

**ДНПРОВСЬКИЙ 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 дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва
цукрового печива з додаванням нетрадиційної
сировини**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МГХТз-1-23
освітньо-професійної програми «Харчові
технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Віктор БОЯР

Керівник: _____ Олег ТЕРТИШНИЙ

Рецензент: _____

Дніпро 2024

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

(підпис)

«11» листопада 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Бояру Віктору Вікторовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва цукрового печива з додаванням нетрадиційної сировини».
Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» листопада 2024 року № 3768.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 16 грудня 2024 року
3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань переробки виробництва борошняних кондитерських виробів, а саме цукрового печива. 3 Нормативно-технологічна документація та правила ведення технологічних процесів на елеваторах. 4 Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Об'єкти, методи та методики проведення досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень та їх обговорення. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета та задачі досліджень. 2 Результати досліджень та їх аналіз. 3 Кошторис витрат на проведення досліджень. 4 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 3	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	11.11.2024	16.12.2024
4	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	11.11.2024	16.12.2024
5	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	11.11.2024	16.12.2024

7. Дата видачі завдання 11 листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	11.11-13.11.24	виконано
2	Аналітичний огляд	14.11-18.11.24	виконано
3	Об'єкти, методи та методики проведення досліджень	19.11-20.11.24	виконано
4	Результати експериментальних досліджень та їх обговорення	20.11-12.12.24	виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.12-08.12.24	виконано
6	Організаційно-економічна частина	09.12-12.12.24	виконано
7	Загальні висновки та список джерел посилання	13.12-14.12.24	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	15.12.2024	виконано

Здобувач вищої освіти

_____ Віктор БОЯР
(підпис)

Керівник роботи

_____ Олег ТЕРТИШНИЙ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить: 67 сторінок друкованого тексту, 16 рисунків та ілюстрацій, 15 таблиць та використано 59 літературних джерел.

Метою досліджень є обґрунтування та розробка печива з додаванням нетрадиційної сировини, що дозволяє отримувати вироби зі збагаченим білковим, мінеральним та вітамінним складом.

Об'єктом досліджень є цукрове з додаванням нетрадиційної сировини, що дозволяє отримувати вироби поліпшеної якості.

Предметом дослідження є вплив показників якості та хімічного складу нетрадиційної рослинної сировини на загальні якісні показники цукрового печива.

У світлі вирішення цих завдань актуальною є розробка принципово нових технологічних процесів виробництва печива на науковій основі, що дозволить гарантувати високу якість продукції, спростити технологічний процес, знизити собівартість. З точки зору концепції здорового харчування створення виробів лікувально-профілактичного та дієтичного призначення, зі зниженим вмістом цукру та збагачених білковими речовинами, створення та впровадження технології отримання порошкоподібних напівфабрикатів з овочів та фруктів мають першорядне значення.

Ключові слова: ПЕЧИВО ЦУКРОВЕ, БОРОШНО СОЧЕВИЧНЕ, БОРОШНО ЖИТНЄ, НЕТРАДИЦІЙНА РОСЛИННА СИРОВИНА, ЯКІСТЬ, ВАРТІСТЬ, ВІТАМІНИ, ДОСЛІДЖЕННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	9
1.1 Існуючі способи виробництва печива	9
1.2 Шляхи підвищення харчової і біологічної цінності борошняних кондитерських виробів	13
1.2.1 Білкові добавки та їх способи одержання	13
1.2.2 Вітамінні та мінеральні добавки, харчові волокна	21
1.3 Способи отримання порошкоподібних напівфабрикатів, склад, властивості та напрямки використання	26
Висновки за розділом	29
2 ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	31
2.1 Об'єкти та методи дослідження	31
Висновки за розділом	34
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВРЕННЯ	35
3.1 Використання сочевичного борошна у виробництві цукрового печива	35
3.2 Використання житнього борошна у виробництві цукрового печива	45
Висновки за розділом	51
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	53
4.1 Розробка карти безпеки праці	53
4.2 Утилізація відходів кондитерського та хлібопекарного виробництва	54
Висновки за розділом	55
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	56
5.1 Організація проведення дослідження	56
5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	56
5.3 Розрахунок вартості дослідження	59
Висновки за розділом	60

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

61

БІБЛІОГРАФІЯ

62

ВСТУП

Споживання борошняних кондитерських виробів постійно зростає через звички і смаки, характерні для населення, незважаючи на те, що ці продукти є десертними і їх не рекомендується їсти щодня [11].

Складне економічне становище, що склалося останніми роками, призвело до різкого спаду виробництва на вітчизняних підприємствах. Тому необхідно вирішити такі завдання: підвищення якості продукції, впровадження ресурсозберігаючих технологій. Безперервний заміс цукрового печива має низку недоліків: тісто щільне, з непромісами, вироби з низькою намочуваністю, пористістю. Для забезпечення конкурентоспроможності продукції необхідно усунути перераховані вище недоліки.

Сучасні уявлення про потребу людини в їжі отримали в теорії збалансованого харчування, яка стверджує, що забезпечення нормальної життєдіяльності можливе лише за умови постачання організму адекватної кількості енергії, білка та дотримання строго певних її відносин між багатьма незамінними факторами харчування – амінокислотами, жирними кислотами, мінеральними речовинами вітамінами, харчовими волокнами.

Одним із виправданих шляхів зниження кількості споживаної з їжею енергії є заміна в продуктах масового споживання жирів та вуглеводів білками або створення на їх основі низькокалорійних продуктів харчування із заданою харчовою цінністю. Крім того, погіршення екологічної обстановки практично у всіх регіонах країни висуває завдання створення спеціальних харчових продуктів лікувально-профілактичного та дієтичного призначення. Найбільш перспективними для цих цілей є поліфункціональні добавки з традиційних та нових джерел сировини [7]. Харчова та біологічна цінність порошоків з овочів та фруктів полягає у багатому наборі важливих для здоров'я людини вітамінів, мінеральних солей.

У світлі вирішення цих завдань актуальною є розробка принципово нових технологічних процесів виробництва печива на науковій основі, що дозволить

гарантувати високу якість продукції, спростити технологічний процес, знизити собівартість. З точки зору концепції здорового харчування створення виробів лікувально-профілактичного та дієтичного призначення, зі зниженим вмістом цукру та збагачених білковими речовинами, створення та впровадження технології отримання порошкоподібних напівфабрикатів з овочів та фруктів мають першорядне значення.

Метою досліджень є обґрунтування та розробка печива з додаванням нетрадиційної сировини, що дозволяє отримувати вироби зі збагаченим білковим, мінеральним та вітамінним складом.

Відповідно до поставленої мети вирішуються такі завдання:

1. Застосувати нетрадиційну сировину (сочевичне та житнє борошно) для виробництва цукрового печива.
2. Визначити показники якості цукрового печива з додаванням сочевичного борошна.
3. Визначити показники якості цукрового печива з додаванням житнього борошна.
4. Розрахувати кошторис витрат на проведення досліджень.

Об'єктом досліджень є цукрове з додаванням нетрадиційної сировини, що дозволяє отримувати вироби поліпшеної якості.

Предметом дослідження є вплив показників якості та хімічного складу нетрадиційної рослинної сировини на загальні якісні показники цукрового печива.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Існуючі способи виробництва печива

Найбільш поширеним видом борошняних кондитерських виробів є печиво. Технологія отримання різних видів печива має свої особливості. Однак при виробленні всіх цих видів передбачається виконання наступних основних операцій: підготовка сировини, заміс тіста, формування, випікання, охолодження та упаковка [8].

Заміс тіста може здійснюватися періодичним чи безперервним способами.

При безперервному замісі тіста здійснюють у машинах безперервної дії, що складаються з двох основних частин: камери попереднього змішування та місильної камери. Камера призначена для попереднього безперервного змішування борошна з емульсією. У цю камеру емульсія дозується насосом-дозатором, а борошно – спеціальним дозатором стрічкового типу.

Отримана в камері попереднього змішування маса безперервно надходить у місильну камеру, яка є циліндричною ємністю з водяною сорочкою. Усередині камери обертається вал із лопатями, робочі площини яких нахилені по відношенню до осі. Нахил лопатей регулюється в залежності від режиму агрегату, що задається. У сорочці циркулює вода потрібної температури. Готове тісто виходить з машини і транспортером подається на формування [22].

Емульсію готують у три стадії. На першій – в емульсатор завантажують усі види сировини, окрім жиру. Емульсатор є циліндричним змішувачем з горизонтальним валом, на який насаджені лопаті. Частота обертання валу 70 – 120 хв⁻¹. На другій стадії відбувається змішування компонентів із розплавленим жиром протягом 5 хв. Температура емульсії під час обробки 35 – 38 °С підтримується шляхом циркуляції води через сорочку змішувача. На третій стадії відбувається збивання емульсії. Для збивання використовують гідродинамічні перетворювачі, відцентрові емульсатори та вихрові диспергатори.

Широке поширення набули гідродинамічні перетворювачі і повільне

розчинення цукру, ніж спосіб приготування на цукровій пудрі за допомогою відцентрового емульсатора.

На деяких підприємствах отримують емульсію за допомогою вихрового диспергатора, що являє собою бак, усередині якого змонтовані статор і ротор з двома пропелерами. Висока частота обертання ротора (3000 хв^{-1}) та циркуляція рідини через отвори статора створюють умови для отримання стійкої високодисперсної емульсії [12].

Температура тіста при замісі цукрового печива має бути $19 - 25 \text{ }^\circ\text{C}$, щоб обмежити швидкість набухання колоїдів борошна та отримати пухке, пластичне тісто. Вологість при формуванні на ротаційних машинах має бути в межах $16 - 18 \%$. Тривалість замісу $10 - 15 \text{ хв}$ за частоти місильних органів близько $15 - 20 \text{ хв}^{-1}$.

Безперервний спосіб замісу відрізняється високою продуктивністю, низькою трудомісткістю, високою механізацією та автоматизацією процесу. Недоліками є: при замісі в машинах безперервної дії відбувається інтенсивне ущільнення тіста місильними лопатями, немає контакту компонентів з повітряним середовищем, а отже тісто матиме підвищену щільність, готові вироби будуть мати меншу пористість. До недоліків також відносяться велика металоємність та займана виробнича площа.

Для періодичного замісу використовують барабанні та універсальні місильні машини. Місильні органи розташовані всередині корпусу, обертаються назустріч один одному з різною частотою. Обертання робочих органів реверсивне, що дозволяє інтенсифікувати заміс і використовується при розвантаженні, при якій корпус машини перекидається. Частота обертання лопатей складає $30 - 40 \text{ хв}^{-1}$ [6].

При цьому способі замішування важливий порядок завантаження сировини. Насамперед у машину дозується вода чи молоко, цукор, інвертний сироп, сіль та інші компоненти. Вміст перемішують, щоб забезпечити повне розчинення кристалічної сировини. Потім розплавлений жир вносять, перемішують ще 5 хв . Далі за допомогою автомукочера додають у два прийоми борошно, причому після першого прийому вносять хімічні розпушувачі, а потім додають другу порцію

борошна.

Такий порядок завантаження обумовлений швидкістю розчинення цукру в максимальній кількості води, ще незв'язаного колоїдами борошна. Забезпечується більш рівномірне перемішування жиру при температурі плавлення, яка може зменшуватися при подачі борошна.

При замісі тіста в машинах періодичної дії досягається рівномірніше змішування всіх компонентів сировини та утворення більш однорідного за складом тіста. Тісто в машинах періодичної дії замішується в більш короткий проміжок часу при вільному доступі повітря, тому готові вироби мають хорошу пористість, набухання і структуру. Недоліками є: нижча продуктивність, ніж при безперервному способі замісу, а також більша трудомісткість та застосування ручної праці.

Тістомісильні машини періодичної та безперервної дії громіздкі, з високою енергоємністю та низькою ефективністю, хоча за останні роки в різних галузях народного господарства, у тому числі і харчових, створено низку нових малогабаритних високопродуктивних пристроїв безперервної дії, які різко інтенсифікують цей процес, завдяки значному розвитку поверхні контакту змішуваних потоків, підвищують ефективність виробництва та якість продукту [19].

При вихровому змішуванні сировини можливе виключення крохмалю з рецептури цукрового тіста і подача в змішувач рідкого жиру і розчину інгредієнтів окремими потоками без погіршення однорідності напівфабрикату, що отримується, і якості печива [2].

Широкого поширення набувають методи створення псевдозрідження та псевдокипіння у шарі дисперсного матеріалу шляхом його «зважування» в умовах періодичних механічних коливань – вібрації. Вібрація як метод інтенсифікації технологічних процесів знайшла застосування в різних галузях сучасної техніки і в тому числі при переробці дисперсних систем. При вібрації забезпечується рівномірний розподіл компонентів, що передує основним колоїдним процесам. Це створює сприятливі умови для значного прискорення фізико-хімічних процесів

під час тістоутворення, що особливо важливо для приготування дисперсних систем з обмеженою кількістю вологи. В умовах оптимального режиму вібрування єдиний процес тістоутворення проходить чотири послідовно протікаючі керовані стадії:

1) змочування та обволікання скупчень дисперсної фази дисперсійним середовищем та утворення агрегатів;

2) розрив контактів між частинками, руйнування агрегатів, різке збільшення питомої поверхні компонентів суміші, значне підвищення їхньої рухливості та рівномірний розподіл по всьому об'єму, зниження в'язкості;

3) адсорбційна та осмотична взаємодія вологи з частинками дисперсної фази в умовах мінімальної в'язкості системи, утворення та зростання гранул[15].

Традиційні методи мають недоліки, тому ведуться розробки у різних напрямках цієї галузі. Одним із цих напрямків є аерування кондитерських мас.

Аерування харчових продуктів широко застосовується за кордоном не тільки через економію сировини, що постійно дорожчає, але і завдяки гарним смаковим і товарним якостям збитих продуктів.

У виробництві борошняних кондитерських виробів аерують бісквітне та пісочне тісто завдяки великій вологості тіста. Основним піноутворюючим засобом є яечний білок. Аерують харчові маси очищеним повітрям, діоксидом вуглецю. Тісто для печива має вологість 16 – 18 %, що унеможливорює його аерування.

Конструкція пристрою, що аерує, визначається в'язкістю рецептурної суміші. Більшість кондитерських мас аерується збиванням в умовах інтенсивного механічного впливу на рецептурну суміш. Для інтенсифікації процесу в збивальних установках безперервної та періодичної дії застосовується надлишковий тиск.

1.2 Шляхи підвищення харчової і біологічної цінності борошняних кондитерських виробів

Борошняні кондитерські вироби мають традиційно стійкий попит у всіх груп населення. Таким чином, ця група виробів становить інтерес для вивчення.

