептурах кількості яйцепродуктів з одночасним покращенням якості готових виробів.

Висновки за розділом

Аналіз літературних даних показав, що конструювання сухих сумішей та створення борошняних кондитерських виробів на їх основі є актуальною проблемою. На користь цього свідчать як технологічні переваги, так і економічний ефект від використання. За допомогою таких напівпродуктів можна коригувати властивості сировини, регулювати, забезпечувати заданий хімічний склад та спрощувати технологічний процес виробництва борошняних кондитерських виробів. Цьому сприяють накопичені теоретичні та експериментальні знання у науці та виробництві, проте з'явилися нові види сировини, а з ними і проблеми вивчення хімічного складу, регулювання функціональних властивостей, взаємного впливу компонентів та процесів, що відбуваються при їх використанні, для одержання готових виробів високої якості. Науково обґрунтовані технології нових білоквмісних сухих сумішей для приготування кексів можуть розширити асортимент виробів цієї групи для задоволення попиту споживача, включаючи, наприклад, школярів.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Сировина та матеріали досліджень

Основною сировиною при розробці виробів служили 3 зразки борошна пшеничного вищого ґатунку різної якості; 5 дослідних зразків борошна-концентрату з різним вмістом білка; цукор-пісок, глюкозний сироп, розпушувач; соняшникова рафінована олія «Олейна»; крохмаль кукурудзяний; пальмовий стеарин; меланж; вода

Додатковою сировиною були білкові препарати, що включали 1 зразок сухої клейковини Protinax 137 Avebe (Нідерланди); два- зразка яєчного альбуміну («Eurovo», Італія та «Ovopol», Польща); казеїнат натрію; соєві ізоляти: Супро 760 – «РТІ» (США) та Ардеке Ф – «Linyi Shansong», Біологічний Products CO «LTD» (Китай), знежирене соєве борошно 200/80 – «Cargill» (Бельгія).

Емульгаторами дисперсних середовищ були: соєвий лецитин Dry Lecithin Food Grade виробництва – «Linyi Shansong Біологічний Products CO ., LTD».

2.2 Методи досліджень

У роботі використовувалися загальноприйняті органолептичні, фізико-хімічні, реологічні та мікробіологічні методи досліджень властивостей сировини, напівфабрикатів та готових продуктів, а також спеціальні біохімічні методи.

2.2.1 Методи оцінки властивостей сировини

Масову частку білка в білкових препаратах і борошно пшеничного визначали за методом Кьельдаля на напівавтоматичному приладі KJELTEK фірми «Тесатор» (Швеція) і за методом Лоурі [22]. Амінокислотний склад білків визначали на аналізаторі Hitachi (Японія) із застосуванням бн HC1 для гідролізу білків [23]. Масову частку вологи в білковій сировині і пшеничному борошні визначали за

ДСТУ, масову частку золи – методом спалювання при 600 – 900 °С, масову частку жиру – в апараті Сокслета з діетиловим ефіром, масову частку вуглеводів у білкових препаратах – за вирахуванням зі 100 г вмісту білка, жиру, золи та води.

Вміст у борошні сирій клейковини та показник деформації стиснення на приладі ІДК-1; величину гідратаційної здатності визначали за стандартною методикою [24].

Сушу пшеничну клейковину оцінювали по виходу сирій регенерованої клейковини, гідратаційної здатності та деформації стискання. Для визначення виходу сирій регенерованої клейковини з точністю $\pm 0,01$ г відважували наважку 4 г СПК, поміщали її у фарфорову ступку та приливали 8 см³ водопровідної води при 18 – 20 °С. Замішували кульку тіста, накривали кришкою і залишали на 20 хв для набухання. Сиру клейковину відмивали від крохмалю під слабким струменем води при 18 – 20 °С над ситом, злегка розминаючи пальцями тісто. Відмивання клейковини проводили до видалення крохмалю, за аналогією з відмиванням сирій клейковини з борошна. Час відмивання 10 – 15 хв. Сиру клейковину зважували на технічних вагах з точністю $\pm 0,01$ г і розраховували її вихід у %.

Для визначення деформації стиснення на приладі ІДК-1 з відмітої, клейковини виділяли наважки 4г, формували кульку з гладкою поверхнею без розривів. Кульку клейковини, сформовану вручну, поміщали на 15 хв у чашку з водою з температурою 18 – 20 °С для відлеження. Потім вимірювали деформацію стиску за методикою, описаною в ДСТУ.

Гідратаційну здатність сирій регенерованої клейковини визначали наступним чином: наважку сирій клейковини 4 г висушували в паперовому пакету на приладі ПІВІ-1 протягом 10 хв [21].

Водозв'язувальну здатність (ВЗЗ) білкових препаратів визначали ваговим методом і виражали г зв'язаної води на 1 г продукту. До 1 г білкового препарату додавали 25 см дистильованої води, перемішували 1 хв при 1000 об/хв і центрифугували при 8000 об/хв протягом 15 хв. Надосадковий розчин зливали і пробірку ставили в перевернутому положенні на фільтрувальний папір. Через 10 хв пробірку зважували та розраховували ВЗЗ.

Жирозв'язувальну здатність (ЖЗЗ) визначали ваговим методом. Показник виражали г зв'язаної води на 1 г продукту. До 1 г препарату додавали 25 см олії, перемішували 1 хв при 1000 об/хв і центрифугували при 8000 об/хв 15 хв. Надосадковий розчин зливали і пробірку ставили в перевернутому положенні на фільтрувальний папір. Через 10 хв пробірку зважували та розраховували ЖЗЗ як відношення маси масла, пов'язаного білковим препаратом, до вихідної маси останнього.

Для визначення жироемульгуючої здатності (ЖЕЗ) білкових препаратів наважку 3,5 г поміщали в змішувач, додавали 50 см дистильованої води і суспензували 1 хв при 4000 об/хв. Потім до суміші додавали 50 см соняшникової олії та емульгували 5 хв зі швидкістю 8000 об/хв. Емульсію розливали в 4 пробірки та центрифугували 5 хв при 2000 об/хв. ЖЕЗ оцінювали як відношення обсягу емульсії до обсягу загальної системи, виражені у відсотках.

Стабільність емульсії (СЕ) білкових препаратів визначали, нагріваючи її 30 хв при $t=80$ °С. Емульсію охолоджували 15 хв і розливали в 4 пробірки і центрифугували 5 хв при 2000 об/хв. СЕ визначали як відношення обсягу емульсії до загального обсягу системи, виражене у %.

Віскозиметричні властивості білкових препаратів оцінювали за кінематичною та характеристичною в'язкістю та за величиною осьового відношення білкових молекул. Показники визначали 5 повторностях при концентрації білка від 0,02 до 0,20 г/100 см³ на капілярному віскозиметрі Оствальда (ВПЗ-1, діаметр 0,54 мм). Для вимірювання часу закінчення рідини засмоктували грушею до певної позначки резервуара, стежачи за тим, щоб не утворювалися бульбашки повітря. Віскозиметр встановлювали в термостат при $-20 \pm 0,05$ °С після витримки розчинів у термостаті протягом 15 хв засмоктували рідину і визначали час опускання її меніска.

2.2.2 Методи дослідження готових виробів

Дослідження органолептичних (смак і запах, консистенція та будова в зламі, зовнішній вигляд і поверхня, колір кірки та м'якуш, форма) та фізико-хімічних

(вологість, пористість, структурно-механічні властивості м'якуш, формостійкість, питомий обсяг) показників готових кексів проводилося через 14 – 16 год після випікання. Контролем бісквітного напівфабрикату служив основний кекс [1]. Вологість тіста становила 37 %, температура випічки –180 С, час випічки – 45 хв.

Вологість м'якішу виробів визначалася за ДСТУ, пористість – за допомогою пробника Журавльова, формостійкість та питомий обсяг – стандартними методами. [20].

Структурно-механічні властивості м'якішу кексів визначалися на приладі «Структурометр СТ-1» [21].

Органолептична оцінка кексів проводилася за п'ятдесяти бальною шкалою. При цьому кожен показник оцінювалися за п'яти бальною шкалою з урахуванням коефіцієнтів їхньої вагомості та можливих дефектів. При дослідженні органолептичних показників використовували метод побудови профілограм, заснований на складанні профілів одиничних показників виробів [20].

Харчова та енергетична та цінність виробів оцінювалася за стандартною методикою [21].

Питоме набухання м'якішу визначалася по різниці між взятою кількістю води для набухання протягом 24 год (10 мл) і зливою після центрифугування при 14000 об/хв 30 хв, віднесеної до сухої речовини наважки (1 г) [21].

Аналізи проводилися в 3 – 5 повторностях, статистичну обробку результатів здійснювали методами дисперсного та кореляційного аналізів [22]

Висновки за розділом

Розглянуто основні матеріали та методи досліджень, основною сировиною при розробці виробів служили 3 зразки борошна пшеничного вищого ґатунку різної якості; 5 дослідних зразків борошна-концентрату з різним вмістом білка; цукор-пісок, глюкозний сироп, розпушувач; соняшникова рафінована олія «Олейна»; крохмаль кукурудзяний; пальмовий стеарин; меланж; вода.

У роботі використовувалися загальноприйняті органолептичні, фізико-хімічні, реологічні та мікробіологічні методи досліджень властивостей сировини, напівфабрикатів та готових продуктів, а також спеціальні біохімічні методи.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Хімічний склад функціональних властивостей білкових препаратів

Враховуючи, що в основу розробки технології сухих сумішей для борошняних кондитерських виробів покладено використання білкових інгредієнтів, то на першому етапі визначався хімічний склад та функціональні властивості різних білкових препаратів тваринного та рослинного походження.

З даних, наведених у таблиці 3.1, видно, що всі використовувані препарати, за винятком ячного порошку та соєвого борошна, масовою часткою білка належали до груп «концентрати» та «ізоляти». Максимальну здатність зв'язуючої води мали соєві ізоляти, мінімальну – соєве борошно. Білки тваринного походження чи повністю розчинялися у воді як яєчний альбумін, або утворювали в ній гелеподібну структуру, як у разі казеїнату натрію, що ускладнювало оцінку досліджуваного показника.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад білкових препаратів

Білкові препарати	Масова частка вологи, %	Масова частка, % на с.р.				
		Білки	Жири	Вуглеводи	Клітковина	Зола
Яєчний порошок	8,0	49,0	42,0	2,5	3,0	3,5
Яєчний альбумін (Італія)	8,0	87,0	2,0	2,0	3,0	6,0
Яєчний альбумін (Польща)	8,0	86,0	2,0	3,0	3,0	6,0
Казеїнат натрію (Білорусь)	6,0	88,0	2,0	1,0	4,0	5,0
СПК	4,0	75,0	1,0	22,0	1,0	1,0
СПК	5,0	74,0	1,0	23,0	1,0	1,0
Соєві препарати:						
борошно (Бельгія)	9,0	43,0	14,0	34,0	5,0	4,0
концентрат (Україна)	4,0	61,0	5,0	26,0	4,0	4,0
ізолят Супро 760 (США)	4,0	92,0*	0,5	1,5	3,0	3,0
ізолят Ардекс Ф (Китай)	4,0	91,0	0,5	2,0	3,0	3,5

Таблиця 3.2 – Функціональні властивості білкових препаратів

Білковий препарат	ВЗЗ г/г	ЖЗЗС, г/г	ЖЕЗ, %	СЕ, %	ПУЗ, %	СП, %
Яечний порошок	2,52	1,43	50	52	13	50
Яечний альбумін (Італія)	розчиняється	1,15	70	75	283	73
Яечний альбумін (Польща)	розчиняється	1,20	58	65	215	70
Казеїнат натрію	утворює гель	1,64	57	47	260	10
СПК (Казахстан)	2,39	2,32	64	92	220	65
СПК (Нідерланди)	2,27	1,24	50	70	182	59
Соєві препарати:						
борошно	1,60	1,20	49	47	80	60
концентрат	7,40	2,20	61	48	50	68
ізолят Супро 760	7,90	1,80	55	55	110	57
ізолят Ардекс Ф	6,0	1,20	48	45	95	55

ВЗЗ – водозв’язувальна здатність; ЖЗЗ – жирозв’язувальна здатність; ЖЕЗ – жироемульгуюча здатність; СЕ – стабільність емульсії; ПУЗ – піноутворювальна здатність; СП – стабільність піни.