Кондитерської промисловості в сучасних умовах належить вирішити завдання підвищення якості продукції з одночасним її здешевленням, переходом на новий асортимент виробів зі збалансованим складом, покращеною структурою та оригінальними смаковими властивостями, що дозволить зацікавити покупців та збільшити обсяг виробництва [9].

В даний час широко використовуються різні овочеві та фруктові напівфабрикати як нетрадиційний збагачувач при виробництві продуктів харчування. Ягоди, фрукти та овочі є джерелом біологічно активних речовин, харчових волокон, мінеральних речовин, вітамінів тощо. Застосування плодовоовочевої сировини дозволить значно розширити асортименти продукції [1, 3, 7].

1.2.1 Білкові добавки та їх способи одержання

Для здоров'я нації та розвитку країни необхідне раціональне харчування всіх верств населення. Їжа має важливе значення, забезпечуючи хімічний фон для кінетики та динаміки обмінних процесів, виведення продуктів метаболізму та токсичних речовин з організму. Застосування сировини, що містить білок, у харчовій промисловості дає необмежені можливості виготовлення нового покоління продуктів харчування різного призначення (масового, лікувально-профілактичного, дитячого, для осіб, які працюють у небезпечних і шкідливих для здоров'я умовах).

Білки є необхідною частиною продуктів харчування. Нестача їх у їжі призводить до зниження кровотворення, підвищеної сприйнятливості організму до захворювань, порушення обміну жирів та вітамінів [13]. Світовою продовольчою проблемою є білково-вітамінна недостатність.

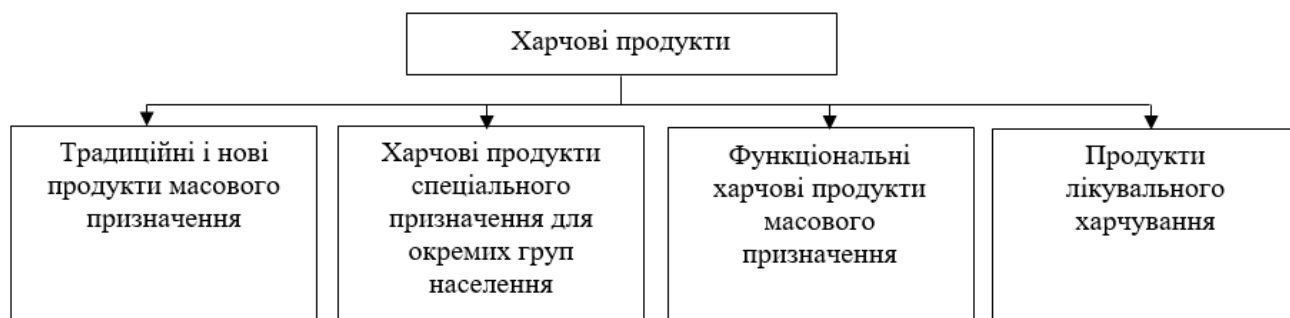


Рисунок 1.1 – Класифікація харчових продуктів за призначенням

Широке застосування білкових, вітамінних, мінеральних добавок – спроба новому витку спіралі розвитку дійти гармонії з природою, реалізувати у нових продуктах досягнення фізіології харчування та медицини.

Функціональні продукти не тільки мають харчову цінність, але й сприятливо впливають на функції організму людини, сприяючи поліпшенню здоров'я, самопочуття, зниження ризику захворювань. Здоров'я безцінне, воно багато в чому пов'язане з харчуванням і роль харчових добавок дуже велика.

Швидкий розвиток наших уявлень про роль їжі як фактора профілактики та лікування низки захворювань, а також відкриття речовин, що мають профілактичну та лікувальну дію (нутрицевтиків), визначили перегляд пріоритетів у харчовій технології. Нині харчування розглядається як один із засобів запобігання захворюванням [9].

Що таке натуральні продукти? Сьогодні і фахівці, і споживачі, говорячи про натуральні продукти, найчастіше мають на увазі продукти здорового харчування. До таких з погляду науки про харчування відносять:

- продукти з високою харчовою цінністю та щільністю;
- продукти, збагачені вітамінами, мінеральними речовинами, поліненасиченими жирними кислотами та харчовими волокнами натурального походження;
- добірні продукти для спеціалізованого та лікувально-профілактичного харчування;
- продукти з найбільшим ступенем гігієнічної безпеки, що

наближаються до лікувально-профілактичних.

З цих позицій в сучасному світі формується самостійна галузь харчової та аграрної індустрії – виробництво натуральних продуктів харчування.

Як було вже сказано, останнім часом величезні зусилля додаються для того, щоб повернути їжі її корисність, підвищити біологічну цінність продуктів харчування за трьома основними групами:

- традиційні: продукти рослинництва, тваринництва, рибальства, птахівництва;
- нетрадиційні: шроти з насіння олійних, продовольчих, кормових та технічних культур;
- нові: багатоклітинні та одноклітинні водорості, міцелій вищих грибів, дріжджові білки хімічного синтезу.

Продукти підвищеної біологічної цінності можна поділити на дві групи:

1. Збагачені продукти – зміна продукту шляхом додавання до його складу білків, вітамінів, мікро- та макроелементів відповідно до фізіологічних норм харчування. Для створення якісно нових кондитерських виробів із спрямованою зміною хімічного складу важливу роль відіграє застосування вітамінів, мінеральних речовин, біологічних добавок, рослинного білка та ін., що обумовлює пошук додаткових сировинних джерел, що мають їх вміст.

2. Комбіновані продукти – суміш продуктів, що містять незамінні компоненти живлення за певного співвідношення.

Останнім часом у пресі з'явилися відомості про новий вид рослинної білоквмісної сировини для хлібопекарської промисловості – амаранту. Харчову цінність зерна амаранту визначають високий вміст білка – до 18 – 20 %, ліпідів – до 7 – 10 %, вітамінів, оптимальне співвідношення кальцію та фосфору для організму людини [3].

Розроблено та впроваджено технологію отримання рослинних харчових білкових продуктів зі шротів олійних культур. За засвоюваності та біологічної цінності дані продукти не поступаються світовим зразкам, а за фізико-хімічними та функціональними властивостями близькі до молочних білків [11].

У ряді країн розроблено технології виробництва білкових концентратів харчового призначення з насіння та листя трав – це біотехнологічна трансформація рослинної сировини в білкові комплекси.

Вивчено можливість використання як джерело білка паростків солоду. Цей білок застосовують при виробництві продуктів для дитячого та дієтичного харчування [14].

Цінним джерелом підвищення у борошняних кондитерських výroбах білка, мінеральних речовин, вітамінів є зародки зерна пшениці. У перерахунку на масову частку сухих речовин у складі зародка міститься 33 – 39 % білка. Наведено дані про використання борошна з харчових сортів люпину для виготовлення безглютенового пісочного напівфабрикату, вивчено його харчову цінність та хімічний склад [18].

Найбільший інтерес викликає спосіб виробництва здобного печива, що передбачає заміс тіста з борошна пшеничного вищого ґатунку, борошна житнього обдирного, сухого білкового препарату сочевиці [2].

На підставі вищесказаного, актуальним є пошук рослинної білкової добавки для виробництва печива.

Велика увага приділяється бобовим культурам в якості сировини, що містить білок – це соя, чина, квасоля, сочевиця, горох, люпин, нут, маш та інші. Масова частка білка у цих культурах перевищує 20 – 30 %. Крім того, вони є цінними харчовими добавками завдяки добре збалансованому складу амінокислот [4]. За вмістом білка бобові культури не поступаються, а деяких випадках перевищують продукти тваринного походження (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Вміст білка в основних харчових продуктах

Продукти	Яловичина	Яйце куряче	Сир	Соя	Сочевиця	Фундук
Білок, %	19 – 22	12 – 13	23 – 30	34 – 38	24 – 34	19 – 20

На думку експертів, у раціоні харчування білки мають поєднуватися з іншими харчовими речовинами у певних співвідношеннях. Вони мають становити в середньому 12 % калорійності добового раціону. Рекомендована частка білків рослинного походження повинна становити 45 % від їх загального вмісту в раціоні [17]. Важливим є і той факт, що вартість тваринних білків постійно зростає. Таким чином, одним із ефективних методів отримання білків є переробка рослинної сировини, що дозволяє компенсувати нестачу тваринного білка.

У харчуванні населення велике місце займають борошняні вироби із злакових культур, білки яких відчувають дефіцит за найважливішими амінокислотами: лізину, метіоніну та триптофана [5]. Так, білок пшениці містить 50 % лізину (порівняно з ідеальним білком).

За багатством білка з бобових культур слід зазначити сою, сочевицю, квасолю, горох (таблиця 1.2) [29].

Таблиця 1.2 – Вміст основних хімічних речовин у зернових та бобових культурах

Культура	Вода	Білки	Жири	Крохмаль	Клітковина	Зольність
Жито	14,0	9,9	2,5	54,0	2,6	1,7
Пшениця	14,0	11,6	2,3	53,7	2,4	1,7
Гречка	14,0	11,6	3,2	54,9	10,8	1,8
Нут	14,0	20,1	4,3	43,2	3,7	3,0
Квасоля	14,0	22,3	2,0	43,4	3,9	3,6
Горох	14,0	23,0	2,0	46,5	5,7	2,8
Маш	14,0	24,6	2,0	42,4	3,8	3,0
Сочевиця	14,0	24,8	1,5	39,8	3,7	2,7
Соя	12,0	34,9	17,3	3,5	4,3	5,0

Перше місце за вмістом білка займає соя, друге – сочевиця. Але в сої, гороху, квасолі містяться антипоживні речовини – інгібітори протеолітичних ферментів. Функціональні властивості білків квасолі недостатньо вивчені і як білоквмісний препарат вони не використовуються. Посівні площі чини, нуту, машу, люпину недостатньо великі і ці культури в якості сировини, що містять білок, не знайшли широкого поширення.

Сочевиця – культурна форма сочевиці *Zeusesculenta* представляє найважливішу продовольчу культуру.

За багатством білка насіння сочевиці не поступається насінням інших зернових культур і значною мірою може замінити в харчуванні людини дорожчі продукти тваринного походження. За вмістом в протеїні лізину сочевиця близька до продуктів тваринного походження, в 2 – 2,5 рази перевищує злакові культури, лізину в борошні із сочевиці більше, ніж у сої. Легка розварюваність, висока поживна цінність, чудові товарні та смакові якості сочевиці зумовлюють її продовольчу цінність. Сочевиця містить значну кількість рослинних білків, які є вихідними сполуками для синтезу низки гормонів та нейромедіаторів.

Масова частка білка в сочевиці становить 24,8 %, за іншими даними кількість білка в бобах сочевиці становить до 34 %. Сочевиця багата на вітаміни і містить: E, B₁, B₂, B₆, PP, рибофлавін, тіамін, ніацин, (β-каротин та інші). Мінеральний склад представлений макроелементами: калій, кальцій, магній, фосфор, кремній, натрій, хлор та мікроелементами: алюміній, залізо, йод, ванадій, марганець, титан, цинк, мідь. З вуглеводів є крохмаль, клітковина, стахіозу, пектин, сахароза, рафіноза.

Мінімальний вміст антипоживних речовин серед бобових спостерігається у сочевиці. До складу білків сочевиці входять усі незамінні амінокислоти [9, 10, 13]. Дефіцит сірковмісних амінокислот у сочевиці усувається при комплексному використанні її разом із злаковими.

Цікаві комбіновані продукти у вигляді сумішей борошна зернових та олійних культур, зернових та бобових культур [14].

Проблема підвищення біологічної цінності борошняних кондитерських виробів передбачає вирішення низки завдань, серед яких: збільшення частки білка в продукті та покращення амінокислотного складу.

Термін "харчова, біологічна та енергетична цінність" характеризує корисність харчових продуктів залежно від їх хімічного складу і ґрунтується на особливостях метаболічних перетворень окремих харчових речовин в організмі людини.

Термін «харчова цінність продукту» – відображає повноту корисних його якостей, включаючи ступінь забезпечення фізіологічних потреб людини в основних харчових речовинах, енергію та органолептичні переваги.

Доступні для засвоєння форми, що містяться в продуктах мікроелементи, вітаміни також зумовлюють його високу харчову цінність. Харчова цінність продуктів харчування визначається їх здатністю задовольняти потреби організму людини в необхідних для зростання та розвитку органічних та мінеральних речовин та енергії для забезпечення працездатності.

Біологічна цінність характеризується амінокислотним скором, відбиває ступінь відповідності його амінокислотного складу потреб організму в амінокислотах для синтезу білка. Енергетична – енергією, що вивільняється у процесі його біологічного окислення задля забезпечення фізіологічних функцій людини.

Енергетична цінність продукту визначається вмістом в одиниці маси продукту білка, жиру, вуглеводів та органічних кислот.

Розроблено концепцію збалансованого харчування, відповідно до якої визначають харчову цінність продуктів (інтегральний скор). Інтегральний скор – це масова частка кожної харчової речовини по відношенню до їх масової частки у формулі збалансованого харчування. Вона передбачає як забезпечення організму необхідною кількістю енергії, білків, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів тощо, так і надходження цих речовин у певних збалансованих відносно один одного кількості.

Відповідно до цієї концепції для нормального перебігу фізіологічних процесів людина повинна споживати щодобово кількість їжі, достатню для виробництва енергії у розмірі від 450 до 1000 кДж, залежно від віку, статі, роботи, що виконується і так далі. При цьому їжа має бути збалансованою, повноцінною за вмістом біологічно активних сполук, тобто повинні виконуватися певні співвідношення між незамінними факторами харчування, до яких належать мікро- та макроелементи, вітаміни, амінокислоти. Так, середня добова норма споживання білка становить 80 г.

Якщо прийняти за 100 біологічну цінність яєчного білка, для білків вівса маємо 78, пшениці 62 – 67, кукурудзи 52 – 58, проса 57, гороху 49 – 51. За рахунок споживання різних продуктів з борошна та крупи людина забезпечує свої потреби у білку приблизно на 15 – 20 %, у мікроелементах на 5 – 20 % [4].

Багатий хімічний склад сочевиці, високі смакові якості та поживність, корисна дія на організм людини та невибагливість при вирощуванні визначили перспективність використання цієї рослини в харчовій промисловості як білоквмісної добавки. Мінеральний склад сочевиці є різноманітним. Мінеральні речовини виконують пластичну функцію у процесах життєдіяльності людини, обмінних процесах організму, особливо велика їх роль у побудові кісткової тканини.

Ще одним методом одержання білкових ізолятів є використання ультрафільтраційних мембран. Мембранні процеси дозволяють отримати велику кількість ізоляту, який має кращу функціональність та розчинність. У цьому вихід білка становить 80 %.

Проводилися дослідження, створені задля виявлення можливості отримання горохових концентратів методом пневмосепарування. У Канаді здійснюється промислова переробка гороху, технологія виробництва складається із сушіння гороху, його подрібнення, фракціонування у повітряному потоці.

Розроблено спосіб отримання білкових ізолятів з бавовнику, що включає лужну екстракцію (рН 8,5) та осадження білка в ізоелектричній точці (рН 4,8), вихід білка 55 – 60 %.

У Німеччині запатентований спосіб отримання білків з рослинної сировини у вигляді концентратів і напівізолятів, який відрізняється тим, що білок виділяють з екстрактів ізоелектричним осадженням на носій з фіксуванням за допомогою добавки фіксаторів і носії піддають подальшій обробці. Фіксованими добавками можуть бути органічні та неорганічні комплексоутворювачі.

Таким чином, розробці методів виділення білків із рослинної сировини приділяється велика увага. Фізична поведінка білків визначається їх амінокислотним складом, розміром молекул, конформацією білка, ступенем між-

та внутрішньомолекулярного зв'язування. Конформація білка впливає його функціональні властивості. Так, у глобулярних білках більш полярні амінокислоти орієнтовані у напрямку поверхні. Це посилює гідратацію та розчинність. Для найповнішого засвоєння організмом білкових речовин необхідно, щоб відношення їх до вуглеводів у продукті становило 1:4. У хлібі цього можна досягти введенням 20 – 30 % соєвого борошна в рецептуру, при цьому вміст білка підвищується в середньому на 65 – 70 % [14].

1.2.2 Вітамінні та мінеральні добавки, харчові волокна

Рациональне харчування населення є найважливішою умовою підтримання здоров'я нації. Масові обстеження свідчать про недостатнє вживання та все більш наростаючий дефіцит вітамінів у значної кількості населення. Нестача вітамінів та мікроелементів вже достатньо велика для того, щоб відбиватися на загальній захворюваності населення та загрожувати фізичному та інтелектуальному потенціалу нації.

Найбільш природний та ефективний спосіб профілактики та підтримки здоров'я населення – збагачення вітамінами та іншими мікронутрієнтами масових продуктів харчування (хлібобулочні, макаронні та кондитерські вироби, молочні продукти). Цим досягається:

- підвищення якості продукції;
- скорочення загальнодержавних витрат на медицину (за даними Національного інституту охорони здоров'я США одиниця вкладення у вітамінну профілактику скорочує 3 од. витрат на лікування та допомогу).

Застосування фруктових та овочевих напівфабрикатів дозволяє збагачувати вироби вітамінами, мікроелементами, харчовими волокнами та використовувати їх як натуральний харчовий барвник, створювати кондитерські вироби нового покоління [5, 7].

Пропонований підхід перебуває у руслі світових тенденцій. Не тільки в більшості розвинених, а й у багатьох країнах, що розвиваються, збагачення борошна, хлібобулочних, кондитерських, молочних продуктів вимагається

законом.

Реалізація програми дозволить населенню, не змінюючи структури харчування, забезпечити себе необхідною кількістю найважливіших вітамінів та мінеральних речовин та стимулюватиме розвиток ринку збагачених продуктів харчування та вітамінізуючих харчових добавок.

Розроблено різні технологічні прийоми використання мікродобавок. Найбільш поширені два способи внесення вітаміно-мінеральних добавок у тісто для борошняних кондитерських виробів: вітаміни попередньо змішують з сухими компонентами, або вносять у водний розчин або рідкий жир. При цьому вітаміни застосовуються не тільки для збагачення виробів, але і як стабілізатори при зберіганні.

У США та Канаді проводиться обов'язкове збагачення всього борошна цілим комплексом мікронутрієнтів – вітамінами В₂, В₆, РР, фолієвою кислотою, залізом, кальцієм, магнієм і цинком у таких кількостях, щоб 450 г борошна забезпечували рекомендовану норму споживання цих речовин (табл. 1.3).

Таблиця 4 – Вміст мікронутрієнтів у борошні, стандарти США та Канади

Вітаміни	Кількість вітамінів та мінеральних компонентів, мг/100 г					
	Стандарт		У борошні		Додається до борошна	
	США	Канада	США	Канада	США	Канада
В ₁	0,64	0,44-0,77	0,13	0,13	0,58	0,38
В ₂	0,40	0,27-0,48	0,04	0,04	0,4	0,26
РР	5,30	3,50-6,40	1,20	1,20	4,63	2,80
В ₆	0,44	0,25-0,31	0,04	0,04	0,44	0,24
Фолат	0,15	0,04-0,05	0,02	0,017	0,15	0,029
А	1,00	-	0	0	1,10	-
Fe	2,9-3,6	2,90-4,30	1,12	1,10	2,40	2,4
Ca	198,00	110-140	13,6	14,0	194,0	105,0
Zn	2,20	-	0,77	0,77	1,65	-
	44,00	150-190	25,6	22,0	24,00	140,0

Збагачення борошняних кондитерських виробів вітамінами та мінеральними речовинами доцільно та перспективно, оскільки дозволяє без будь-якої зміни

енергетичної цінності цих виробів суттєво підвищити їхню харчову, у тому числі вітамінну та мінеральну цінність. Дослідження щодо подальшого пошуку нових збагачувачів доцільні та актуальні.

Продукти з овочів містять низку цінних біологічно активних речовин: мікроелементів, вітамінів, харчових волокон [3, 7].

Останнім часом проблема залізодефіциту стає дедалі гострішою. Так, у США намагалися використовувати хліб, борошно та макаронні вироби, збагачені залізом. Однак ці заходи не привели до позитивного результату, оскільки його засвоюваність зростає у присутності аскорбінової кислоти.

Харчова цінність борошняних кондитерських виробів для дієтичного харчування, на відміну від звичайних масових, обумовлюється особливостями їх складу. Спрямована зміна харчової цінності борошняних кондитерських виробів досягається або введенням в рецептуру необхідних додаткових компонентів або виключенням небажаних.

При створенні борошняних виробів дієтичного призначення основна увага приділяється зниженню енергетичної цінності цієї групи продуктів, збільшенню вмісту таких незамінних факторів харчування як білки, вітаміни, харчові волокна. Борошняні кондитерські вироби спеціального призначення повинні відповідати медичним вимогам та мати хороші органолептичні та фізико-хімічні показники.

Харчові волокна позитивно впливають на перистальтику шлунково-кишкового тракту і припиняють розвиток таких хвороб як атеросклероз, цукровий діабет та ін. У нашій країні ведуться розробки нових сортів борошняних кондитерських виробів з підвищеним вмістом баластових речовин. При цьому використовується борошно з цільнозмеленого зерна, дроблене зерно, пшеничні та житні висівки, трави, продукти переробки фруктів та овочів [4].

Харчові волокна здатні зменшувати секрецію інсуліну, зв'язувати та виводити з організму токсичні речовини, шкідливі мінеральні сполуки та мають ще низку корисних властивостей.

Збільшення вмісту харчових волокон в борошняних кондитерських виробах можливе трьома шляхами, наприклад, овочеві, круп'яні та інші добавки. Третій –

виділення з вторинної сировини та різних нетрадиційних джерел концентратів харчових волокон та подальше використання їх при приготуванні борошняних кондитерських виробів.

Джерелом харчових волокон служать продукти рослинного походження, що у достатній кількості містять клітковину, геміцелюлозу, пектин та інші речовини вуглеводної природи, що відносяться до харчових волокон.

Ведуться роботи з раціонального використання як джерела харчових волокон пшеничних висівок. У тісто для печива можна додавати до 20 % висівок від маси борошна [4].

Як джерело харчових волокон використовують харчову мікрокристалічну целюлозу МКЦ. Включення МКЦ в рецептуру виробів, поряд з наданням виробам лікувально-дієтичних властивостей, сприяє зниженню енергетичної цінності виробів і забезпечує організм людини необхідними харчовими волокнами [13].

Основними постачальниками харчових волокон у раціоні людини є овочі. Овочі мають властивості, завдяки яким вони знайшли широке використання з метою збагачення та покращення якості виробів з тіста: вони доступні, мають високу харчову та біологічну цінність.

Досліджено можливість використання нового низькокалорійного порошку з буряка (бурякового жому) при виробництві борошняних кондитерських виробів радіонуклідів з організму людини [4].

Велика кількість харчових волокон міститься в ячмені, соєвих бобах, гороху, яблуках, картоплі, буряках. Так, в оболонці вівса міститься 90,5 % харчових волокон. З них 89 % нерозчинні, 1,5 % розчинні, у вичавках цукрових буряків відповідно 75,3 %, 50,0 % та 25,2 %. Розглянуто вплив харчових волокон на властивості тіста для печива. Зазначено, що препарати харчових волокон ППВ з гороху, яблук, цукрових буряків мають високий вміст пектинових речовин та значно підвищують водопоглинальну здатність тіста та готових виробів. Однак, внесення великих кількостей препаратів харчових волокон (ПХВ) впливає на зміну смаку і кольору готових виробів. ПХВ із зерна надають печінці смак висівок. Наведено оптимальні та максимально допустимі значення дозувань

різних ППВ при виробництві печива. Наприклад: при виробництві печива рекомендовано використовувати ПХВ з гороху в кількості 10 – 20 % від маси борошна, з яблук – у кількості 5 – 10 %, з ячменю – в кількості 20 – 50 %, з картоплі – в кількості 10 – 30 %.

Відомо, що яблучна кислота може бути джерелом енергії, крім того, надавати сприятливий вплив на обмін ліпідів, що проявляється у зниженні рівня холестерину та загальних ліпідів у крові та тканинах внутрішніх органів людини [13].

Останнім часом із складною екологічною обстановкою інтерес до цієї групи виробів значно зріс. Так, розроблено склад та технологію приготування нового печива (до складу якого входять сироватковий білковий концентрат, пшеничні висівки) з підвищеним вмістом харчових волокон, незамінних амінокислот, вітамінів [5].

Пропонується склад для приготування печива, що містить борошно, отримане шляхом подрібнення шроту кореня женьшеню. Включення до розробленої рецептури печива борошна зі шроту кореня женьшеню сприяє підвищенню харчової та біологічної цінності виробу. У запропонованому складі міститься збільшена кількість вуглеводів, про що можна судити за показником зольності на суху речовину [9].

Розроблено технологію використання підварок зі столових буряків, моркви та гарбуза для борошняних кондитерських виробів як заміну цукру [3].

Розроблено кондитерські вироби дієтичного та лікувально-профілактичного призначення з використанням продуктів переробки яблук (концентрований сік, порошок), овочів (порошки та підварки з моркви, столових буряків). Нові вироби мають високі якісні показники, що тривалий час не черствіють [5].

Проведено дослідження щодо використання яблучного порошку для виробництва кулінарних та борошняних кондитерських виробів. Яблучний порошок є природним ароматизатором, що надає виробам оригінального аромату, що дозволяє розширити асортимент виробів. Введення порошку дозволяє знизити енергоємність та калорійність готової продукції. Гігроскопічність і

вологоутримуюча здатність дозволяє використовувати яблучні порошки для продовження термінів свіжості борошняних кондитерських виробів, що уповільнює черствіння тіста [10, 16].

У зв'язку з розробкою лікувально-профілактичних харчових продуктів на основі рослинної сировини зріс інтерес до вивчення біологічних особливостей топінамбуру та інших рослин, що містять інсулін. Встановлено можливість повної заміни цукру на порошкоподібний напівфабрикат із топінамбуру, а також заміна в рецептурі печива до 15 % борошна, що надає виробам дієтичних властивостей [6].

Досліджено можливість створення нових спеціальних сортів цукрового печива підвищеної харчової цінності та зниженої калорійності за рахунок заміни цукру добавками з житнього борошна внаслідок збільшення вмісту харчових волокон та білка у цукровому печиві [14].

Аналіз літературних джерел показав, що дієтичні та лікувально-профілактичні властивості виробів можуть бути забезпечені за рахунок використання поліфункціональних добавок; у питаннях раціонального та повноцінного харчування важлива роль належить фруктам та овочам; при створенні рецептур та технологій дієтичних та лікувально-профілактичних сортів борошняних кондитерських виробів прагнуть до підвищення масової частки мінеральних та пектинових речовин, вітамінів; поглиблене вивчення складу раніше не використовуваної сировини дає можливість встановити її харчову та біологічну цінність для харчування людини; одними з найперспективніших видів нетрадиційної сировини є плодово-ягідні та овочеві порошкоподібні напівфабрикати.

1.3 Способи отримання порошкоподібних напівфабрикатів, склад, властивості та напрямки використання

Велика увага приділяється раціональному та комплексному використанню різних видів сільськогосподарської сировини у вигляді крупки, гранул, порошоків. Особливо цінні вищевказані харчові напівфабрикати для харчування дитячого

організму, що росте, так як збагачують вироби поживними речовинами (білковими, пектиновими, мінеральними, вітамінами та іншими). У сучасних екологічно несприятливих умовах і за структурою харчування (нестача білків, вітамінів, мікро- та макроелементів), що склалася в останні роки, підвищення стійкості організму до захворювань можливо забезпечити за допомогою природних захисних факторів, зокрема природних сполук, джерелом яких є овочі та фрукти, завдяки наявності у їхньому хімічному складі харчових волокон, які мають позитивний вплив на мікрофлору шлунково-кишкового тракту, прискорюють виведення з організму шкідливих та важкозасвоюваних речовин. Багатокомпонентні порошкоподібні напівфабрикати на овочевій та фруктовій основі є цінними збагачувачами кондитерських виробів.

В даний час в залежності від способу підведення тепла розрізняють: конвективну сушку, кондуктивну (або контактну), сушку термовипромінюванням (за допомогою інфрачервоних променів) та струмами високої та надвисокої частоти. При цьому досягається отримання готового продукту високої якості з максимальним збереженням харчової та біологічної цінності, смакових переваг. Вибір методу отримання порошкоподібних напівфабрикатів залежить від біохімічних, фізичних та структурно-механічних властивостей сировини, її стану при зневодненні, властивостей кінцевого продукту, економічних показників процесу.

Кондуктивний спосіб. В його основі лежить передача тепла матеріалу при зіткненні з гарячою поверхнею. Видалення водяної пари, що утворюється в ході процесу, здійснюється за допомогою повітря, що виступає в якості водопоглинача.

Сублімаційне сушіння. В його основі лежить зневоднення матеріалу у замороженому стані в умовах глибокого вакууму. Отримані продукти мають високу якість, зберігають поживні речовини, колір, але сам процес сушіння сублімації є складним і енергоємним.

Кріогенна сушка. Даний вид сушіння передбачає заморожування подрібнених фруктів у рідкому азоті, сублімаційне сушіння із застосуванням

рідкого азоту та кріогенне подрібнення.

Розпилювальне сушіння. Метод дозволяє значно інтенсифікувати процес за рахунок максимального зменшення розміру частинок речовини, що висушується. В установці створюється величезна поверхня випаровування дрібнодиспергованих крапель розчину, що дозволяє використовувати підвищені температури сушильного агента при сушінні харчових матеріалів. Важливою обставиною при виборі розпилювального методу сушіння є можливість регулювання розміру частинок, об'ємної маси, кінцевої вологості. Невисока температура матеріалу та швидке сушіння дозволяють отримувати продукт із практично повним збереженням поживних та біологічно активних речовин.