Найбільшу ЖЗЗ мала СПК, найменшу – яечний альбумін. Найвищими ЖЕЗ і ПУЗ мав яечний альбумін, найнижчими – соєвий ізолят Ардекс Ф. СПК, маючи найвищу ЖЗЗ, по ВЗЗ займала проміжне положення між соєвими ізолятами і соєвим борошном, а по ПУЗ і ЖЕЗ – між яечним альбуміном і навіть соєвими білками. перевершувала один зразок яечного альбуміну та казеїнат натрію. Таким чином, отримані дані свідчили про можливість застосування СПК як ефективного піноутворювального, водо-, жирозв’язуючого та жироемульгуючого агента у виробництві борошняних кондитерських виробів.

Оцінка функціональних властивостей СПК у хлібопекарській та борошномельній галузях обмежується, як правило, застосуванням невеликої кількості методів, до яких відноситься визначення гідратаційної здатності та деформації стиснення ($H_{def.}$) сирії регенованої клейковини, що визначається на приладі ІДК. Додатково ми визначаємо еластичність, розтяжність, зв’язність та вихід клейковини.

Таблиця 3.3 – Показники якості СПК

№ п/п	Вихід, %	$H_{def.}$, од. приладу	Розтяжність, см	Гідратаційна здатність, %
1	201	42	8	150
2	222.	50	9	180
3	221	53	9	173
4	247	62	8	186
5	222	65	11	176
6	228	70	11	147
7	231	70	10	168
8	231	70	12	174
9	229	72 ¹	12	168
10	233	72	10	180
11	239	72	14	182
12	232	73	17	186
13	234	73	13	172
14	234	73	11	163
15	239	73	13	140
16	224	75	10	176
17	228	75	12	142
18	228	75	12	168
19	231	79	12	194

Зазначених методів, як правило, достатньо для використання оцінки якості СПК у хлібопеченні, оскільки ці методи тією чи іншою мірою дозволяють оцінити стан білкового комплексу для обґрунтування застосування СПК з метою коригування якості борошна різної хлібопекарської якості. У виробництві кондитерських виробів (борошні, збивні і т.д.), поряд з гідратаційною або ВЗЗ, важливе значення мають і ПУЗ, ЖЕЗ та ЖЗЗ, для оцінки яких, як правило, потрібне спеціальне обладнання (центрифуги, мішалки тощо). Тому з огляду на те, що кондитерські вироби часто випускаються в цехах, розташованих при хлібозаводах, нам представлялося цікавим визначити кореляційний взаємозв'язок між властивостями СПК, які необхідно оцінювати при виробленні кондитерських виробів, та показниками якості СПК, які використовуються під час виробництва хлібобулочної продукції. Розширення діапазону методів визначення функціональних властивостей СПК може бути одним із факторів розширення

шляхів її застосування, зокрема в кондитерській промисловості.

Залежності функціональних властивостей та показників якості СПК, що використовуються у хлібопеченні, встановлювалися із застосуванням елементів статистичної обробки даних.

3.2 Вплив різних факторів на функціональні властивості білкових препаратів

При виробництві харчових систем та кондитерських виробів, створених на їх основі, рослинні та тваринні білки використовуються як ПАР [4]. Ступінь зміни поверхневого натягу на межі розділу фаз визначається функціональними властивостями білків, що залежать від здатності сорбувати або взаємодіяти з частинками інших видів білків, вуглеводів, ліпідів та змінюватись під впливом різних технологічних факторів [4]. Тому в основу розробки технології виробництва бісквітних напівфабрикатів та кексів покладено регулювання ПУЗ та ЖЕЗ СПК під впливом різних білкових препаратів, гідроколоїдів, емульгаторів та інших інгредієнтів.

3.2.1 Жироемульгуюча здатність білкових препаратів та їх збалансованої суміші

Враховуючи, що завданням досліджень була розробка багатофункціональної суміші, що містить білок, то на наступному етапі представлялося цікавим виявити і ЖЕЗ суміші білків. Останні були необхідні для використання суміші у виробництві масляних кексів.

Яечний альбумін і СПК мали досить високі жиросв'язувальні і жироемульгуючі властивості. Більш високою ЖЗЗ характеризувалася СПК, а ЖЕЗ – яечний альбумін, у той же час значені показників свідчили про можливість їх поліпшення, тому далі досліджено вплив гідроколоїдів та лецитину на ЖЕЗ білкової суміші та її компонентів. Вибір гуарової камеді обґрунтований тим, що 2 % гуарової камеді до маси білка покращували ЖЕЗ більшою мірою, ніж камедь ріжкового дерева та камедь ксантану (рис.3.1). При цьому СПК більше зазнавала

впливу гідролоїдів, ніж яєчний альбумін. Лецитин обраний як відомий компонент, що підвищує харчову цінність виробів і емульгатор жиру.

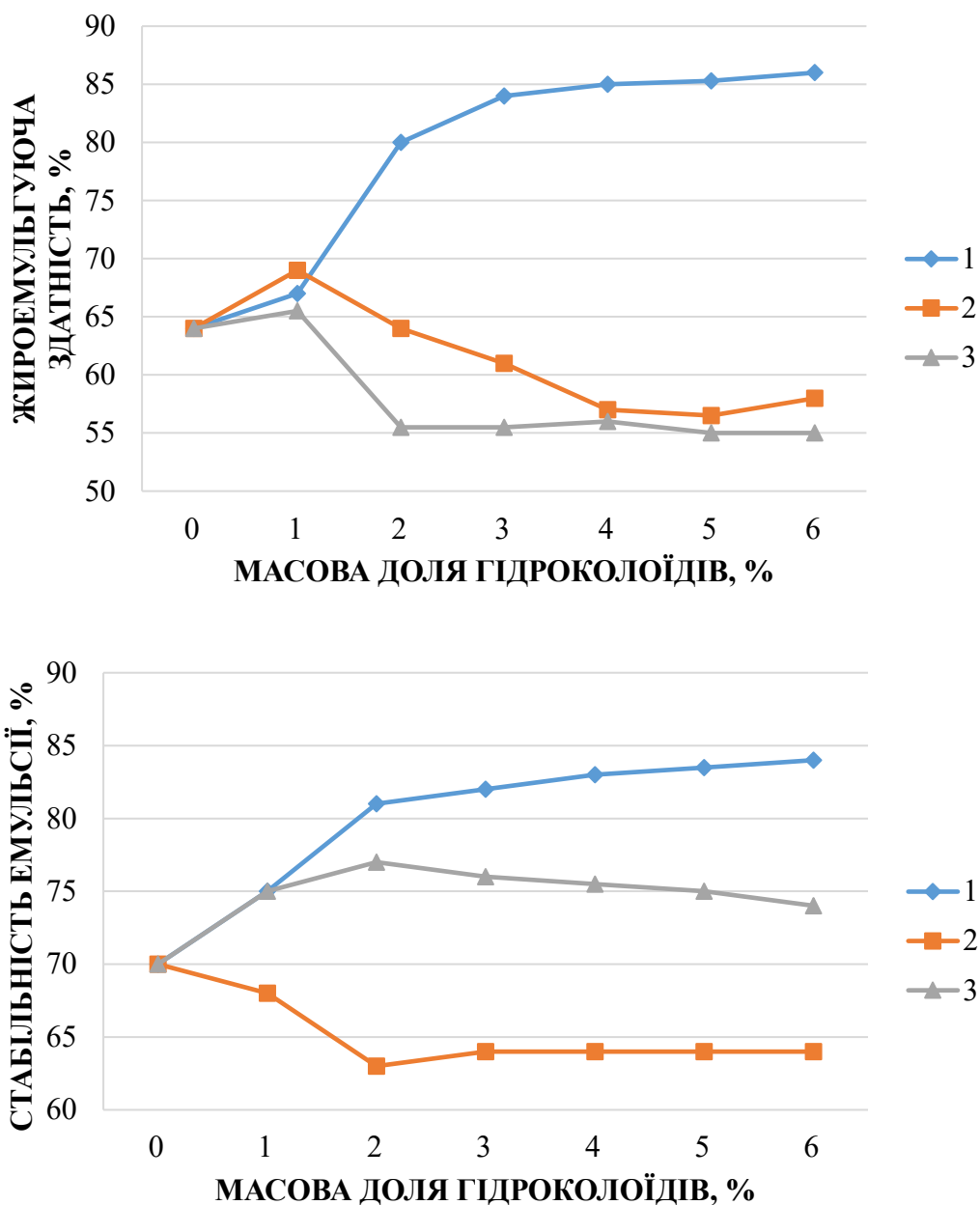


Рисунок 3.1 – Вплив гідролоїдів на ЖЕЗ та СЕ СПК

1 – гуарова камедь; 2 – ксантова камедь; 3 – камедь рожкового дерева.

На рисунку 3.2 наведено дані залежності ЖЕЗ та СЕ білкової суміші від масової частки гуарової камеді та лецитину. Видно, що гуарова камедь підвищувала досліджувані властивості на 10 – 15 % по відношенню до вихідної білкової суміші, а лецитин – на 5 – 13 % по відношенню до суміші білків з гідролоїдом.