У зв'язку з попитом, що постійно зростає, на порошкоподібні напівфабрикати стоїть завдання щодо подальшого вдосконалення технології їх вироблення, створення нових способів отримання і випуску ширшого їх асортименту.

У НДІ крохмальної та спиртової промисловості розроблено спосіб та обладнання для сушіння фруктових та овочевих паст у псевдозрідженому шарі із застосуванням природних носіїв. Недоліком є труднощі розпилення м'якоти овочевої [15].

Співробітниками Одеського технологічного інституту запропоновано спосіб переробки плодової, ягідної та овочевої сировини, що дозволяє одночасно отримати розчинний та нерозчинний порошки [3].

Відомий спосіб виробництва порошкоподібних соків, згідно з яким сік попередньо концентрують до 55 – 65 %, підігрівають і подають у вакуумну камеру, де сік розподіляється тонким шаром по стрічці, що рухається. У камері підтримується тиск, що забезпечує випаровування води при низькій температурі, передбачений підведення тепла до стрічки, що рухається [16].

Створені порошкоподібні харчові продукти методом розпилювального сушіння на основі виноградного соку.

При дотриманні технологічних режимів плодови та овочеві порошкоподібні напівфабрикати зберігають всі біологічно цінні речовини, що входять до складу

сировини, а також значну частку вітамінів. Це дає можливість використання їх для отримання раціональних харчових сумішей дитячого, дієтичного та лікувального харчування.

Наведені літературні дані свідчать про різноманітність існуючих способів одержання порошкоподібних напівфабрикатів. Економічна обґрунтованість, можливість практичної реалізації в широких масштабах та ступінь збереження компонентів сировини, що зумовлюють харчову цінність, показує доцільність використання у подальших дослідженнях розпилювального сушіння фруктової та овочевої сировини у вигляді пюре з використанням різних наповнювачів.

З останніх розробок слід відзначити спосіб приготування булочних виробів з використанням ліпідно-білкових порошкоподібних продуктів з насіння амаранту та сої [4, 13].

Проведено роботи з використання порошкоподібних яблучно-патокового, яблучно-молочного напівфабрикатів у виробництві бісквітів та кексів. Встановлено, що при внесенні 26 – 32 % порошкоподібних напівфабрикатів показники якості бісквітного тіста покращуються [15].

Було розроблено рецептури цукеркових мас та вафельних начинок зниженої калорійності, збагачених біологічно цінними речовинами та баластними продуктами з використанням порошку обліпихи. Його використання дозволило значно скоротити вміст цукру, жиру, барвників, ароматизаторів без погіршення якості готових виробів [2].

Таким чином, широке використання фруктових та овочевих порошоків у харчовій промисловості свідчить про доцільність проведення подальших досліджень щодо вдосконалення сушіння з метою отримання більш технологічних порошоків та застосування їх у виробництві печива.

Висновки за розділом

На підставі всього вищевикладеного можна зробити висновок про необхідність поліпшення якості печива, вдосконалення технологічного процесу

його виробництва, вибору оптимального співвідношення основних рецептурних компонентів, створення продуктів функціонального призначення.

Метою досліджень є обґрунтування та розробка печива з додаванням нетрадиційної сировини, що дозволяє отримувати вироби зі збагаченим білковим, мінеральним та вітамінним складом.

Відповідно до поставленої мети вирішуються такі завдання:

5. Застосувати нетрадиційну сировину (сочевичне та житнє борошно) для виробництва цукрового печива.

6. Визначити показники якості цукрового печива з додаванням сочевичного борошна.

7. Визначити показники якості цукрового печива з додаванням житнього борошна.

8. Розрахувати кошторис витрат на проведення досліджень.

Об'єктом досліджень є цукрове з додаванням нетрадиційної сировини, що дозволяє отримувати вироби поліпшеної якості.

Предметом дослідження є вплив показників якості та хімічного складу нетрадиційної рослинної сировини на загальні якісні показники цукрового печива.

2 ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкти та методи дослідження

Для проведення експерименту використовували таку сировину: борошно пшеничне 1 сорту (ДСТУ ISO 6820:2004); борошно пшеничне вищого ґатунку (ДСТУ ISO 6820:2004); сочевичне борошно; борошно житнє (ДСТУ ISO 6820:2004); цукор-пісок (ДСТУ 4374:2005); яйця курячі харчові (ДСТУ 5028:2008); маргарин (ДСТУ 4465:2005); масло вершкове (ДСТУ 4399:2005); олія (ДСТУ 4492:2017); крохмаль кукурудзяний (ДСТУ 3976-2000); сіль кухонна (ДСТУ 3583:2015); крохмальна патока (ДСТУ 4498:2005).

У ході роботи застосовували такі методи дослідження: якість борошна за ДСТУ ISO 21415-1:2009.

Визначення вологості проводили у сушильній шафі методом висушування до постійної маси протягом 5 годин, при цьому щогодини підвищували температуру відповідно до 75, 83, 90, 97, 105 °С.

Визначення сухих речовин у рідких компонентах проводили рефрактометричним методом, активної кислотності – потенціометричним методом, титрованої кислотності – методом титрування [7].

Дисперсність частинок визначали мікроскопічним і гранулометричним методом. Гранулометричний аналіз являє собою статистичне дослідження розподілу частинок за розмірами.

Для визначення білкових речовин використовували модифікацію методу К'ельдаля [3]. Принцип методу полягає в окисненні амонію в слаболужному середовищі надмірною кількістю гіпохлориту, залишок якого визначається титруванням.

Вітамінний склад визначали на спектрофотометр.

Мінеральний склад напівфабрикатів визначали на спектрофотометрі.

Вивчення адгезійних властивостей тіста проводили на структурометрі. Структурометр призначений для визначення міцності та реологічних

характеристик кондитерських виробів. Після вибору режиму задаються значення початкового зусилля F_0 , швидкість V , зусилля F , до якого навантажуватиметься зразок. При досягненні F_0 починається відлік переміщення. Поточні значення F та H виводяться на індикатор. При досягненні заданого значення столик F зупиняється, під час паузи підтримується постійне зусилля. Столик рухається вниз до вихідного положення, при цьому фіксується та виводиться на індикатор зусилля відриву інструменту від зразка тіста та відповідне значення переміщення.

Якість печива визначали за органолептичними та фізико-хімічними показниками: масова частка вологи; лужність; масова частка жиру (рефрактометричним методом); намокання.

Визначення властивостей міцності печива проводили на структурометрі. Принцип визначення властивостей міцності печива при різанні аналогічний визначенню адгезійних властивостей тіста. На індикатор виводиться значення зусилля, у якому сталося руйнація, і відповідне переміщення.

Амінокислотний склад продуктів визначали на автоматичному аналізаторі амінокислот. Аналізатор служить для якісного та кількісного аналізу амінокислот методом іоннообмінної хроматографії на іонітах [36].

Органолептичні показники оцінювали за бальною системою. Оцінка проводилася за 100-бальною системою, при цьому балами обумовлені тільки вироби так званої покращеної якості. В основі цієї системи використовується п'ятибальна шкала. Для печива вибрано такі коефіцієнти значущості: форма – 3,5; поверхня – 4,5; колір – 4,0; смак та запах – 5,5; вид у зламі – 2,5.

Оцінка за кожним показником якості є вироблення бальної оцінки, виставленої дегустатором, коефіцієнт значимості даного показника, обумовленого системою. У всіх випадках зберігається 100-бальна шкала. Для 100-бальної системи: відмінна якість 100 – 90, дуже добра 89 – 80, добра 79 – 70, задовільна 69 – 41, незадовільна нижче 40 [6].

Схема проведення експериментальних досліджень приведена на рисунку 2.1.

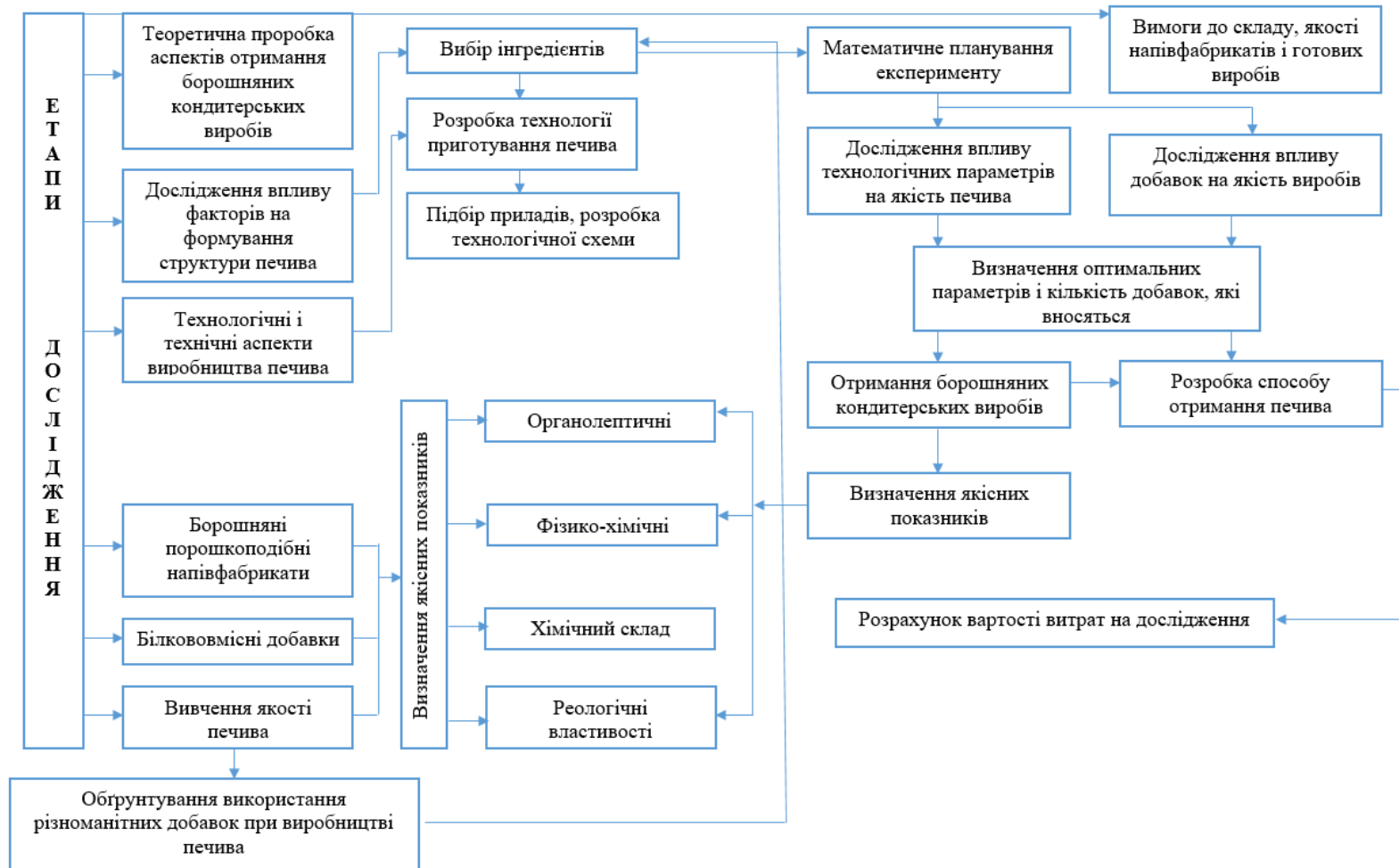


Рисунок 2.1 – Схема проведення експериментальних досліджень

Висновки за розділом

Визначено, об'єкти досліджень, охарактеризовано методи та методики проведення експериментальних досліджень, а також побудовано схему проведення досліджень.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВРЕННЯ

3.1 Використання сочевичного борошна у виробництві цукрового печива

Відповідно до концепції раціонального харчування, пшеничне борошно неблаготворно впливає на травлення, оскільки його клейковина змінює структуру щіткової кайми травного тракту – відбувається атрофія мікрворсинок, в результаті зменшується допомога ферментного шару та порушується процес всмоктування харчових речовин [13]. У силу сформованих звичок виключити з раціону харчування такий традиційний компонент як борошно просто неможливо. Негативна дія пшеничного борошна може бути компенсована додаванням сочевичного борошна (табл. 3.1).

Змішування пшеничного борошна з борошном із сочевиці здійснюють у бункері з аероднищем: аерують суміш борошна очищеним повітрям стисненим тиском 0,1 – 0,5 МПа.

Використання борошна із сочевиці дозволяє отримати борошняні кондитерські вироби вищого намокання. При замішуванні тіста з пшеничного борошна білки клейковини утворюють найтонші нитки, що зв'язують і склеюють між собою зерна зволоженого крохмалю, завдяки чому пшеничне тісто набуває пружно-пластично-в'язких властивостей, якими не має бути тісто з борошна інших злаків. Сочевичне борошно не здатне утворювати клейковину, що пов'язано з особливостями її складу та властивостями білкових речовин, що входять до неї. Нерозчинні у воді фракції білкової речовини пшеничного борошна – гліадинова та глютенінова – утворюють клейковину. Ні гліадин, ні глютенін окремо не мають характерних фізичних властивостей клейковини, властивих їй як цілого білкового комплексу. При цьому важливо відзначити, що гліадинові та глютенінові фракції клейковини пов'язані між собою нековалентними зв'язками. При додаванні в рецептуру печива сочевичного борошна знижується вміст клейковини в тісті, у цьому випадку хімічним розпушувачам легше розірвати

клейковинний каркас, виріб виходить більш пористим, розсипчастим, що дозволяє витратити мінімальну кількість хімічних розпушувачів, що допускається рецептурами на печиво.

Таблиця 3.1 – Показники якості сочевичного борошна

Показники якості	Вимоги згідно з нормативною документацією	Борошно сочевичне
1	2	3
Колір	Жовтий або жовтий із сірим відтінком	Жовтий
Запах	Властивий сочевичному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	Властивий сочевичному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не
Смак	Властивий сочевичному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий	Властивий сочевичному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не
Вміст мінеральних домішок	При розжовуванні борошна, змоченою водою, не повинно відчуватися хрускоту	Хрускіт не відчувається
Масова частка вологи, %, не більше	12,0	10,0
Вміст протеїну у перерахунку на СР, %, не менше	25,0	30,5
Масова частка золи, %, не більше	4,0	2,9
Крупність помелу: залишок на ситі із шовкової тканини №25,	5,0	4,5
Прохід через сито з шовкової тканини №35, %, не менше	60,0	68,0
Зараженість шкідниками бобових культур	Не допускається	Не виявлено

Вивчено вплив добавки, що вноситься на адгезійні властивості тіста. Необхідність вивчення адгезійних властивостей тіста викликана тим, що вони визначають характер формування тістових заготовок печива.

Зв'язок тіста з металом має дифузійний характер. Адгезія до металів може

здійснюватися внаслідок дифузії кінців або ділянок макромолекул у пори та тріщини металевої поверхні. Площа молекулярного контакту при дифузії перевищує площу номінального контакту, що призводить до більшої міцності зв'язку, ніж при простому зіткненні поверхонь. Отже, на величину адгезійної міцності істотно впливають тривалість контактування і тиск при контакті, так як дифузія буде тим інтенсивніша, чим триваліший контакт і більша величина контактної напруги.

Адгезійна міцність цукрового тіста з частковою заміною пшеничного борошна сочевичним борошном збільшується в порівнянні з контролем (рис. 3.1, 3.2), що пов'язано з участю компонентів сочевичного борошна в процесах гідратації. Ймовірно, в гідратованому стані вони мають більшу в'язкість. Тісто ліпке на дотик. Чим більша масова частка сочевичного борошна в рецептурі печива, тим більше адгезія тіста до осередків ротора. При заміні пшеничного борошна до 30 % сочевичним борошном адгезійні властивості тіста збільшуються незначно, що передбачає можливість використання існуючого обладнання для формування печива.

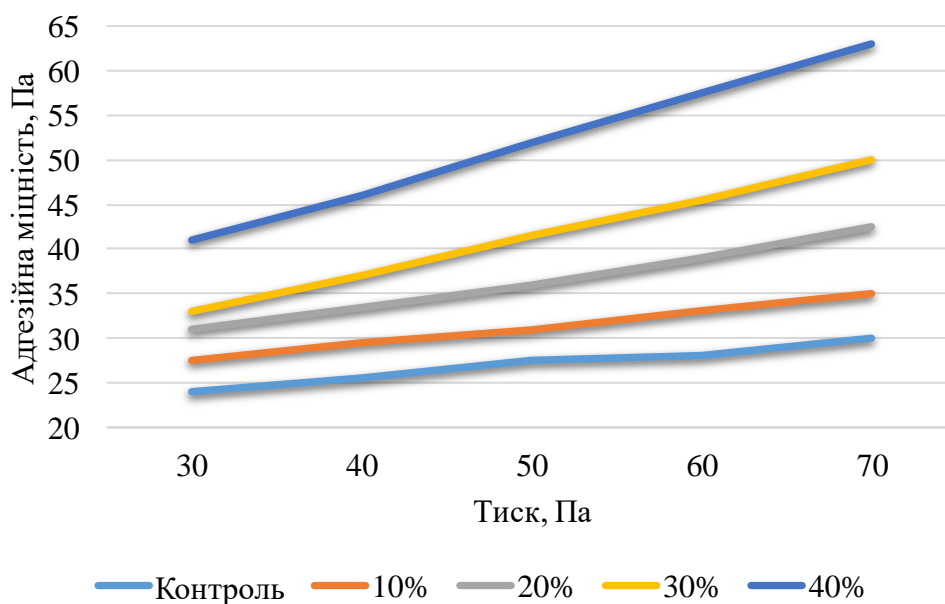


Рисунок 3.1 – Залежність адгезійної міцності тіста від величини тиску при контактуванні з додаванням сочевичного борошна, %

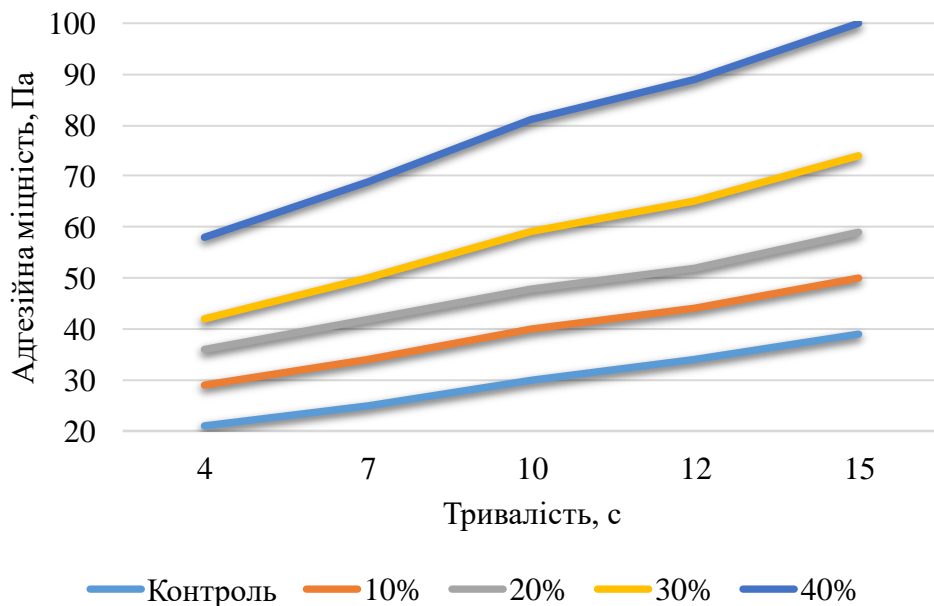


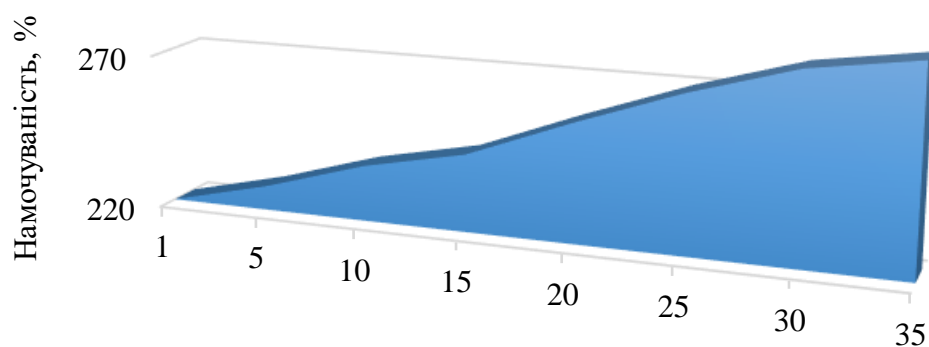
Рисунок 3.2 – Залежність адгезійної міцності тіста від часу контактування з додаванням сочевичного борошна, %
 1 – 0 % (контроль); 2 – 10 %; 3 – 20 %; 4 – 30 %; 5 – 40 %

Таким чином, для підвищення якості цукрового печива доцільно використовувати сочевичне борошно в кількості 10 – 30 % від маси борошна пшеничного (таблиця 3.2). Вироби характеризуються високими якісними показниками. Більш виражений золотисто-кремовий колір за рахунок внесення сочевичного борошна надає виробам оригінальності. Використання сочевичного борошна менше 10 % до маси пшеничного незначно позначається на поліпшенні якості цукрового печива, більше 30 % – надає виробам слабкий присмак бобових.

Основним показником якості цукрового печива є намокання, за яким можна судити про пористість виробу. При збільшенні масової частки сочевичного борошна відбувається збільшення намокання (рис. 3.3) і зниження міцності печива (рис. 3.4).

Таблиця 3.2 – Властивості цукрового печива із застосуванням сочевичного борошна

Масова частка сочевичного борошна в суміші, %	Вологість, %	Намокання, %	Лужність, град.	Смак та запах	Колір	Поверхня
Контроль	4,7 – 5,5	214 – 220	0,7	Властивий даному найменуванню печива без сторонніх запаху та присмаку	Властивий даному найменуванню печива, різних	Гладка з чітким малюнком на лицьовій стороні, не підгоріла
5	4,7 – 5,5	226 – 228	0,7			
10	4,7 – 5,5	237 – 241	0,7			
15	4,7 – 5,5	243 – 249	0,7		Більше виражений рівномірний золотисто-	Гладка з чітким малюнком, темна
20	4,7 – 5,5	255 – 261	0,7			
25	4,7 – 5,5	266 – 273	0,7			
30	4,7 – 5,5	278 – 282	0,7		Нижній присмак бобових	Коричневий
35	4,7 – 5,5	283 – 287	0,7			



Масова частка сочевичного борошна, %

Рисунок 3.3 – Діаграма зміни намокання печива від масової частки сочевичного борошна

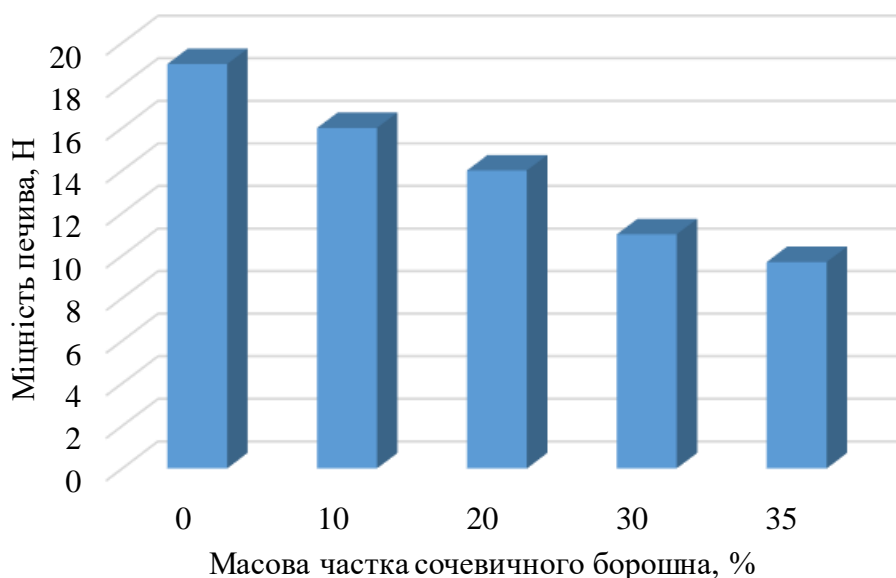


Рисунок 3.4 – Діаграма зміни міцності печива від масової частки сочевичного борошна

Якість цукрового печива регламентує ДСТУ 3781:2014 за органолептичними та фізико-хімічними показниками (табл. 3.3).

Під час зберігання цукрового печива з додаванням сочевичного борошна визначали намокання, вологість, міцність виробів (рис. 3.5, 3.6).

Протягом 2 тижнів температура в приміщенні становила 20 – 22 °С, відносна вологість повітря 70 – 73 %, в наступні 2 тижні відносна вологість повітря підвищилася до 77 – 80 %. Як видно з рисунків, протягом перших 2 тижнів відбувається збільшення намокання та зниження міцності печива (вологість виробів знизилася на 1 – 5 %), у наступні тижні зберігання намокання печива знижується, а міцність – підвищується (вологість печива підвищилася на 1 – 6 %) в результаті нестабільних умов зберігання. При цьому найбільші зміни щодо намокання, міцності та вологості відбуваються в контрольному зразку. Зі збільшенням масової частки сочевичного борошна в рецептурі печива ці зміни протікають не так помітно. У печиво з масовою часткою сочевичного борошна 30 % зміни намокання, міцності та вологості склали 0,1 – 0,3 % (практично пряма лінія на рис. 3.5, 3.6).

Таблиця 3.3 – Показники якості цукрового печива

Найменування показників	Характеристика та норма для печива за ДСТУ 3781:2014	Печиво з масовою часткою сочевичного борошна 30 %
Форма	Правильна, що відповідає даному найменуванню печива, без вм'ятин	Відповідає вимогам ДСТУ 3781:2014
Поверхня	Гладка з чітким малюнком на лицьовій стороні, не підгоріла, в зламі добре пропечена з рівномірною пористістю	Відповідає вимогам ДСТУ 3781:2014
Колір	Рівномірний, властивий даному найменуванню печива	Рівномірний, світло-коричневий
Смак та запах	Властиві даному найменуванню, без стороннього присмаку та запаху	Відповідає вимогам ДСТУ 3781:2014
Вид у зламі	Пропечене печиво з рівномірною пористістю, без порожнеч і слідів непромісу	Відповідає вимогам ДСТУ 3781:2014
Вологість, %	3,0 – 9,0	4,3 – 6,0
Масова частка загального цукру в перерахунку на СР, %, не більше	27,0	19,3
Масова частка жиру у перерахунку на СР, %	8,0 – 30,0	11,07
Лужність у град., не більше	2	0,7
Намокання, %, не менше	150	284 – 287

Білкові речовини борошна здатні поглинати і зв'язувати воду в 2,0 – 2,5 рази більше за свою масу. Основна частина води вбирається осмотично, що призводить до набухання та різкого збільшення обсягу молекул білків у тісті. З додаванням в тісто сочевичного борошна збільшується кількість білків, тим самим збільшується кількість води, пов'язаної з білковими речовинами. Цим можна пояснити, що при зберіганні печива з сочевичним борошном, зміна вологості, а отже, намокання та міцності, відбувається меншою мірою, ніж у контрольному зразку.