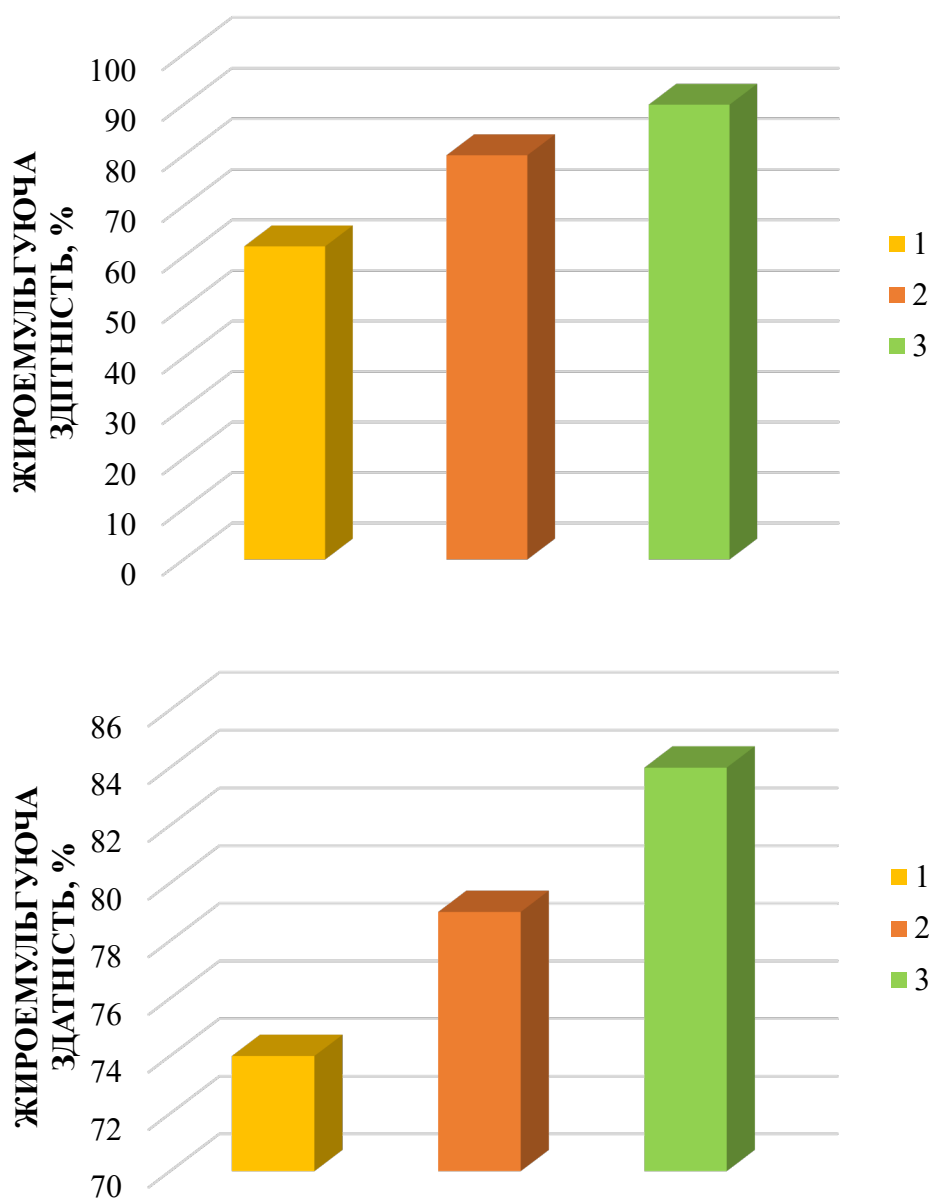


Рисунок 3.2 – Жиросмульгуючі властивості суміші яєчний альбумін: СПК 60:40
 1 – суміш білків; 2 – суміш білків + 2% гуарової камеді; 3 – суміш білків + 2%
 гуарової камеді + 5% ліциєтину.

Таким чином, до складу сухої суміші для підвищення жиросмульгуючих властивостей при виробництві масляних кексів, поряд з білками, доцільно.

3.3 Вибір та обґрунтування використання рецептурних компонентів у суміші для протеїнових кексів

Відомо, що складовою рецептур кексів є розпушувачі [1], які забезпечують відмінності у значеннях рН систем та якості готових виробів. Тому цікаво вивчити залежність жироемульгуючих властивостей суміші білкових препаратів від виду розпушувача і рН. В якості розпушувачів використовували вуглекислий амоній, гідрокарбонат натрію і суміш з гідрокарбонату і дифосфату натрію (співвідношення 1:1,3) при концентраціях 0,5, 4 і 4 %, відповідно. Кислотний компонент у складі комплексного розпушувача знижував рН і повністю нейтралізував соду.

З рисунку 3.3 видно, що в присутності комплексного розпушувача ЖЕЗ суміші білкових препаратів була найбільшою, тому він і був відібраний. включення до складу сухої білокмісної суміші. Амоній вуглекислий ще й незручний через запах, а гідрокарбонат натрію не повністю нейтралізувався при випічці, стимулюючи процес карамелізації цукрів, і потемніння м'якуша [12].

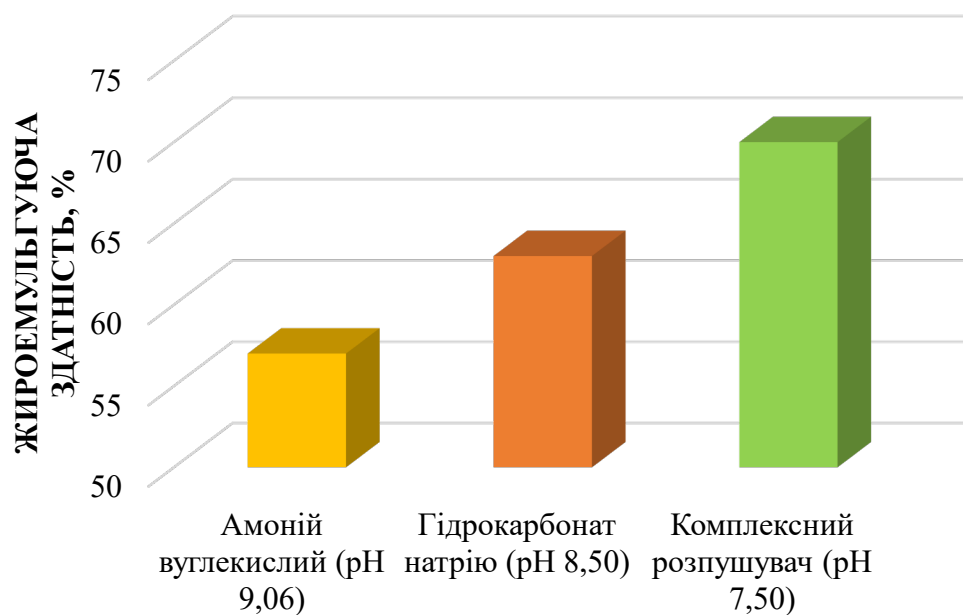


Рисунок 3.3 – Вплив розпушувачів на ЖЕЗ суміші альбумін : СПК (60:40)

На рисунку 3.4 наведено дані щодо впливу цукру на властивості суміші білкових препаратів, з яких видно, що в рецептурі масляних кексів кількість цукру не повинна бути більшою, ніж 5 г/1 г білка, так як при більшій його кількості жироемульгуючі властивості системи знижувалися.

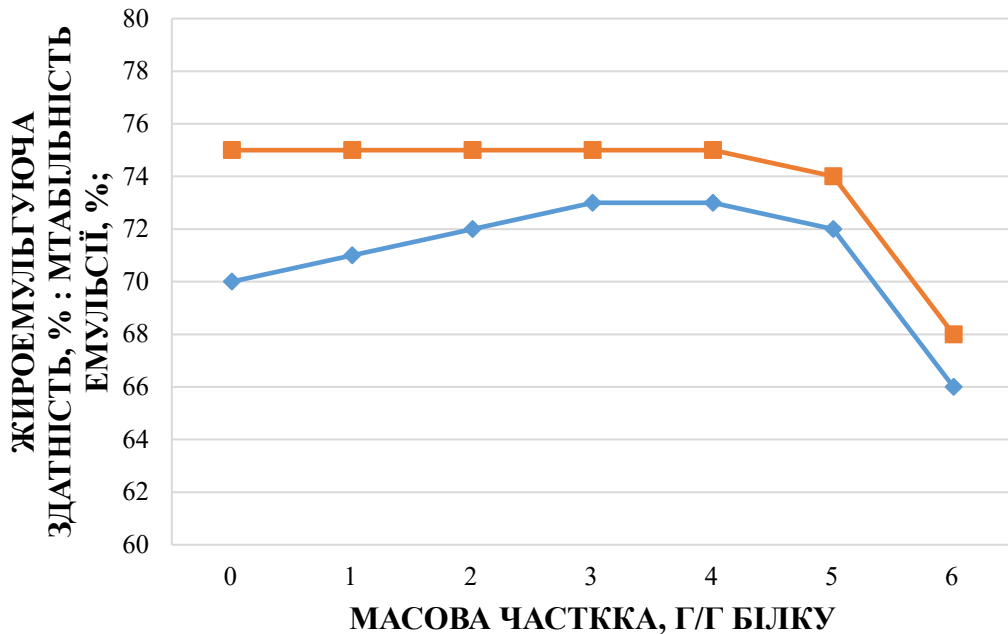


Рисунок 3.4 – Вплив сахарози на ЖЕЗ суміші альбумін : СПК (60:40)

Таким чином виявлено вид, концентрацію розпушувача та визначено масову частку цукру для рецептур суміші та кексів.

3.4 Розробка технології протеїнових кексів з сухою сумішшю білок

3.4.1 Вплив властивостей пшеничного борошна на якість кексів

Практика продажу кексів із вмістом жиру 17% показувала, що їхня рецептура (таблиця 3.4) не забезпечувала збереження органолептичних та фізико-хімічних показників при зберіганні. На поверхні виробів виділявся жир та продукти його перетворень, у результаті термін зберігання та реалізації не перевищував 1 місяця. Завданням даного розділу стала розробка рецептури сухої суміші, що забезпечує збереження якості кексів при тривалому зберіганні з одночасним підвищенням

його харчової та біологічної цінності.

Таблиця 3.4 – Базова рецептура кексу

№ п/п	Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини, г	
			В натурі	У сухих речовинах
1	Борошно пшеничне	86,00	100	86,0
2	Цукор пісок	99,85	86,5	86,4
3	Соняшникова олія	99,90	60,4	60,3
4	Меланж	26,00	33,0	8,60
5	Глюкозний сироп	80,00	17,4	13,9
6	Розпушувач	90,00	6,80	4,30
7	Вода	0,00	48,0	0,00

Спочатку виявили взаємозв'язок показників якості борошна та кексів з використанням 10 зразків борошна різної технологічної якості (табл. 3.5). Якість борошна оцінювалося по виходу, розтяжності та деформації стиснення сирі клейковини. Вміст сирі клейковини в борошні варіювався від 24 до 31 %, розтяжність – 10 – 18 см, пружність – 58 – 100 од. приладу; за якістю клейковини 6 зразків належали до «хорошої» групи, 4 – до «задовільної».

З таблиці 3.6 видно, що максимальні значення питомого обсягу, пористості та формостійкості кексів з ПУЗ спостерігалися при значеннях N_{def} 77 – 90 од. приладу та виході клейковини 28 – 31 %. Другий пік хорошої якості кексів був за 58 – 65 од. приладу та вміст сирі клейковини 24 – 25 %.

Величина N_{def} , клейковини практично не впливала на пружну деформацію м'якуша кексів.

Вміст клейковини в борошні мало впливав на питомий обсяг виробів, пружну деформацію стиснення м'якуша і пористість, тоді як формостійкість виробів перебувала у прямій залежності від цього показника. Максимальною вона спостерігалася при вмісті сирі клейковини 24 % та 30 – 31 % та при різних показниках деформації стиснення. Результати узагальнено та виявлено 2 групи значень показників якості борошна, що забезпечують найвищі показники якості

кексів: кількість сирі клейковини – 30 – 31 % та 77 – 90 од. приладу ІДК; про кількість сирі клейковини – 24 – 25 % та 58 – 65 од. приладу ІДК.

Таблиця 3.5 – Характеристика якості пшеничного борошна

Зразок борошна	$N_{деф}$, од.приладу	Розтягуваність, см	Сира клейковина, %	Органолептична оцінка	
				Еластичність	Зв'язок
1	58	14	24	Гарна	Зв'язкова
2	59	14	25	Гарна	Зв'язкова
3	65	10,5	24	Гарна	Зв'язкова
4	77	12	28	Гарна	Зв'язкова
5	79	12,5	29	Гарна	Зв'язкова
6	85	10	30	Гарна	Зв'язкова
7	90	13	31	Задовільна	Зв'язкова
8	95	15	30	Задовільна	Зв'язкова
9	90	16	30	Задовільна	Зв'язкова
10	100	18	29-30	Задовільна	Зв'язкова

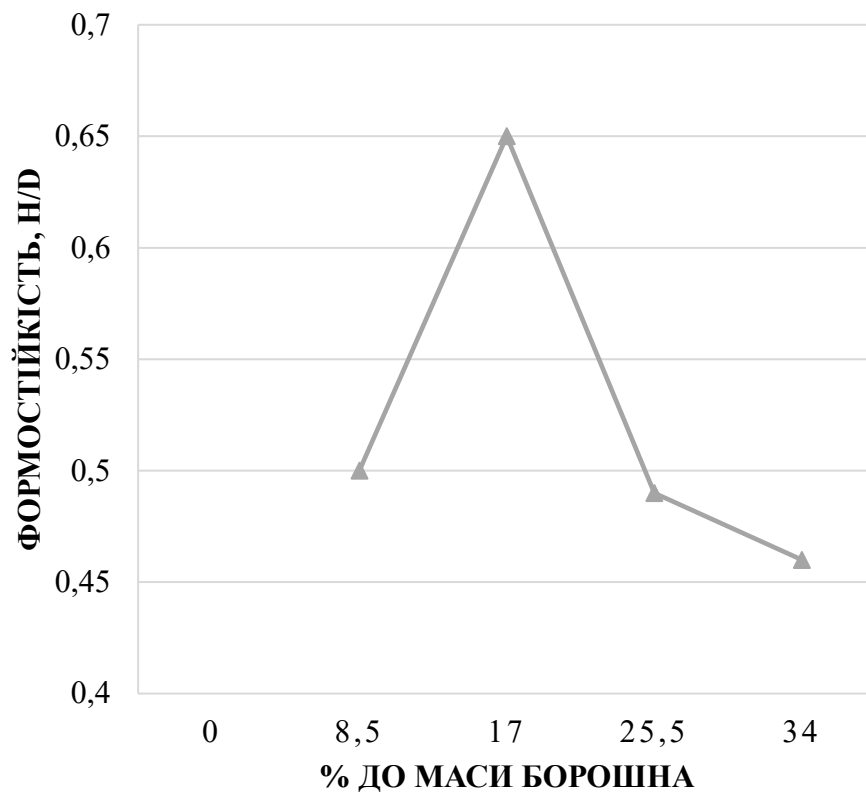
Таблиця 3.6 – Показники якості кексів

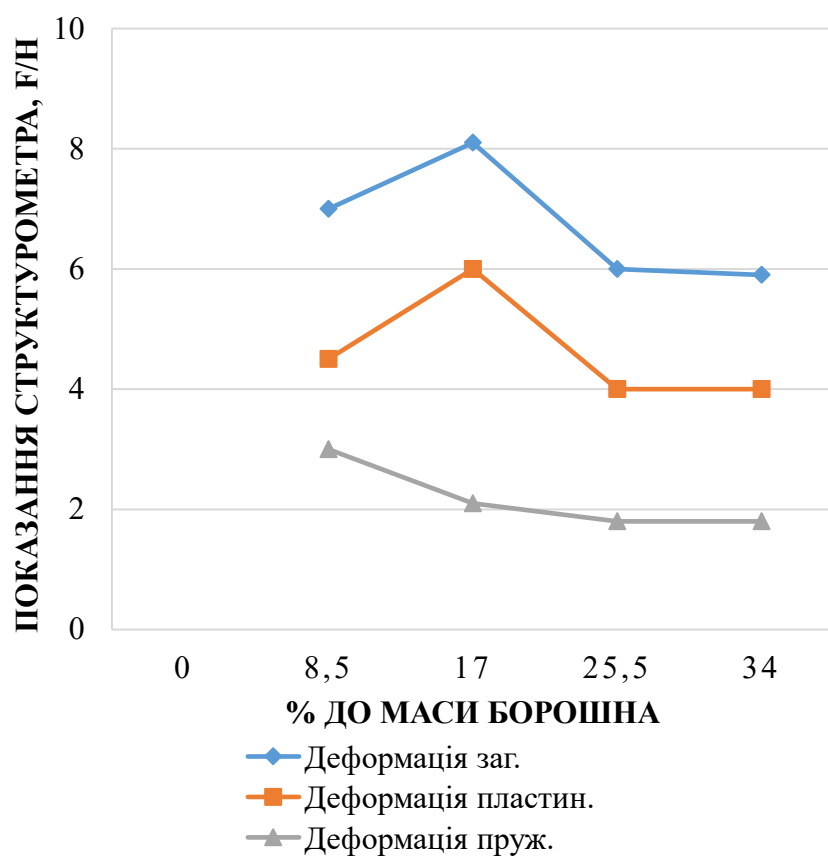
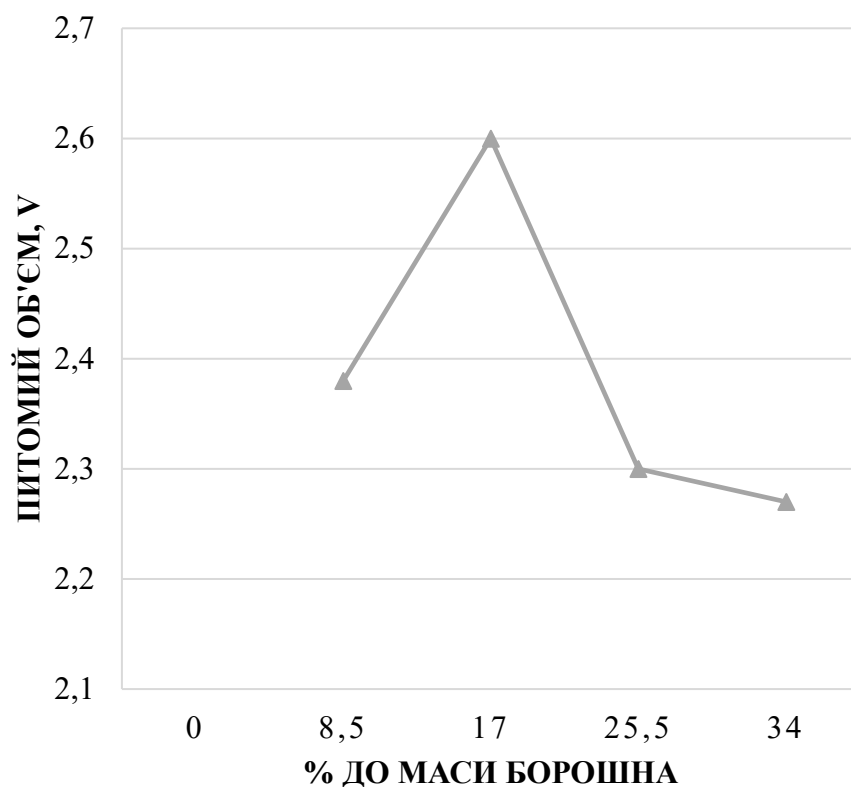
№ п/п	Питомий об'єм, см ³ /г	н/д	Пористість, %	Деформація стиснення, Н		
				Загальна	Пластична	Пружна
1	2,70	0,49	80,7	17,28	15,09	2,19
2	2,72	0,52	79,9	16,23	13,62	2,61
3	2,58	0,46	78,1	17,53	15,05	2,48
4	2,77	0,42	77,1	17,79	15,23	2,56
5	3,08	0,38	77,9	14,30	11,92	2,38
6	3,06	0,51	79,9	14,02	11,50	2,52
7	2,78	0,46	78,3	16,49	14,66	1,83
8	2,85	0,46	75,2	11,96	9,52	2,44
9	2,80	0,46	76,8	11,84	9,58	2,26
10	2,58	0,41	77,8	14,35	12,17	2,18

Для подальших дослідів відібрано борошно вищого гатунку із вмістом сирі клейковини 24,5 % та деформацією стиску 60 од. приладу.

3.4.2 Рецептурні компоненти та технологічні параметри приготування олійних кексів

Припустили, що у готовому виробі відділення жиру під час зберігання може походити від нестачі в рецептурі білка та особливостей його хімічної природи, тому для визначення кількості та виду білкових препаратів для включення їх до складу сухої суміші спочатку вивчено вплив яєчного альбуміну на показники якості кексів. Показано, що при внесенні альбуміну в кількості 16 – 18 % маси борошна формостійкість виробів збільшувалася на 20 %, питомий обсяг – на 10 %, а пористість – на 2,5 %, порівняно з контролем (рис. 3.5). Загальна, пластична та пружна деформація м'якшю при цьому також покращувалися.





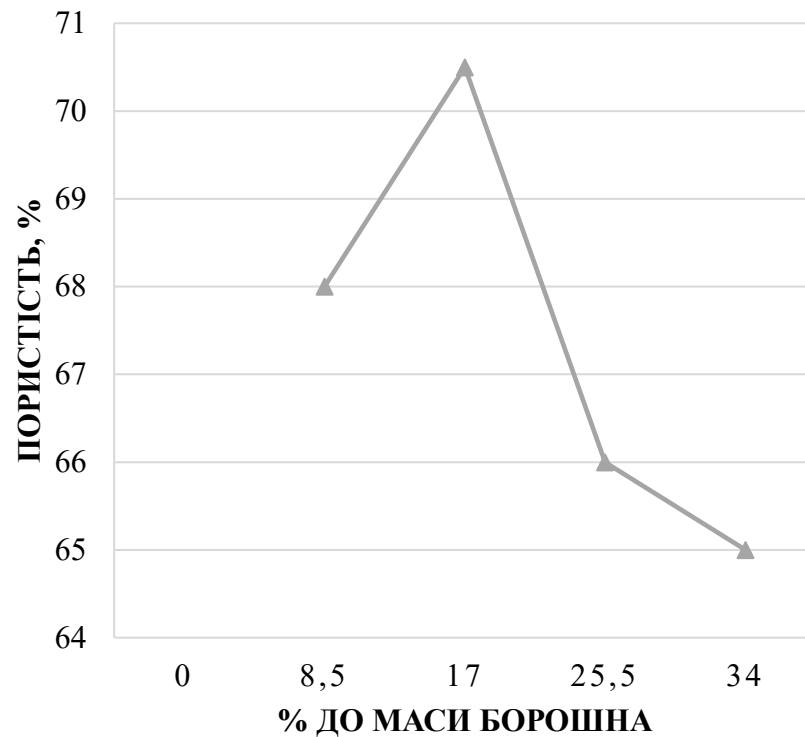
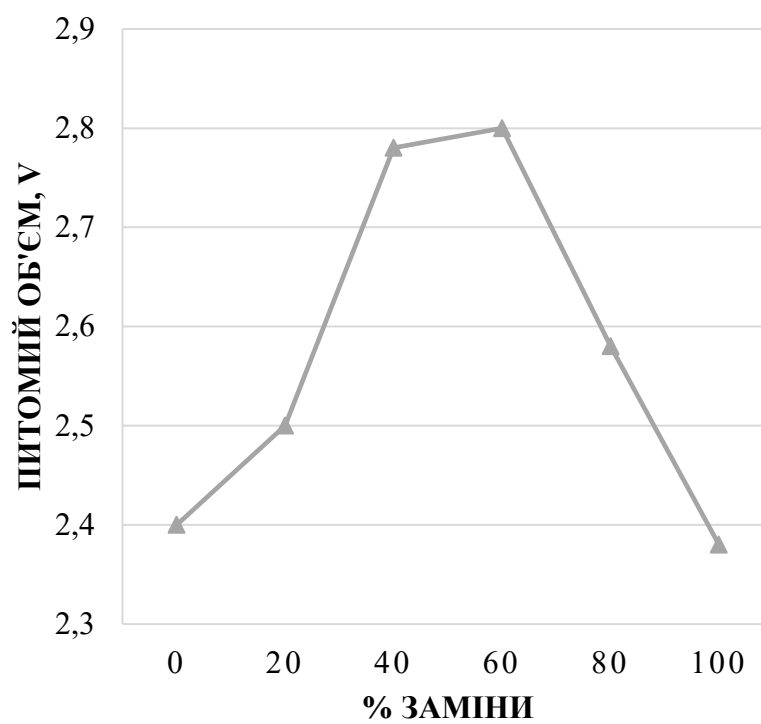
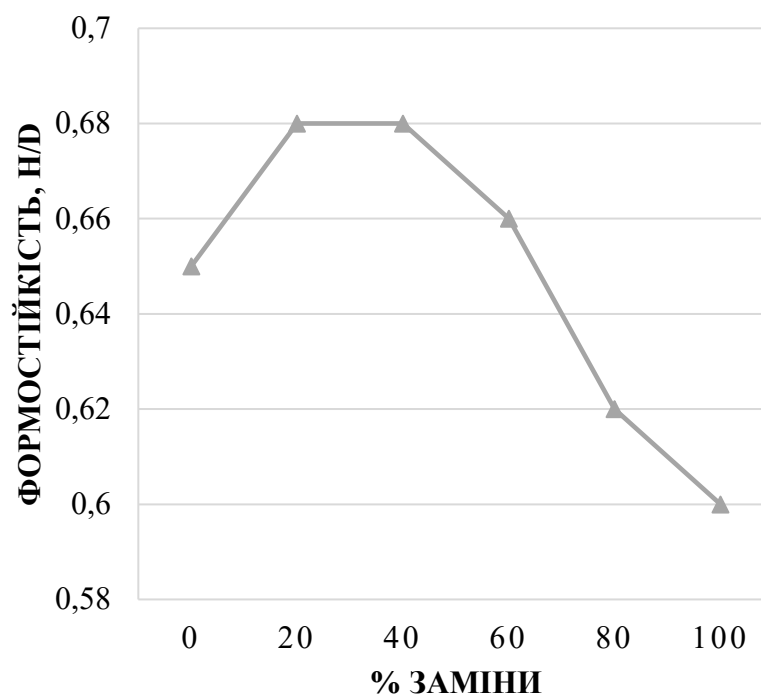