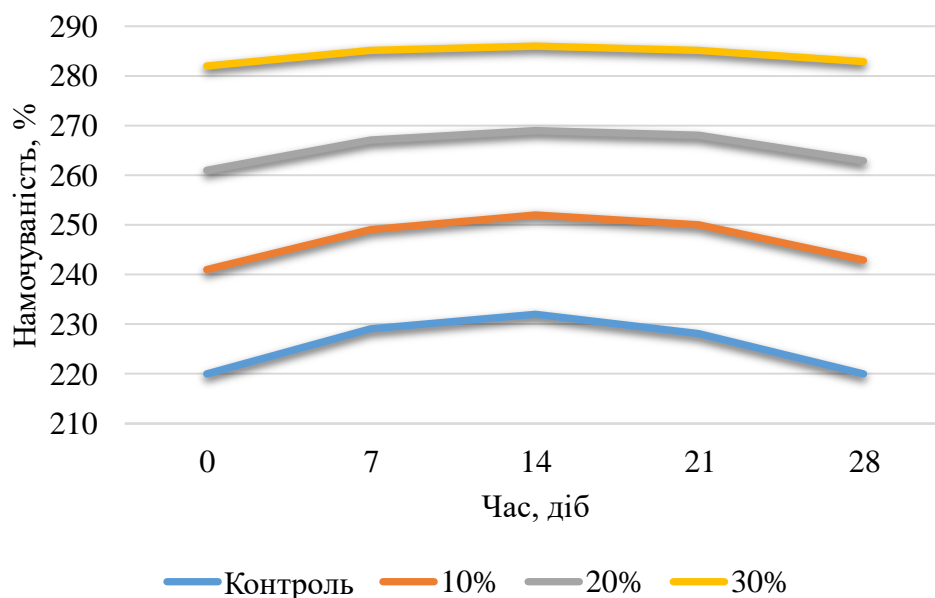


Рисунок 3.5 – Зміни намокання при зберіганні цукрового печива з масовою часткою сочевичного борошна, %

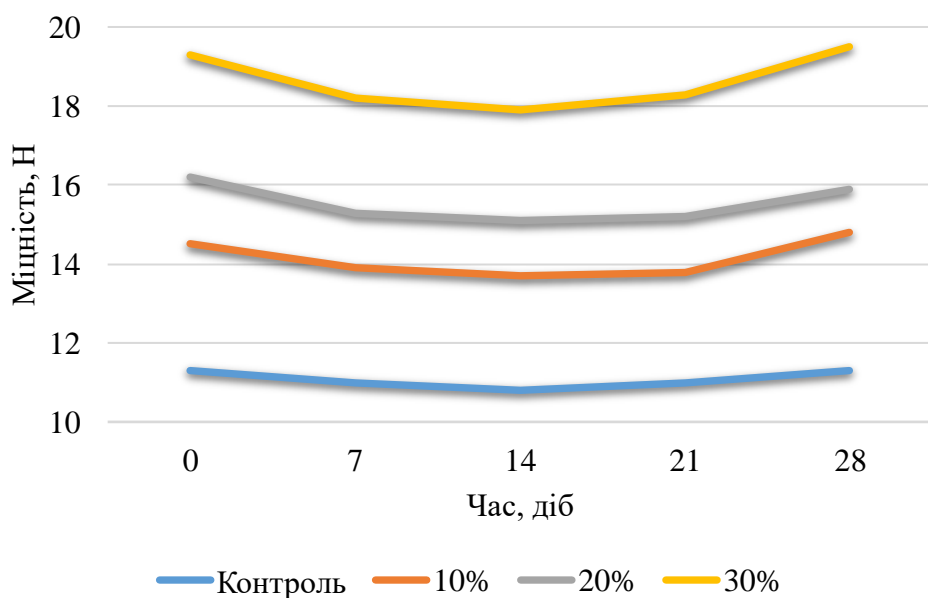


Рисунок 3.6 – Зміни міцності при зберіганні цукрового печива з масовою часткою сочевичного борошна, %

Для визначення біологічної цінності печива з сочевичним борошном досліджували амінокислотний склад контрольного печива та печива з масовою часткою сочевичного борошна 30 % (табл. 3.5). Амінокислотний склад печива з сочевицею представлений усіма незамінними амінокислотами. Про біологічну

цінність судили за розрахунковими показниками скору незамінних амінокислот [13].

Таблиця 3.4 – Амінокислотний склад сочевиці та борошна пшеничного першого сорту

Амінокислоти	Сочевиця			Борошно пшеничне 1 сорту		
	мг/100 г продукту	г/100 г білку	скор, %	мг/100 г продукту	г/100 г білку	скор, %
Валін	1270	5,29	105,8	510	4,81	96,2
Ізолейцин	1020	4,25	106,3	530	5,00	125,0
Лейцин	1890	7,88	112,6	813	7,67	109,6
Лізін	1720	7,17	130,4	265	2,50	45,5
Метіонін+Цістін	510	2,13	60,9	160	3,77	107,7
Треонін	960	4,00	100,0	318	3,00	75,0
Триптофан	220	0,92	92,0	120	1,13	113,0
Фенілаланін+тирозин	2030	8,56	141,0	580	8,30	138,3
Аланін	1040	4,33	-	359	3,39	-
Аргінін	2050	8,54	-	500	4,72	-
Аспарагінова кислота	2870	11,96	-	411	3,88	-
Гістидин	710	2,96	-	220	2,08	-
Глицин	1030	4,29	»	384	3,62	-
Глутамінова кислота	3950	16,46	-	3220	30,38	-
Пролін	1050	4,38	-	1050	9,91	-
Серін	1250	5,21	-	454	4,28	-
Загальна маса амінокислот	23570	98,23	-	10434	98,44	-

Амінокислотний скор обчислювали за формулою як відношення кількості кожної незамінної амінокислоти в випробуваному білку до кількості цієї ж амінокислоти в гіпотетичному білку з ідеальною амінокислотною шкалою:

$$AC (\%) = [A_{kj} / A_{kc}] 100 \quad (3.1)$$

де AC – амінокислотний скор;

A_{kj} – вміст певної амінокислоти у випробуваному білку;

A_{kc} – вміст тієї ж амінокислоти в ідеальному білку.

Експерти вважають, що 1 г «ідеального» білка містить (в мг) таку кількість незамінних амінокислот: ізолейцину – 40, лейцину – 70, лізину – 55, сірковмісних сполук у сумі – 35, ароматичних сполук – 60, триптофану – 10, валіну – 50 [1, 4]. Біологічну цінність білка характеризує відношення лейцину та ізолейцину. Відношення лейцину та ізолейцину має прагнути до 1,8.

В ідеальному білку амінокислотний скор кожної незамінної амінокислоти приймається за 100 %. Лімітуючою біологічну цінність амінокислотою вважається та, скор якої має найменше значення.

Таблиця 3.5 – Склад і вміст амінокислот білка цукрового печива

Амінокислота	Контроль		Печиво з масовою часткою сочевичного борошна 30 %	
	мг/100 г продукту	% від суми	мг/100 г продукту	% від суми
Незамінні:				
Ізолейцин	348	3,7	422	3,6
Лейцин	589	6,3	725	6,2
Лізін	435	4,6	692	5,9
Метіонін + цистин	414	4,4	483	4,1
Фенілаланін+тирозин	780	8,3	1032	8,9
Триптофан	159	1,7	174	1,5
Треонін	240	2,6	338	2,9
Валін	456	4,9	597	5,1
Замінні:				
Аланін	304	3,2	398	3,5
Аміак	654	7,0	796	6,8
Аргінін	550	5,9	705	6,0
Аспарагінова кислота	475	5,1	825	7,1
Глютамінова кислота	1971	21,1	2172	18,6
Гліцин	357	3,8	481	4,1
Гістидін	364	3,9	418	3,6
Пролін	999	10,7	1090	9,3
Серін	260	2,8	328	2,8
Всього	9355	100	11676	100

Цукрове печиво, збагачене білковими добавками, має підвищену біологічну цінність: вміст білка в печиві з сочевичним борошном на 24,8 % більше, ніж у

контрольному печиві. Слід виділити збільшення незамінної амінокислоти лізину в печиво з сочевичним борошном на 59 % порівняно з контролем.

3.2 Використання житнього борошна у виробництві цукрового печива

З житнього борошна клейковина при замісі тіста у звичайних умовах не відмивається, оскільки властивості житнього тіста визначають розчинені у воді колоїдні речовини білкового та вуглеводного походження, серед яких рослинні слизи, що перешкоджають формуванню пов'язаної клейковини.

Виходячи з вищесказаного, замінюючи пшеничне борошно житнє, знижується вміст клейковини в тісті, як і у випадку з сочевичним борошном, хімічним розпушувачам легше розірвати клейковинний каркас, вироби виходять більш пористими.

Властивості житнього борошна оцінюються в основному станом вуглеводно-амілазного комплексу, що пов'язано з великим технологічним значенням таких відмінностей житнього борошна від пшеничного, як більший вміст власних цукрів, знижена температура клейстеризації крохмалю.

При оцінці якості житнього обдирного борошна визначали його органолептичні та фізико-хімічні показники на відповідність ДСТУ 8791:2018 (табл. 3.6).

Досліджували властивості печива із заміною пшеничного борошна житнімо (10 – 100 %). Отримано такі закономірності: намокання цукрового печива збільшується зі збільшенням масової частки житнього борошна, вироби гарної якості (табл. 3.7).

Максимальне намокання печива досягається при повній заміні пшеничного борошна житнім. Вироби виходять більш крихкими та пористими. Це можна пояснити особливостями хімічного складу житнього борошна.

Таблиця 3.6 – Показники якості житнього борошна

Показники якості	Вимоги	Борошно житнє обдирне
Колір	Сірувато-білий із вкрапленнями частинок оболонки	Сірувато-білий із вкрапленнями частинок оболонки
Запах	Властивий житньому борошну, не затхлий, не пліснявий, без сторонніх запахів	Властивий житньому борошну, не затхлий, не пліснявий, без сторонніх запахів
Смак	Властивий житньому борошну, без сторонніх присмаків	Властивий житньому борошну, без сторонніх присмаків
Вологість, %	15,0	14,0
Зольність, % на СР	1,45	1,43
Крупність помелу, % залишок на шовковому ситі № 45, не більше	1,8	2,0
Прохід через шовкове сито № 38, не менше	60,0	67,0
Металомагнітна домішка, мг на 1 кг борошна	3,0	1,7
Вміст мінеральних домішок	При розжовуванні хрусту не повинно відчуватися	Відсутні
Зараженість шкідниками хлібних злаків	Не допускається	Не виявлено

Визначали міцність (зусилля при різанні) печива. Зі збільшенням кількості житнього борошна міцність печива зменшується (рис. 3.7, 3.8).

Протягом всього процесу приготування борошняних кондитерських виробів спостерігається прилипання напівфабрикатів до робочих поверхонь машин. Оптимальна величина липкості сприяє деяким процесам механічної обробки, а надлишкова – перешкоджає транспортуванню тіста, формуванню тістових заготовок та іншим прийомам обробки.

Таблиця 3.7 – Вплив кількості житнього борошна на якість цукрового печива

Кількість житнього борошна, %	Вологість, %	Намокання, %	Смак та запах	Колір	Поверхня
контроль	4,7	220,1	Властивий даному печиву, без сторонніх запаху і присмаку	Властивий даному найменуванню печива різних відтінків у зламі світло-сірий відтінок	Гладка з чітким малюнком на лицьовому боці, не підгоріла
10	4,7	227,4			
20	4,7	231,2			
30	4,6	233,6			
40	4,7	236,5			
50	4,7	238,1			
60	4,6	240,4			
70	4,6	241,7			
80	4,5	242,8			
90	4,6	243,1			
100	4,5	244,8			

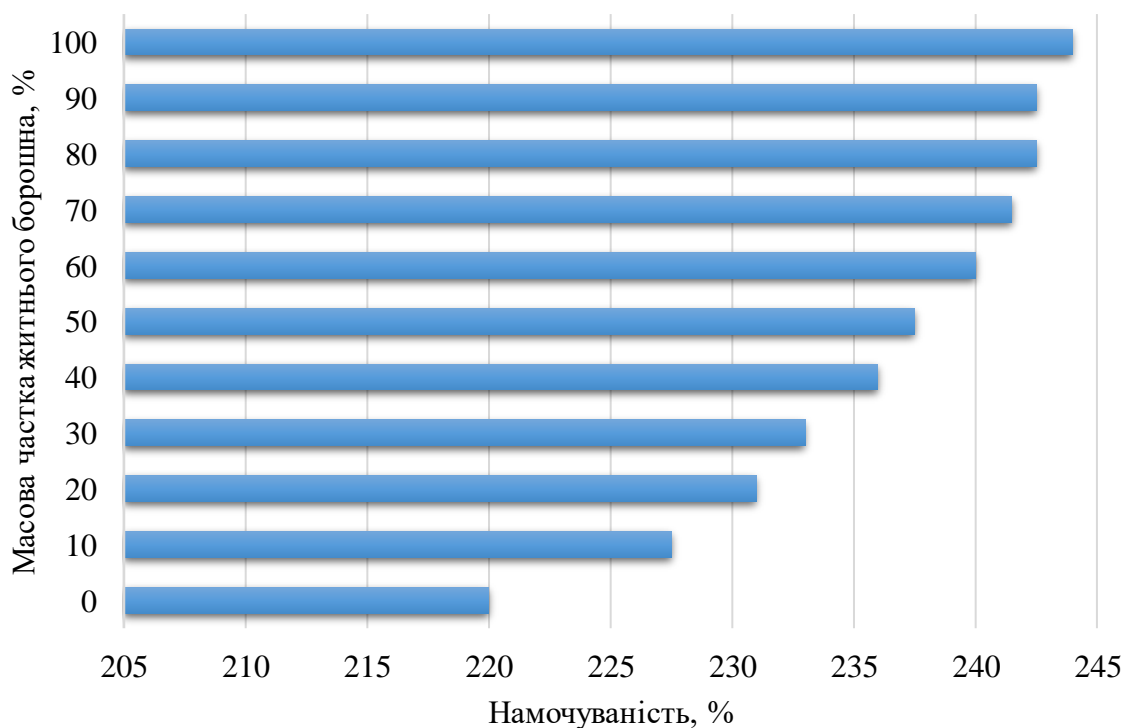


Рисунок 3.7 – Діаграма зміни намоцуності печива від масової частки житнього борошна

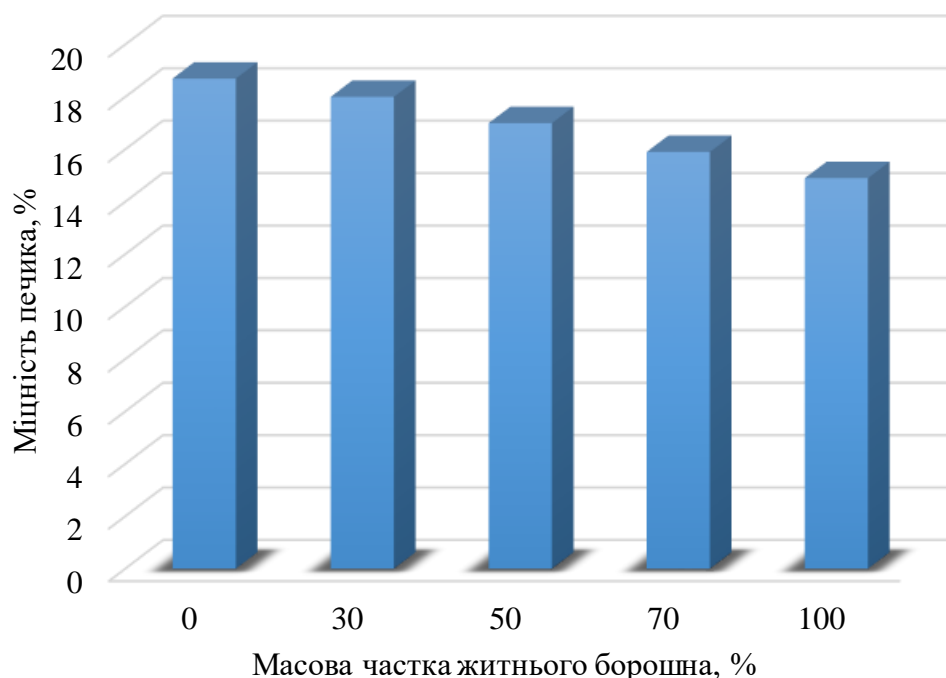


Рисунок 3.8 – Діаграма зміни міцності печива від масової частки житнього борошна

Вивчення адгезійних властивостей з додаванням житнього борошна показало незначне збільшення адгезійної міцності житнього тіста в порівнянні з пшеничним (рис. 3.9, 3.10), серед яких особливу роль відіграють рослинні слизи, які перешкоджають формуванню пов'язаної клейковини і надають специфічні властивості клейковинним білкам жита, гідроліз слизу утворюють пентозани (арабінозу та ксилозу).

Спробували експериментально підтвердити існуючі в літературі думки про позитивний вплив житнього борошна на уповільнення процесу черствіння. Як контроль у цій серії дослідів використовували печиво «Шахове». Про перебіг процесу судили щодо зміни намокання, вологості та міцності печива через певні проміжки часу (рис. 3.11, 3.12). За аналізами результатів можна дійти невтішного висновку, що у контролі під час зберігання протягом 1 місяця намокання знизилося на 5 – 6 %, тоді як у печива з урахуванням житнього борошна вона мало змінювалася, також можна сказати про вологість виробів та його міцність.

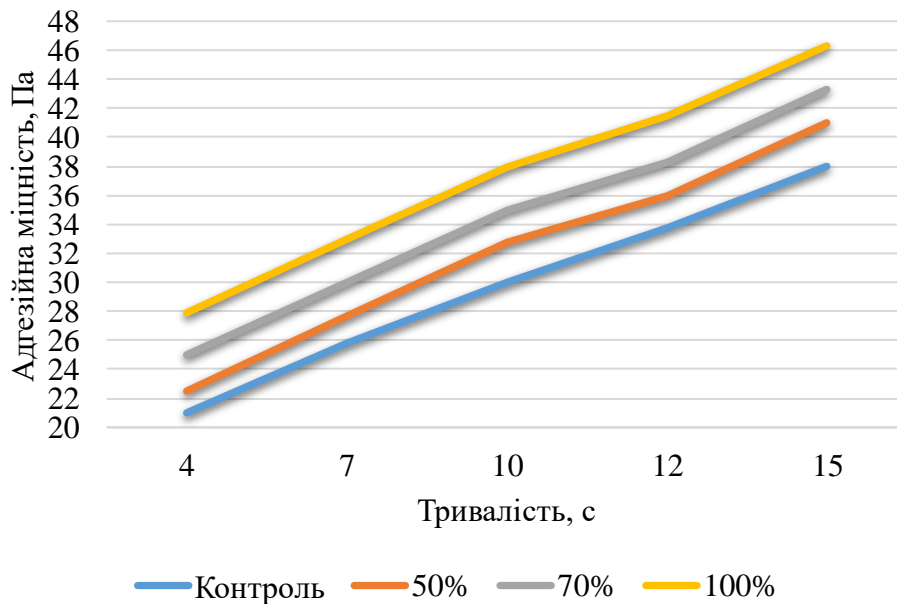


Рисунок 3.9 – Залежність адгезійної міцності тіста від тривалості контактування з додаванням житнього борошна, %

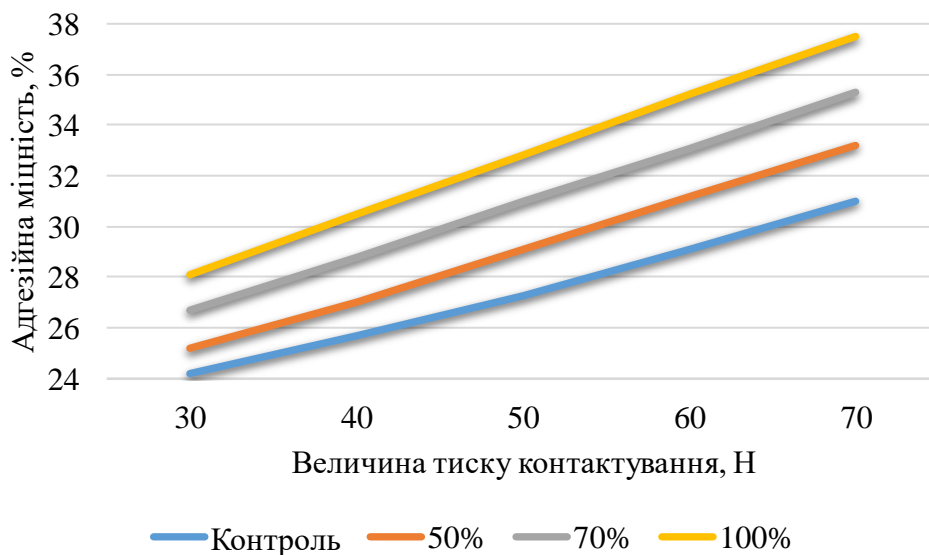


Рисунок 3.10 – Залежність адгезійної міцності тіста від величини тиску контактування з додаванням житнього борошна, %

Результати проведених досліджень підтвердили правильність вибору рецептури. Було отримано нове оригінальне цукрове печиво, що має гарні органолептичні, фізико-хімічні показники. Енергетична цінність 100 г печива з житнього борошна становить 392,1 ккал.

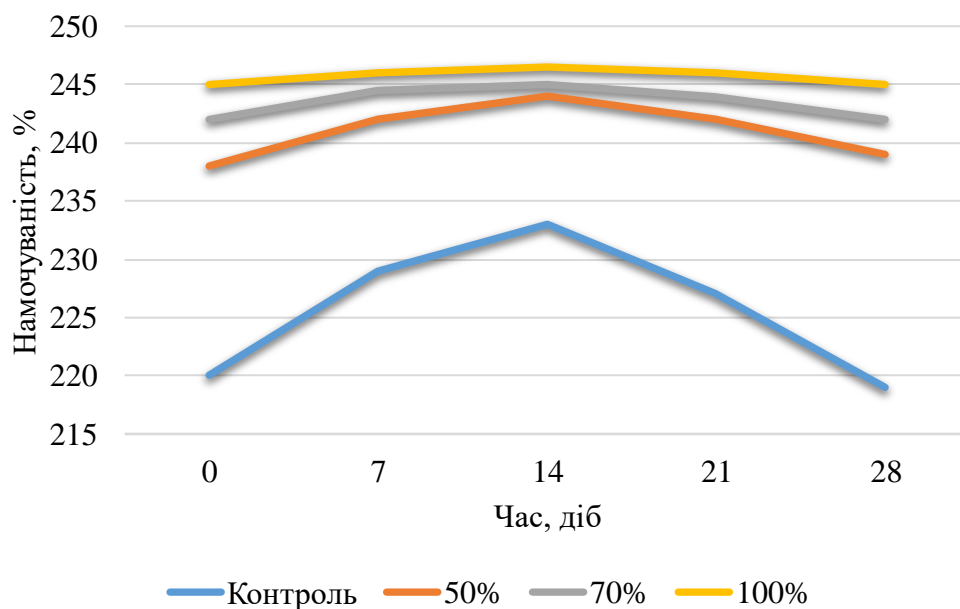


Рисунок 3.11 – Зміни намокання печива при зберіганні з масовою часткою житнього борошна, %

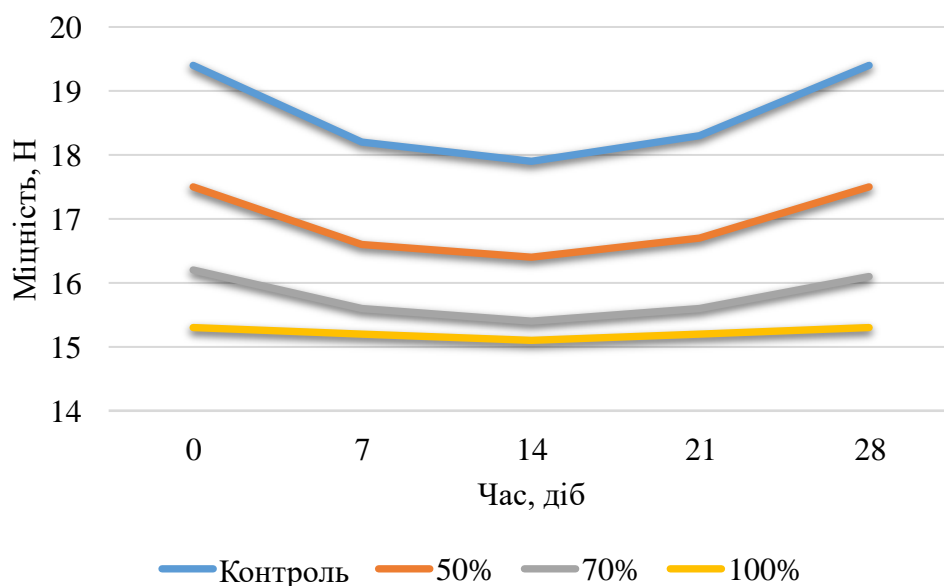


Рисунок 3.12 – Зміни міцності печива при зберіганні з масовою часткою житнього борошна, %:

Якість борошняних кондитерських виробів регламентує ДСТУ 3781:2014 за органолептичним та фізико-хімічним показниками (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Показники якості цукрового печива

Найменування показників	Характеристика та норма для печива за ДСТУ 3781:2014	Печиво з житнього борошна
Форма	Правильна, що відповідає даному найменуванню печива, без вм'ятин	Відповідає вимогам ДСТУ 3781:2014
Поверхня	Гладка з чітким малюнком на лицьовій стороні, не підгоріла, в зламі добре пропечена з рівномірною пористістю	Відповідає вимогам ДСТУ 3781:2014
Колір	Рівномірний, властивий даному найменуванню печива	Рівномірний
Смак та запах	Властиві даному найменуванню, без стороннього присмаку та запаху	Відповідає вимогам ДСТУ 3781:2014
Вид у зламі	Пропечене печиво з рівномірною пористістю, без порожнеч і слідів непромісу	Відповідає вимогам ДСТУ 3781:2014
Вологість, %	3,0 – 9,0	4,5
Масова частка загального цукру в перерахунку на СР, %	27,0	20,1
Масова частка жиру у перерахунку на СР, %	8,0 – 30,0	10,96
Лужність у град., не більше	2	0,7
Намокання, %, не менше	150	245

Висновки за розділом

Встановлено особливості адгезійних характеристик тіста, що містить сочевичне, житнє борошно, можливість використання традиційного апаратурного оформлення ділянки формування тіста.

Вибрана масова частка добавки, що вноситься, що забезпечує високі якісні показники готових виробів (30 % сочевичне борошно, до 100 % житнього борошна).

Підвищена біологічна цінність цукрового печива за рахунок використання добавок, що вносяться, % відповідно більше, ніж у контрольному печиві.

Збільшено термін зберігання цукрового печива завдяки токоферолам, якими багате житнє борошно.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Розробка карти безпеки праці

Карта безпеки праці для виробництва цукрового печива є важливим документом, який визначає основні правила та заходи щодо забезпечення безпеки працівників. Ключові аспекти такої карти безпеки приведені на рисунку 4.1.

Карта безпеки праці під час виробництва цукрового печива	
1 Загальні положення	Дотримуватись правил внутрішнього розпорядку та інструкцій із безпеки праці. Носити спеціальний одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту (захисні рукавички, фартухи, головні убори). Перевіряти справність обладнання перед початком роботи.
2 Робота з обладнанням	Використовувати лише справне технологічне обладнання (тістомісильні машини, печі, ножі, ваги тощо). Перед увімкненням обладнання перевіряти стан електричних з'єднань та захисних пристроїв. Не торкатись рухомих частин обладнання під час роботи.
3 Техніка безпеки на виробничій ділянці	Забезпечити чистоту та порядок на робочому місці. Не допускати скупчення сторонніх предметів біля печей, електроплит та інших нагрівальних приладів. Уникати розливання олії, води та інших рідин на підлогу, щоб запобігти ковзанню.
4 Робота з хімічними речовинами	Зберігати миючі засоби та дезінфектори у спеціально відведених місцях. Використовувати захисні рукавички під час роботи з хімічними засобами.
5 Вимоги до освітлення та вентиляції	Забезпечити достатній рівень освітлення на робочому місці. Підтримувати належну вентиляцію для уникнення перегріву приміщень.
6 Перша допомога	У разі отримання травми повідомити керівника та звернутися до медичного пункту. Вміти надавати першу допомогу при порізах, опіках чи інших ушкодженнях.
7 Пожежна безпека	Не залишати ввімкнене обладнання без нагляду. Знати місцезнаходження вогнегасників та вміти ними користуватись. У разі пожежі повідомити відповідну службу за номером 101.
8. Завершення роботи	Вимкнути все обладнання. Очистити робоче місце та утилізувати відходи згідно з інструкціями. Перевірити, чи не залишилися ввімкненими нагрівальні прилади або інше обладнання.

Рисунок 4.1 – Карта безпеки праці під час виробництва борошняних кондитерських виробів

Ця карта має бути розміщена у доступному місці, а персонал повинен бути ознайомлений з її положеннями під час інструктажів.

4.2 Утилізація відходів кондитерського та хлібопекарного виробництва

Утилізація відходів кондитерського та хлібопекарного виробництва є важливим аспектом екологічно стійкої діяльності та мінімізації впливу на довкілля. Основні методи утилізації відходів у хлібопекарній галузі включають:

1. Використання як корм для тварин. Хлібні відходи (крихти, залишки та нерозпродана продукція) можуть використовуватися як поживний компонент корму для сільськогосподарських тварин, особливо для свиней та великої рогатої худоби. Це знижує витрати на інші корми і запобігає утворенню зайвих харчових відходів.

2. Виробництво біогазу. Хлібопекарські відходи, такі як залишки тіста, черствий хліб, можуть бути перероблені в біогаз на спеціальних біогазових установках. Біогаз є відновлюваним джерелом енергії, що може бути використано для виробництва тепла або електроенергії.

3. Компостування. Хлібні залишки можна компостувати для виробництва добрив. Компост із хлібопекарських відходів збагачує ґрунт органічними речовинами і корисними мікроелементами, що підвищує його родючість.

4. Ферментація для отримання спирту. Відходи, які містять дріжджі та цукри, можна переробляти шляхом ферментації для отримання етанолу (спирту). Цей етанол може бути використаний у виробництві біопалива або в харчовій та фармацевтичній промисловості.

5. Виробництво кормових дріжджів. Завдяки наявності дріжджів у відходах хлібопекарного виробництва, їх можна використовувати для виробництва кормових дріжджів. Це джерело високоякісного білка для тварин, особливо корисного у годівлі худоби та птиці.

6. Переробка у нову продукцію. Черствий хліб можна перетворити на панірувальні сухарі чи використовувати як компонент для випічки нових

продуктів, таких як хлібні палички чи сухарі.

7. Термінова утилізація. Якщо відходи не підлягають переробці, їх можна утилізувати на спеціалізованих полігонах для харчових відходів або в інсинераторах з мінімальним шкідливим впливом на довкілля.