Рисунок 3.5 – Вплив дозування яєчного альбуміна на якість кексів

Враховуючи, що яєчний альбумін мав мало високу ЖЗЗ (табл. 3.2), то для її поліпшення далі вивчена можливість часткової його заміни на СПК, яка має більш високі значення цього показника (табл. 3.2). Припустили, що білкова композиція альбумін: СПК загальмує процес відділення та перетворення жиру при зберіганні, покращить стан пористості, текстури кексів та одночасно підвищить біологічну цінність виробів.

Встановлено, що поліпшення формостійкості, питомого обсягу, пористості та реологічних властивостей м'якушу, порівняно з контролем, найбільше спостерігалось при співвідношенні яєчний альбумін: СПК 60:40 (рис. 3.6), що забезпечує і збалансований амінокислотний склад.



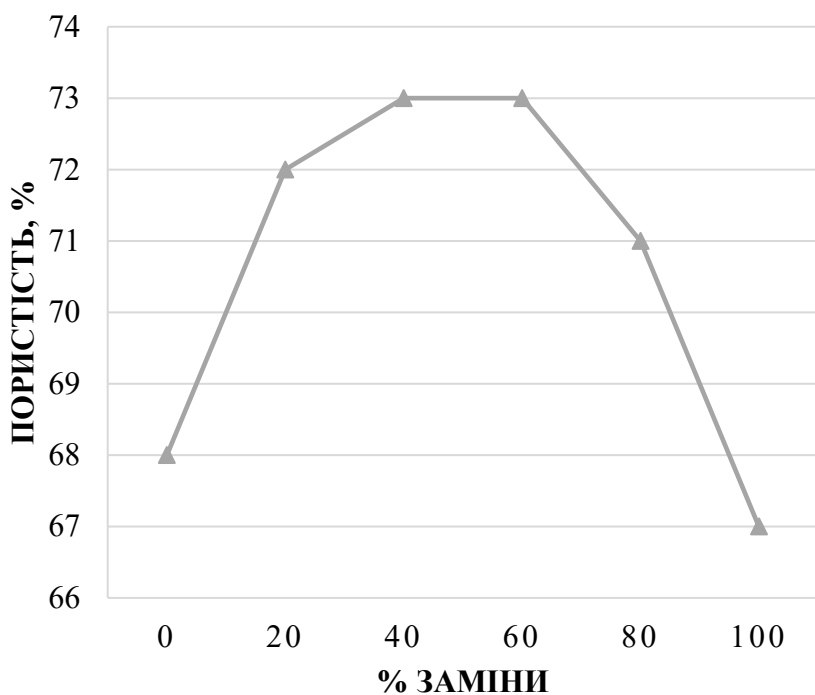
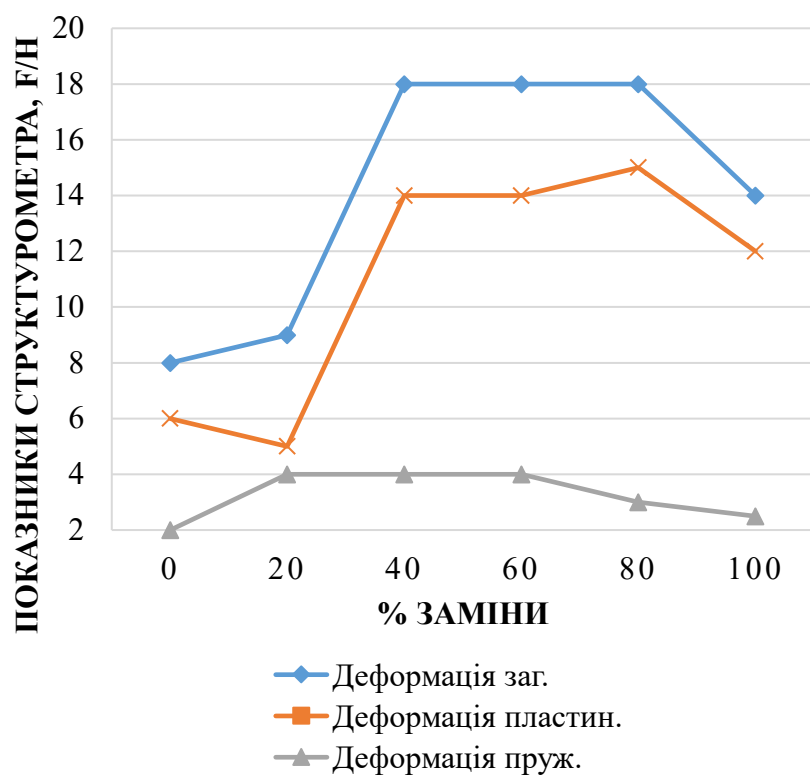


Рисунок 3.6 – Показники якості кексів під час заміни альбуміну на СПК

3.4.3 Використання жирових композицій у рецептурі олійних кексів

Враховуючи, що жирнокислотний склад жирів і олій визначає харчову цінність виробів, далі приготували композиції, що відрізняються за співвідношенням насичених, полі-і мононенасичених жирних кислот, і

досліджували їх застосування для кексів. З таблиці 3.7 видно, що всі приготовані композиції соняшnikової та пальмової олій за співвідношенням жирних кислот задовольняли вимогам [25], вони не містили транс-ізомерів, отже, могли бути використані в рецептурі кексів. Врахували і те, що температура плавлення пальмової олії відносно висока (31 – 41 °С), а це могло загальмувати процеси перетворення жиру при зберіганні.

Таблиця 3.7 – Жирнокислотний склад жирових композицій

Жирова сировина	Масова частка компонентів за варіантами рецептур, %			
	1	2	3	4
Пальмова олія	0	40	50	60
Соняшnikова олія	100	60	50	40
Жирні кислоти, %				
насичені (Н)	10	26	30	34
мононенасичені (М)	24	28	30	32
поліненасичені (П)	66	46	40	34
Н: М: П	1:2,4:6,6	1:1,1:1,8	1:1:1,3	1,1:1:1,1
Транс-ізомери, %	-	-	-	-
Температура плавлення, °С	-	30	35	39

Вивчення впливу заміни частини соняшnikової олії на пальмову показало, що формостійкість, пористість і питомий обсяг кексів, були найбільш високим при співвідношенні соняшnikова:пальмова олія – 60:40 (рис. 3.7), тому воно і визнано найбільш ефективним. У той же час незначно погіршувалась деформація м'якшу, тому, використовуючи результати позитивного впливу гуарової камеді та лецитину на ЖЕЗ суміші білків (рис. 3.7), випекли кекси з цими інгредієнтами.

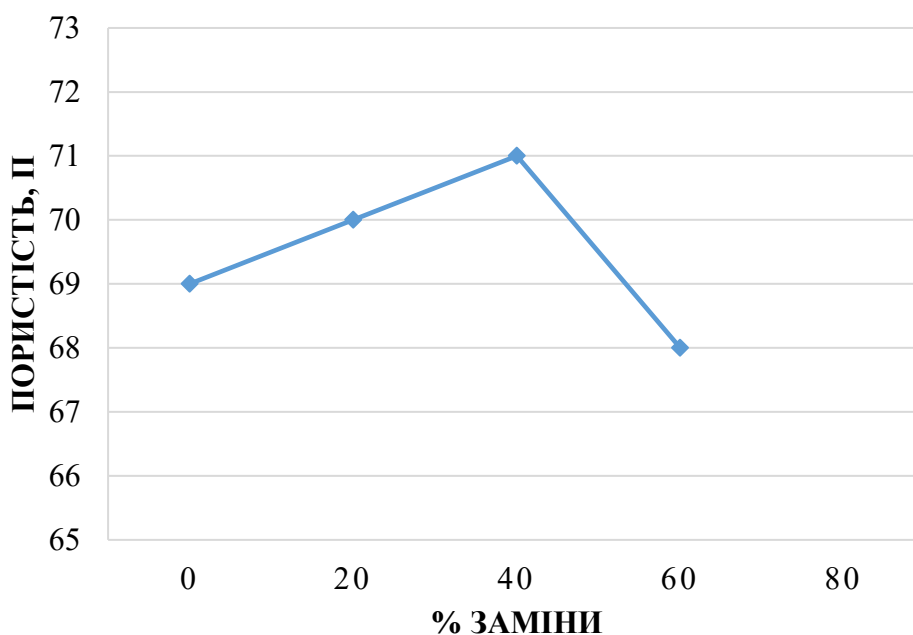
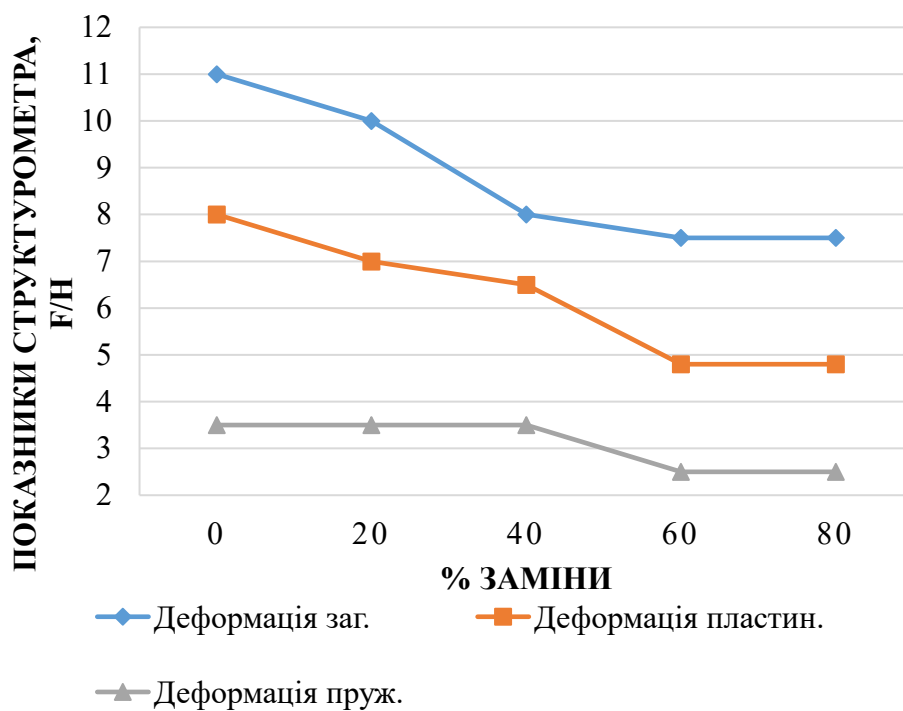


Рисунок 3.7 – Вплив заміни соняшникової олії на якість кексів

Показано, що спільне внесення гуарової камеді та лецитину покращувало як структуру м'якушу, так й інші показники. При цьому приготування кексів із сухою сумішшю включало заміс тіста 8 – 10 хв, закладку його в паперові форми, випічку 20 хв при 200 – 220 °С і 30 хв охолодження. Замість проводився в одну стадію: до води та глюкозного сиропу додавалася соняшникова, пальмова олія, розігріта до

рідкого стану, суха суміш з усіма компонентами, цукрова пудра та борошно.

У результаті визначено остаточну рецептуру сухої суміші (табл. 3.8) та кексів на її основі (табл. 3.9).

Таблиця 3.8 – Рецептура сухої суміші для кексів

№	Найменування	Кількість, г/100г суміші
1	Альбумін	44,27
2	СПК	29,51
3	Лецитин	3,69
4	Гуарова камедь	1,48
5	Розпушувач	21,05

Таблиця 3.9 – Рецептура протеїнових кексів на основі сухої суміші

№	Найменування	Масова частка сухих речовин, %	Кількість, г
1	Борошно	85,50	314,4
2	Цукрова пудра	99,98	272,47
3	Вода	0,00	234,68
4	Соняшникова олія	100,0	114,03
5	Пальмова олія	100,0	76,23
6	Суха суміш	88,00	69,17
7	Глюкозний сироп	80	54,70
Разом:		26,40	1135,68
Вихід:		20,00	1000,00

3.5 Дослідження показників якості кексів під час зберігання

Кекси зберігалися протягом півроку: контроль з меланжем, кекс із сухою сумішшю 1 і кекс із сухою сумішшю 2, додатково містить 0,1 % сорбату калію (Е 20) і 1,5% пропіленгліколь (Е 1520) до маси тіста. Кекси герметично упаковувалися в поліетиленову плівку за допомогою термошва.

При зберіганні кексів оцінювалися структурно-механічні властивості м'якшю, вологість, кислотне та перекисне число жиру. Протягом перших 50 днів загальна та пластична деформація м'якшю у дослідних зразків практично не змінювалися. До 60 днів зберігання і далі показники свіжості м'якшю у всіх зразках

погіршувалися на 20 – 30 %, але в дослідних зразках всі показники залишалися вищими, ніж у контролі. Вироби із сумішшю 2 мали вищі показники реологічних властивостей м'якшу, ніж із сумішшю 1 (рис. 3.8).

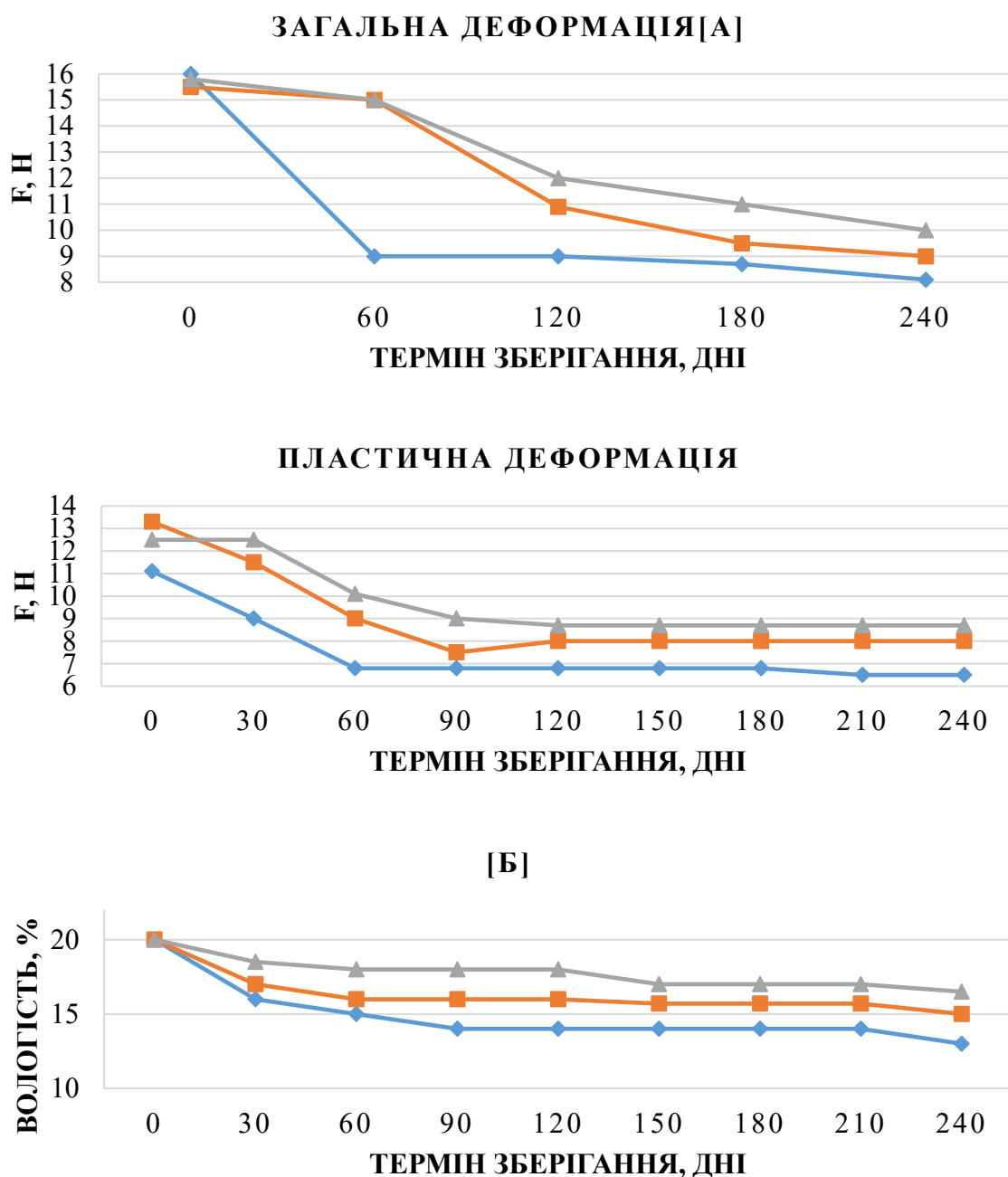


Рисунок 3.8. Структурно-механічні властивості (А) та вологість (Б) м'якшу при зберіганні

Вологість дослідних зразків при зберіганні завжди була вищою, ніж у контролю (рис. 3.8 Б.). За 60 днів зберігання вологість у кексу із сухою сумішшю 1 зменшувалася на 2 %, тоді як у зразка із сухою сумішшю 1 – на 3 %, а у контролю – на 5 %.

Суша суміш гальмувала гідролітичні та окислювальні процеси розпаду жиру в кексах, оскільки кислотне та перекисне числа протягом усього періоду зберігання в контрольному зразку залишалися нижчими, ніж у дослідних (рис. 3.9).

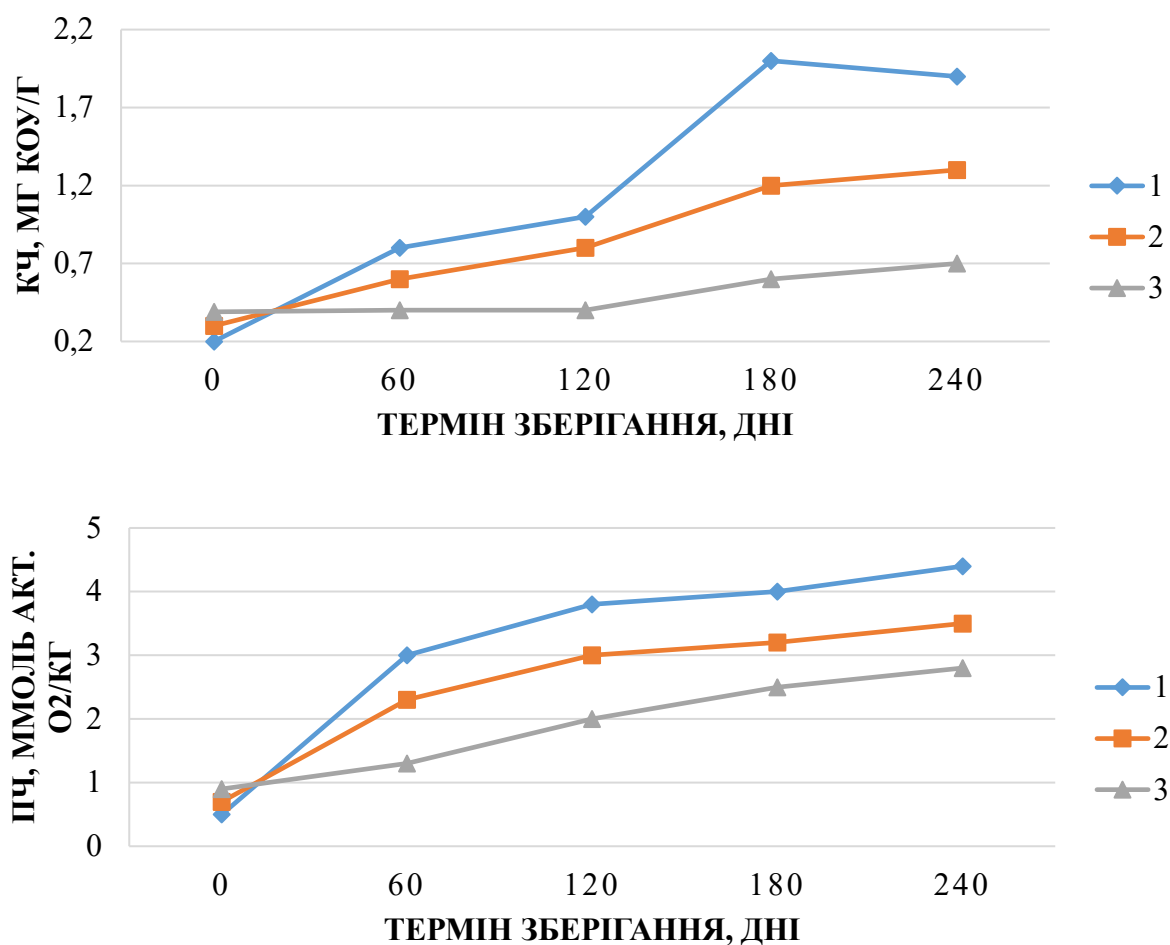


Рисунок 3.9 – Зміна кислотного (КЧ) та перекисного (ПЧ) чисел жиру кексів при зберіганні

1 – контроль; 2 – суміш 1; 2 – суміш 2.