Ефективне управління відходами хлібопекарного виробництва допомагає знизити їх вплив на екологію та оптимізувати витрати, а також сприяє створенню циркулярної економіки у харчовій промисловості.

Висновки за розділом

Була розроблена карта безпеки для операторів лінії виробництва цукрового печива та визначені шляхи та методи утилізації відходів хлібопекарного та кондитерського виробництва.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація проведення дослідження

Перелік робіт, що включає етапи дослідження технологічних параметрів процесу виробництва цукрового печива із додаванням сочевичного та житнього борошна, представлений у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1-2	Вибір запропонованого напрямку наукових досліджень	1
2-3	Літературний пошук та написання літературного огляду	7
3-4	Розробка послідовності науково-дослідних робіт	3
4-5	Розробка методик проведення наукових досліджень	5
5-6	Підготовка дослідних зразків сировини	3
6-7	Підготовка дослідного устаткування	3
7-8	Дослідження впливу сочевичного борошна на фізико-хімічні та показники якості цукрового печива	15
7-9	Дослідження впливу житнього борошна на фізико-хімічні та показники якості цукрового печива	15
8-10	Обробка даних експериментальних дослідження	10
9-10		
10-11	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	7
Всього		69

Отже, для виконання всіх завдань та реалізації цілей магістерської роботи знадобиться 69 днів.

5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

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

де m_1 – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

В таблиці 5.2 наведено результати розрахунку витрат на матеріали.

Таблиця 5.2 – Кількість та вартість основних матеріалів

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Борошно пшеничне, кг	10	45,80	458,00
Борошно сочевичне, кг	5	50,00	250,00
Борошно житнє, кг	10	48,00	480,00
Всього			1188,00

Заробітна плата осіб, які брали участь у дослідженнях, представлена в таблиці 5.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньочасовий заробіток, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
Дипломний керівник	8300	49,41	15	741,15
Всього				741,15

Нарахування на заробітну плату розраховують за формулою:

$$H = \frac{741,15 \cdot 22}{100} = 163,05 \text{ грн.}$$

Витрати на спожиту електроенергію розраховуються за наступною формулою:

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

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на просіювання борошна:

$$E_{прос} = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 4,68 = 20,22 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на приготування тіста та випікання печива:

$$E_{пек} = 3,4 \cdot 0,9 \cdot 48 \cdot 4,68 = 687,40 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на комп'ютер:

$$E_{комп} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 112 \cdot 4,68 = 424,57 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{заг} = E_{прос} + E_{пек} + E_{комп} = 20,22 + 687,40 + 424,57 = 1129,19 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію обладнання визначаються за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (5.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.;

Φ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.

Результати обчислень витрат на амортизацію представлені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати обчислень витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Устаткування для просіювання борошна	5500,00	15	1	2,26
Устаткування для приготування тіста та випікання напівфабрикатів	44440,00	15	6	109,57
Персональний комп'ютер	11000,00	24	14	101,26
Всього				213,43

Накладні витрати пов'язані з проведенням досліджень складають:

$$\frac{(741,15 \cdot 80)}{100} = 592,92 \text{ грн.}$$

В таблиці 5.5 наведено кошторис витрат на проведення дослідження.

Таблиця 5.5 – Зведений кошторис витрат

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	1188,00
Заробітна плата	741,15
Нарахування на заробітну плату	163,05
Електроенергія	1129,19
Амортизація	213,43
Накладні витрати	592,92
Всього	4027,74

Згідно аналізу, найбільшу частку витрат становлять основні матеріали та електроенергія.

5.3 Розрахунок вартості дослідження

Ціна досліджень визначається за формулою:

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

де $Ц$ – розрахункова ціна дослідження, грн.;

C – розрахункові витрати дослідження, грн.;

P – рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 4027,74 + \frac{30 \cdot 4027,74}{100} = 5236,06 \text{ грн.}$$

Розрахункова ціна досліджень складає 5236,06 грн.

Висновки за розділом

Основні статті витрат під час дослідження включають витрати на основні матеріали та витрати на спожиту електроенергію, які становлять 1188,00 грн і 1129,19 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 5236,06 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Досліджено процес структуроутворення цукрового тіста та вплив масової частки вологи, цукру, жиру на питому роботу замісу та формування цукрового тіста, методом оптимізації обрано: вологість цукрового тіста – 17,7 %, масова частка жиру та цукру відповідно 28 та 21 кг/100 кг борошна.

2. Науково та експериментально обґрунтовано можливість підвищення біологічної цінності печива за рахунок використання сочевичного борошна та житнього. Печиво, збагачене білковими добавками, має підвищену біологічну цінність: вміст білка в печиві з сочевичним борошном і печиво з продуктом екструдювання на 24,8 % і на 13,6 % відповідно більше, ніж у контрольному печиві, біологічна цінність – на 13,4 % та 9 %.

3. Розроблено технологію виробництва цукрового печива з масовою часткою сочевичного борошна 30 %, житнього обдирного борошна 100 %. Досліджено основні властивості цукрового тіста та печива, вивчено вплив сочевичного, житнього борошна на питому роботу замісу та формування цукрового тіста.

4. Була розроблена карта безпеки для операторів лінії виробництва цукрового печива та визначені шляхи та методи утилізації відходів хлібопекарного та кондитерського виробництва.

5. Основні статті витрат під час дослідження включають витрати на основні матеріали та витрати на спожиту електроенергію, які становлять 1188,00 грн і 1129,19 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 5236,06 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кравчук Т.В. Натуральні вітамінізовані продукти швидкого приготування. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 44 (2) (2013): 41-45.
2. Ощипок І.М., Онишко Л.Й. Збагачення харчової сировини інгредієнтами для створення продуктів здорового харчування. Вісник ЛТЕУ. Технічні науки 22 (2019): 44-51.
3. Медведєва А. О. Технологія борошняних кондитерських виробів з використанням соєвої пасти : дис. ... канд. техн. наук. Київ, 2000.
4. Пат. на корисну модель 36829 Україна, МПК А21D 13/08 (2008.01). Спосіб виробництва сирцевих пряників / Козлов Г. Ф., Бондарєва Г. Б. ; власник Одес. нац. акад. харч. технологій. - № u200806600 ; заявл. 15.05.08 ; опубл. 10.11.08, Бюл. № 21.
5. Офіційний сайт компанії ТОВ «Кріоліт-Д» в мережі Internet. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ukrslasti.com.ua/>
6. 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>.
7. 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
8. В.Ф. Петько, О.І. Гапонюк. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв. – К: Центр учбової літератури, 2007. 432с.
9. 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>
10. ДНАОП 15.8-1.14-97 Правила безпеки для кондитерського виробництва.

11. <https://www.promland.com.ua/>.
12. <https://westudents.com.ua/>.
13. <https://medovik.com.ua/ua/statti/virobnitstvo-pryanikiv.html>.
14. https://pidru4niki.com/13111013/tovaroznavstvo/pryanikovi_virobi.
15. Пахомська О.В. Науковий підхід до створення хлібобулочних виробів функціонального призначення. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 2019, 25, № 2: 276 – 283.
16. Патент на корисну модель № 86853, МПК (2014.01) A21D 8/00. Ж Спосіб отримання хлібобулочних виробів профілактичного призначення / О. В. Бортнічук, В. Ф. Доценко, А. В. Гавриш; заявник – Національний університет харчових технологій. – № u201309456; заявл. 29.07.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1.
17. Дубініна А.А., Летута Т.М., Янчева М.О., Бондаренко В.Ф., Віннікова В.О., Круглова О.С. Товарознавство продуктів функціонального призначення: навч. посібник. Х. : ХДУХТ, 2015. 189 с.
18. Губеня В.О. Технологія хлібобулочних виробів антианемічного призначення для закладів ресторанного господарства : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.16 «Технологія харчової продукції» / Губеня Вячеслав Олександрович ; НУХТ. – К., 2017. – 23 с.
19. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник : навч. посіб. / 2-е вид., перероб. і допов. Київ, 2019. 580 с.
20. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 544с.
21. 2. Капрельянц Л.В. Функціональні продукти / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іоргачова. – Одеса. Видавництво: 2003, – 116 с.
22. Українець А.І. Технологія оздоровчих харчових продуктів / А.І. Українець, Г.О. Сімахіна – К.:НУХТ, 2009. – 52с
23. Жукова В.Ф., Тарасенко В.Г. Поліпшення якості кондитерських виробів за рахунок використання нетрадиційної сировини. Інновації та технології в сфері послуг і харчування. № 1 – 2 (3 – 4) (2021).

24. Назар М.І. Удосконалення технології хлібобулочних виробів, збагачених харчовими волокнами : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16. Київ, 2018. 22 с.

25. Лабораторний практикум з технології хлібопекарного та макаронного виробництва [Текст]: навч. посібник / В.І. Дробот, Л.Ю. Арсенєва, Білик Л.Ю. та інш.. - К: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.

26. Мітров Г.Г. Досвід, проблеми і перспективи світового та національного виробництва бездріжджових хлібобулочних виробів / Г.Г. Мітров, В.В. Лизак; наук. кер. Т.Є. Лебеденко // Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів / Одес. нац. акад. харч. технологій; гол. ред. Б.В. Єгоров, заст. гол. ред. Л.В. Капрельянц, Н.М. Поварова, відп. ред. Г.М. Станкевич. Одеса: ОНАХТ, 2016. – с. 214 – 215 :

27. Kovaliova O, Pivovarov O, Vasylieva N, Koshulko V. Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions. Food science and technology.2022;16(4):64-76. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i4.2542>

28. Kamiloglu, S., Ozkan, G., Isik, H., Horoz, O., Van Camp, J., & Capanoglu, E. (2017). Black carrot pomace as a source of polyphenols for enhancing the nutritional value of cake: An in vitro digestion study with a standardized static model. Lwt, 77, 475 – 481.

29. H.S. Kim et al. A study on quality characteristics and optimized recipe of muffin with added acai berry powder Journal of the Korean Society of Food Culture (2016)

30. Pekmez Hatice; YILMAZ, Betül BAY. Quality characteristics and antioxidant properties of bread incorporated by black carrot (*Daucus carota* ssp. *Sativus* var. *Atrorubens* alef) fiber. Gıda, 2020, 45.2: 2902-298.

31. Misra N, Yadav SK. 2020. Extraction of pectin from black carrot pomace using intermittent microwave, ultrasound and conventional heating: Kinetics, characterization and process economics. Foodhydrocolloids.102:105592

32. Cho MR, Chung HJ. Quality characteristics and antioxidant activity of cookies made with black carrot powder. J Korean Soc Food Cult. 2019. 34:612-619.

33. Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Development of eggless gluten-free rice muffins utilizing black carrot dietary fibre concentrate and xanthan gum. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 1269-1278.
34. Elgeti, D., Jekle, M., & Becker, T. (2015). Strategies for the aeration of gluten-free bread -A review. *Trends in Food Science & Technology*, 46, 75–84.
35. Обеснюк, О. О. Хлібобулочні вироби функціонального призначення. ББК 65.9 (4укр)-55 Н 35, 2015, 59.
36. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Сучасні методи інтенсифікації солодощів: монографія. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. 242 с.
37. Лисюк, Г. М., Олійник, С. Г., Самохвалова, О. В., & Кучерук, З. І. (2009). Нові технології хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів спеціального призначення. Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій], (36 (1)), 114-117.
38. Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання. Загальні технічні умови: ДСТУ – П 4588:2006. - [Чинний від 2006 - 01 -23]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006 – 27 с. - (Національні стандарти України).
39. Пахомська, О. В. Перспективи розширення асортименту хліба та хлібобулочних виробів України. In: Соціально-політичні, економічні та гуманітарні виміри європейської інтеграції України: зб. наук. пр. VIII Міжнар. наук.-практ. конф. 2021. р. 229.
40. Гріщенко А.В. Напрями інноваційного розвитку хлібопекарних підприємств України. Економічні та соціальні аспекти розвитку України на початку XXI століття. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції 19-20 жовтня 2021 року. Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2021.–369 с. У матеріалах конференції знайшли відображення економічні та, 2021, 337.
41. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. *Food Science and Technology*. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>

42. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko, V. Disinfection of marketable eggs by plasma-chemically activated aqueous solutions. *Food Science and Technology*. 2022. 16(1). P. 101-111. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i1.2289>
43. Kovaliova O., Pivovarov O., Koshulko V. Study of hydrothermal treatment of dried malt with plasmochemically activated aqueous solutions. *Food science and technology*. 2020. Vol. 14, Issue 3. P. 113-121 DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i3.1799>
44. Kovaliova, O., Tchoursinov, Y., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., Chernukha, A., Bezuglov, O., Bogatov, O., Polkovnychenko, D., & Grigorenko, N. (2020). Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(11 (104), 61–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>
45. Kovalova O.S., Chursinov Yu.O., Kofan D.D. Research of hydrothermal processing of dry barley malt. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2018. Vol.18, Issue 4. P.13-18. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v18i4.1190>
46. Alba, K., Campbell, G. M., & Kontogiorgos, V. (2019). Dietary fibre from berry-processing waste and its impact on bread structure: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(9), 4189-4199. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9633>
47. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko V., Aleksandrova A. Study of use of antiseptic ice of plasma-chemically activated aqueous solutions for the storage of food raw materials. *Food science and technology*. 2021. Vol. 15, Issue 4. P. 95-105. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2260>
48. Betoret, E., & Rosell, C. M. (2020). Enrichment of bread with fruits and vegetables: Trends and strategies to increase functionality. *Cereal Chemistry*, 97(1), 9-19. <https://doi.org/10.1002/cche.10204>
49. Mitelut, A. C., Popa, E. E., Popescu, P. A., & Popa, M. E. (2021). Trends of innovation in bread and bakery production. *Trends in wheat and bread making*, 199-226. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821048-2.00007-6>
50. https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9108/1/gorbatuk_lo.pdf.
51. <https://card-file.ontu.edu.ua/items/ae5f925a-9741-449a-9d75-a11c7e649dff>.

52. <https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a3982dab-9e5f-4dc4-882d-c9783fcc36af/content>.

53. Смоляр В. І., Петрашенко Г. І., Голохова О. В. Фортифікація харчових продуктів //Проблеми харчування. 2014. №. 1. С. 29-32.

54. Григоренко О. М. Роль вітамінів у харчуванні людини //Харчова наука і технологія. 2010. №. 3. С. 33-36.

55. Григоренко О. М. Моделювання функціональних харчових продуктів //Харчова наука і технологія. 2013. №. 3. С. 14-18.

56. Сегеда Д.Г., Дашевський В.І. Охорона праці в харчовій промисловості. М. Легка та харчова промисловість. 1983. 344 с.

57. Ворона М. В. Екологічна проблема утилізації відходів в Україні. 2015. № 5 (50). С. 23–26.

58. Ковалишин І. Способи утилізації відходів. Екоінформ. 2011. № 3 (263). С. 10–11.

59. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.