У контрольного зразка кексу збільшення кислотного числа почалося після 120 днів зберігання і до 180 днів воно збільшилося 1,6 – 3,3 рази порівняно з

вихідною точкою. Використання консерванту та вологоутримуючого агенту знижувало значення кислотного числа на 40 % порівняно зі зразком, в якому використовувалися одна суха суміш і композиція жиру, і більш ніж у 2 рази, порівняно з контролем. Важливо, що кислотне числа жиру обох дослідних зразків кексів до кінця зберігання не перевищувало 1,3 мг КОН/г, що відповідало загальноприйнятим значенням для харчових жирів (до 2,2 мг КОН/г жиру).

За весь термін зберігання контрольного зразка перекисне число збільшилося в 4 рази, тоді як у дослідного – у 2,7 – 3 рази. А якщо врахувати, що його значення не повинно перевищувати 10 ммоль акт O_2 /кг, то можна зробити висновок, що якість жиру у виробках, що зберігалися, була висока (3 ммоль акт O_2 /кг).

Узагальнюючи результати, зробили висновок, що з урахуванням показників якості м'якшу і значень констант жиру, кекси з сухою сумішшю 1 можуть зберігатися протягом 2 місяців, а сухою сумішшю 2 – протягом 6.

Для пояснення причин гальмування окислювальних та гідролітичних процесів у жирі під впливом сухої суміші та жирової композиції через два місяці зберігання вивчили співвідношення ліпідів різних форм зв'язаності та їх груповий склад та показали, що під впливом білкових сумішей кількість вільних ліпідів у кексах незначно зменшувалася, а пов'язаних – збільшувалося (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 – Вміст ліпідів різної форми зв'язаності

Ліпіди	Контроль		Суха суміш 1		Суха суміш 2	
	1	2	1	2	1	2
Загальні, % до маси кексу	17	17	17	17	17	17
Вільні, % від загальних	81	75	78	73	75	72
Пов'язані, % від загальних	19	25	22	27	25	28

Примітка: 1 – зразок свіжий; 2 – зразок, що зберігався.

Аналіз мікробіологічних показників показав, що у свіжих кексах мікроорганізмів взагалі не виявлено, а при зберіганні контрольного зразка з меланжем протягом 1 місяця виявлено 1 колонієутворююча одиниця/г, а через 2 та 6 місяців кекси із сухою сумішшю відповідали вимогам стандарту, що мабуть взаємопов'язано з особливостями хімічного складу рецептур.

Розрахунок харчової цінності показав (табл. 3.11), що кекси збагатилися лецитином на 25 % до 35 мг/100г, масова частка білка у яких збільшувалася на 57,5 % з 4,7 до 7,4 %, масова частка вуглеводів зменшилася на 5,5 %, Вміст лізину і треоніну підвищився з 59 і 62 до 87 і 93 %, відповідно. Забезпечення організму людини якіснішим білком у складі кексу знизить необхідний рівень загального білка, необхідний для підтримки азотистого балансу в організмі, тому, з урахуванням показників харчової цінності, кекси можуть бути рекомендовані й у харчування школярів віком від 10 до 15 років [25] .

Таблиця 3.11 – Поживна цінність кексів

Показники	Контроль	З сухою сумішшю
Білок, %	4,7	7,4
Скор, %:		
– лізин	59	87
– треонін	62	93
Жир, %	17,0	16,9
Вуглеводи, %	58,3	58,8
Лецитин, %	0,28	0,35
Енергетична цінність, ккал	450	450

Висновки за розділом

Розроблено теоретичні та практичні основи технології отримання та застосування сухої багатofункціональної білоквмісної суміші у виробництві борошняних кондитерських виробів:

- поліпшення сухої пшеничної клейковини спостерігалось під дією ксантанової камеді, камеді річкового дерева та гуміарабіку в дозуваннях 0,1 – 0,3 %; 0,1 – 0,3 % та 0,1 – 0,6 % до її маси, відповідно;

Підтверджено літературні відомості щодо показників якості пшеничного борошна вищого гатунку, що забезпечують високу якість виробу з яйцепродуктами: 28 – 32 % сирої клейковини, H_{def} – 60 – 75 од., ВЗЗ – 0,7-0,8 г/г та вміст білка в борошні – 10 – 13 %. Використання розробленої сухої білоквмісної суміші нівелювало вплив відмінностей як борошно на якість виробу.

Визначено рецептурні компоненти та технологічні параметри приготування масляних кексів із сухою сумішшю:

- виявлено дві групи показників сирої клейковини пшеничного борошна вищого гатунку для забезпечення найвищої якості кексів: кількість сирої клейковини – 30 – 31 % та 77 – 90 од. приладу ІДК або 24 – 25 % та 58 – 65 од. приладу відповідно.

- на підставі визначення технологічних показників якості кексів доведено доцільність включення до їх рецептури жирової композиції з покращеним жирнокислотним складом: соняшникова: пальмова олія (60:40).

- визначено вплив різних співвідношення яєчного альбуміну та СПК, масової частки гуарової камеді, лецитину та розпушувача на якість готових виробів, для включення їх до складу сухої білоквмісної суміші для масляних кексів зі збалансованим аміно- та жирнокислотним складом. Розроблено рецептуру сухої суміші для масляних кексів з продовженим (2 місяці) та тривалим (6 місяців) терміном зберігання.

Показано позитивний вплив суміші на фізико-хімічні, структурно-механічні та мікробіологічні показники кексів протягом 6 місяців зберігання.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Картка умов безпеки праці оператора цеху з виробництва борошняних кондитерських виробів

В процесі роботи над розробкою картки безпеки праці оператора цеху з виробництва борошняних кондитерських виробів, ми враховували особливості експлуатації, технічного обслуговування та звичайно умови роботи самого оператора (рис. 4.1).

Картка безпеки праці оператора лінії з виробництва цукрового печива	
<p>1. Загальна інформація</p> <p>Дана картка безпеки праці розроблена для робітників цеху з виробництва борошняних кондитерських виробів підприємств всіх форм власності.</p> <p>Важливо! Обов'язково ознайомитись з інформацією цієї картки перед виконанням робіт.</p>	<p>2. Опис робочого місця</p> <p>Посада: апаратник лінії з виробництва протеїнових кексів.</p> <p>Місце роботи: цех з виробництва протеїнових кексів всіх форм власності.</p> <p>Робочій час: 1 зміна (8:00-20:00) 2 зміна (20:00-8:00)</p>
<p>3. Заходи безпеки</p> <p>До роботи допускаються особи, що досягли 18-річного віку та пройшли відповідний інструктаж з ОП і медичний огляд.</p> <p>Заборонено приступати до роботи в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння. В разі поганого самопочуття негайно повідомити майстра цеху.</p> <p>Уважно готувати робоче місце, дотримуватись правил охорони праці. Обов'язково використовувати засоби індивідуального захисту при виконанні робіт з налагодженням роботи сепаратора</p>	
<p>4. Надзвичайні ситуації</p> <p>1) Пожежа: негайно повідомити про це відповідні служби та натиснути на пожежну сигналізацію. Використовувати вогнегасник або інші засоби пожежогасіння, якщо ви натрапили на невелике загоряння та можете безпечно його загасити.</p> <p>2) Аварія: негайно повідомити про це відповідні служби та керівництво. Уникайте зони аварії та слідуйте вказівкам служб безпеки.</p> <p>3) Травма: негайно повідомити про це відповідні служби та керівництво. Зверніться до медичного працівника або запросіть медичну допомогу, якщо потрібно.</p>	
<p>5. Потенційні ризики</p> <p>а) зерновий та борошняний пил, б) можливість травмування внаслідок дії рухомих частин обладнання, в) ризик пожежі.</p>	<p>6. Контакти екстрених служб</p> <p>Черговий: вн.т. 42-78-15</p> <p>Пожежна служба: 101</p> <p>Екстрена медична допомога: 103</p> <p>Служба екстреної допомоги: 112</p>

Рисунок 4.1 – Картка умов безпеки праці оператора цеху з виробництва борошняних кондитерських виробів

4.2 Шляхи утилізації відходів при виробництві борошняних кондитерських виробів

Термін придатності борошняних кондитерських виробів є обмеженим. Через декілька днів після виробництва продукт втрачає свій смак і товарний вигляд. Згідно з чинним законодавством, товари з закінченим терміном придатності видаляються з продажу, а хліб підлягає утилізації. Послугами зі збору, транспортування та утилізації борошняних кондитерських виробів користуються власники різних підприємств, що включають виробників хлібобулочних виробів та інших суб'єктів.

Переробка виробів – це процес, який не лише корисний, але й прибутковий, оскільки дозволяє виробникам борошняних кондитерських виробів отримувати додатковий прибуток. Незважаючи на втрату свіжості, борошняні вироби зберігають поживні властивості, і після переробки можуть служити в якості вторинної сировини.

Браковані або прострочені борошняні кондитерські вироби перевіряються перед обробкою. Видаляють цвіль і пригорілі ділянки. Після цього вироби сортуються і обробляються з використанням різних технологій. В процесі обробки з хлібобулочних виробів отримують наступні продукти:

Хлібниця. Черствий продукт замочують у воді, в результаті чого він перетворюється в кашоподібну однорідну масу. Такий продукт можна використовувати для випічки нових хлібобулочних виробів, що робить його смак більш насиченим і неповторним.

Сухарі для панірування: Щоб отримати сухарі для панірування, хліб нарізають на невеликі шматочки і сушать при встановленій температурі. Після висушування продукт поміщають під прес або в бункер, де його подрібнюють. Цей продукт використовується як панірувальні сухарі для різноманітних страв.

Крекери різних смаків: Завдяки широкому вибору смаків і доступній ціні крекери є дуже популярними. Для виготовлення цього продукту хлібобулочні вироби подрібнюються і піддаються термічній обробці, після чого до них

додаються барвники, підсилювачі смаку і ароматизатори. Крекери можуть мати різну форму і розмір.

Використання для корму тварин: Старі або браковані хлібобулочні вироби, які не підходять для використання у харчовій продукції, можуть бути використані як добавки для кормування тварин.

Висновок за розділом

У цьому розділі дипломної роботи була розроблена картка безпеки оператора цеху з виробництва борошняних кондитерських виробів, обговорені та визначені способи утилізації відходів виробництва хліба.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати на проведення досліджень

Розроблений кошторис витрат можна використати для визначення витрат, пов'язаних з проведенням наукових досліджень. Сюди входять різні фактори, такі як витрати на матеріальні ресурси, витрачену електроенергію, нараховану заробітну плату, амортизаційні відрахування та накладні витрати.

Розрахунок вартості основних і допоміжних матеріалів здійснюється за наступною формулою:

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

де m_1 – витрачений матеріал;

C_1 – вартість матеріалу, грн/кг.

У запропонованій таблиці 5.1 наведені результати розрахунку вартості матеріалу.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість основних матеріалів і їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Борошно пшеничне, кг	5	20,00	100,00
Білкові добавки, кг	1	150,00	150,00
Всього			250,00

У таблиці 5.2 представлені результати розрахунку заробітної плати учасників досліджень, яку визначаємо множенням середньої погодинної заробітної плати працівника на суму витраченого часу.

Таблиця 5.2 – Витрати на заробітну платню учасника наукового дослідження

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник робіт	8300	49,40	15	741,00
Всього				741,00

Нарахування заробітної плати еквівалентно 22 % від загальної суми заробітної плати, що оподатковується єдиним податком:

$$H = \frac{741,00 \cdot 22}{100} = 163,02 \text{ грн.}$$

Вартість витраченої електроенергії визначається за такою формулою:

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

де M – потужність дослідного устаткування, кВт;

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

T – тривалість роботи установки, год;

a – вартість електроенергії, грн/(кВт/год).

Вартість споживання енергії для роботи тістозмішувального устаткування:

$$E_{\text{тістоміс}} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 7,32 = 189,73 \text{ грн.}$$

Вартість споживання енергії для роботи установок з термічної обробки кондитерських виробів:

$$E_{\text{терм.оброб.}} = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 7,32 = 347,85 \text{ грн.}$$

Вартість витрат електроенергії на ПК:

$$E_{н.к.} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 7,32 = 1185,84 \text{ грн.}$$

Сумарні затрати на електроенергію:

$$E_{заг} = E_{тістоміс} + E_{терм.оброб.} + E_{н.к.} = 189,73 + 347,85 + 1185,84 = 1723,42 \text{ грн.}$$

З використанням рівняння 6.3 для визначаємо вартість амортизації обладнання, використаного в ході дослідження:

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

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 наведені результати розрахунків амортизаційних відрахувань.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків амортизаційних відрахувань

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Тістомісильний апарат	13800,0	10	1	3,70
Шафа для термічної обробки	40000,0	10	1	10,95
Персональний комп'ютер	10800,0	24	27	191,73
Всього				206,38

Накладні витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням та управлінням виробництвом, включають витрати, які повинні бути виплачені обслуговуючому та управлінському персоналу. Витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням

установки, еквівалентні 80 % від розрахункової заробітної плати виконавця дослідження:

$$\frac{(741,00 \cdot 80)}{100} = 592,80 \text{ грн.}$$

Орієнтовна вартість проведеного наукового дослідження наведена в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Орієнтовна вартість проведеного наукового дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали (ОМ)	250,00
Заробітна плата (ЗП)	741,00
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	163,02
Електроенергія (Е)	1723,42
Амортизація (А)	206,38
Накладні витрати (НВ)	592,80
Всього	3676,62

Згідно з проведеним аналізом, витрати на заробітну плату та витрати на витрачену електроенергію є найважливішими витратами, які займають лідируючі позиції у списку.

5.2 Розрахунок вартості дослідження

Оскільки дослідницька робота пов'язана з фундаментальними дослідженнями, вартість визначалася на основі вартості та прибутковості проведення досліджень:

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

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 3676,62 + \frac{30 \cdot 3676,62}{100} = 4779,61 \text{ грн.}$$

Сума витрат, затрачених на проведення досліджень, складає 4779,61 грн.

Орієнтовна вартість 1 кг протеїнових кексів за робленою технологією складає близько 200 грн, що на 40 гривень дорожче ніж прототип.

Висновки за розділом

Найбільш важливими статтями досліджуваних витрат є витрати на заробітну плату та витрати на витрачену електроенергію, еквівалентні 741,00 грн. і 1723,42 грн. відповідно. Загалом вартість досліджень становить 4779,61 грн.

Орієнтовна вартість 1 кг протеїнових кексів за робленою технологією складає близько 200 грн, що на 40 гривень дорожче ніж прототип.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аналіз літературних даних показав, що конструювання сухих сумішей та створення борошняних кондитерських виробів на їх основі є актуальною проблемою.

У роботі використовувалися загальноприйняті органолептичні, фізико-хімічні, реологічні та мікробіологічні методи досліджень властивостей сировини, напівфабрикатів та готових продуктів, а також спеціальні біохімічні методи.

Розроблено теоретичні та практичні основи технології отримання та застосування сухої багатофункціональної білоквмісної суміші у виробництві борошняних кондитерських виробів:

- поліпшення сухої пшеничної клейковини спостерігалось під дією ксантанової камеді, камеді ріжкового дерева та гуміарабіку в дозуваннях 0,1 – 0,3 %; 0,1 – 0,3 % та 0,1 – 0,6 % до її маси, відповідно;

Підтверджено літературні відомості щодо показників якості пшеничного борошна вищого гатунку, що забезпечують високу якість виробу з яйцепродуктами: 28 – 32 % сирові клейковини, H_{def} – 60 – 75 од., ВЗЗ – 0,7-0,8 г/г та вміст білка в борошні – 10 – 13 %. Використання розробленої сухої білоквмісної суміші нівелювало вплив відмінностей як борошно на якість виробу.

Визначено рецептурні компоненти та технологічні параметри приготування масляних кексів із сухою сумішшю:

- виявлено дві групи показників сирові клейковини пшеничного борошна вищого гатунку для забезпечення найвищої якості кексів: кількість сирові клейковини – 30 – 31 % та 77 – 90 од. приладу ІДК або 24 – 25 % та 58 – 65 од. приладу відповідно.

- на підставі визначення технологічних показників якості кексів доведено доцільність включення до їх рецептури жирової композиції з покращеним жирнокислотним складом: соняшникова: пальмова олія (60:40).

- визначено вплив різних співвідношення яєчного альбуміну та СПК,

масової частки гуарової камеді, лецитину та розпушувача на якість готових виробів, для включення їх до складу сухої білоквмісної суміші для масляних кексів зі збалансованим аміно- та жирнокислотним складом. Розроблено рецептуру сухої суміші для масляних кексів з продовженням (2 місяці) та тривалим (6 місяців) терміном зберігання.

Показано позитивний вплив суміші на фізико-хімічні, структурно-механічні та мікробіологічні показники кексів протягом 6 місяців зберігання.

Розроблена картка безпеки оператора цеху з виробництва борошняних кондитерських виробів, обговорені та визначені способи утилізації відходів виробництва хліба.

Найбільш важливими статтями досліджуваних витрат є витрати на заробітну плату та витрати на витрачену електроенергію, еквівалентні 741,00 грн. і 1723,42 грн. відповідно. Загалом вартість досліджень становить 4779,61 грн.

Орієнтовна вартість 1 кг протеїнових кексів за робленою технологією складає близько 200 грн, що на 40 гривень дорожче ніж прототип.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. СанПін 2.3.23 1324-03 Гігієнічні вимоги до термінів придатності та умов зберігання харчових продуктів.
2. Лисюк Г. М. Технологія кондитерських виробів: навч.-метод. посіб. для сам. вивч. курсу / Г.М. Лисюк, З.І. Кучерук, О.М. Постнова; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. Харків: ХДУХТ, 2006. 181с.
3. Сучасні технології кондитерського виробництва: підручник. / [Гайдук О. В., Герлянд Т. М., Дрозіч І. А., Кулалаєва Н. В., Романова Г. М.]. – К.: ІПТО НАПН України, 2020. 440 с
4. Збірник рецептур національних страв та кулінарних виробів / для підприємств громадського харчування усіх форм власності. К.: А.С.К., 2000. 805 с.
5. Зайцева Г. Т. Технологія виготовлення борошняних кондитерських виробів: підруч. для проф. - техн. навч. закладів / Г. Т. Зайцева, Т. М. Горпинко. Київ: Вікторія, 2012. 400 с.
6. Осипов П.В. Інтегральний продуктивний потенціал харчової промисловості. - Одеса: Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України, 2004. - 289 с.
7. Офіційний сайт компанії ТОВ «Кріоліт-Д» в мережі Internet. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ukrslasti.com.ua/>
8. ДСТУ 4803:2013. Торти і тістечка. Загальні технічні умови. [Чинний від 2014 – 03 – 28]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2013. 26 с.
9. Державні санітарні правила для підприємств (цехів), що виробляють кондитерські вироби з кремом: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 28.08.1997 р. № 262. Законодавство України: база даних / Верхов. Рада України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0262282-97#Text>.
10. Клюковська, Л. О. Лабораторний практикум з предмета "Технологія борошняних кондитерських виробів" [Текст]: навч. посіб для проф.-техн. навч. закл. / Л. О. Клюковська, О. В. Гараскевич. Київ : Освіта України, 2011. 256 с.

11. Новікова О.В. Технологія виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів: навч. посібник. – Київ.: Видавництво Ліра-К, 2017. 540 с.
12. Стрілець, І. Дослідження процесу випікання бісквітів з додаванням модифікованого крохмалю " microlys FN02" / І. Стрілець, І. Корецька // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2014. № 11 (120). С. 3–4.
13. Котузаки О. М. Розробка технології і рецептур бісквітних напівфабрикатів на основі нехлібопекарських видів борошна : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / О. М. Котузаки ; Одеська національна академія харчових технологій. Одеса, 2013. 20 с.
14. Ростовський, В.С., Новікова О.В. Технологія виробництва борошняних кондитерських виробів: навч. посібник. Київ: Ліра-К, 2009. 574 с.
15. Саєнко Н.П. Устаткування підприємств громадського харчування: підручник для учнів проф.-техн. навч. закл. Київ: «ЛДЛ», 2009. 320с.
16. В.Ф. Петько, О.І. Гапонюк. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв. – К: Центр учбової літератури, 2007. 432с.
17. Сайт «Фафорит Техно». [Електронний ресурс]. URL: <https://ftehno.com.ua/product/tekno-stamap-c-line-new-c-line-40-60/>
18. Сайт «Diosna». [Електронний ресурс]. URL: <https://www.diosna.com/products/kneading-machines/spiral-kneader/sp-12/>
19. Сайт «Hobart». [Електронний ресурс]. URL: [:https://www.hobart-export.com/products/food-preparation/spiral-mixer-hsl](https://www.hobart-export.com/products/food-preparation/spiral-mixer-hsl)
20. Сайт продажу обладнання для харчової промисловості. [Електронний ресурс]. URL: [:http://dyvnych.com.ua/tistomisi/tistomisy-restaurovani/tistomisi-spiralni-kemper-sp150/](http://dyvnych.com.ua/tistomisi/tistomisy-restaurovani/tistomisi-spiralni-kemper-sp150/)
21. Сайт фірми «Porlanmaz». [Електронний ресурс]. URL : https://www.porlanmaz.com/u_spiralnyy-mikser-so-stacionnoronoy-dezhoy-spiralnyy-testomes-so-stacionnoronoy-dezhoy_25_ru.html

22. Дробот В.І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві. Задачник. К.: Кондор. 2010. 160 с.
23. Розрахунки обладнання харчових виробництв / Ялпачик В.Ф. та інші. Навчальний посібник. Мелітополь: Видавничий будинок ММД, 2014. 264с.
24. Архітектура будівель і споруд. Багатоповерхові каркасні будинки: навч. посібник / [Смоляк В. В., Ковальський В. П., Козинюк Н. В. та ін.]. Вінниця: ВНТУ, 2019. 76 с.
25. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Архітектура будівель і споруд» на тему «Промислова будівля» для студентів за напрямом підготовки 6.060100 «Будівництво» / Пугачов С.В., Гур'янов О.В., Гарбарук Л.Т., Гарбарук Ю.В. Рівне, НУВГП. 2013. 28 с.
26. Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів і продовольчої сировини».
27. ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги.
28. Димань Т.М. Безпека продовольчої сировини: підручник / Т.М.Димань, Т.Г.Мазур. К.: ВЦ «Академія». 2011. 520 с.
29. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. № 2695-ХІІ. Законодавство України: база даних / Верхов. Рада України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
30. ДНАОП 15.8-1.14-97 Правила безпеки для кондитерського виробництва.
31. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 26.06.1991 р. № 1268-ХІІ. Законодавство України: база даних / Верхов. Рада України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
32. Калина В.С., Гезь Я.В. Удосконалення рецептури пастильних кондитерських виробів із використанням цикорію і топінамбуру. Вісник Національного технічного університету «ХП». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2021. №3(9), С. 26–32.