

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра Харчових технологій

Допущено до захисту
_____ 20____ р.
Зав. кафедри, к. с.-г. н, доцент
_____ **Андрій ЧЕРНЕГА**
(підпис)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МАГІСТРА

ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА КЕКСІВ З ЦІЛЬНОЗЕРНОВОГО
ТРИТИКАЛЕВОГО БОРОШНА ЗБАГАЧЕНИХ ШРОТОМ ІЗ НАСІННЯ
РОЗТОРОПШІ

Виконала – студентка II курсу, групи 22 м-тз
освітньої програми Технології зерна та зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»
Чемерис Ліна Василівна

Науковий керівник – кандидат с.-г. наук, доцент
Желєзна Валерія Валеріївна

УМАНЬ – 2023

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1 Основні переваги збагачення борошняних кондитерських виробів	7
1.2 Шрот з насіння розторопші перспективна сировина для збагачення борошняних кондитерських виробів	14
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	20
2.1 Умови проведення дослідження	20
2.2 Схема досліду	20
2.3 Методика проведення досліджень	22
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	25
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	36
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	39
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	42
ВИСНОВКИ	44
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ДОДАТКИ	54

ANNOTATION

Chemeris L.V. Technological evaluation of muffins made of whole grain tritcale flour enriched with thistle seed meal

Qualification work for obtaining a master's degree of higher education in the specialty 181 Food technologies OP Technologies of grain and grain products. Uman National University of Horticulture. Uman, 58 p.

As a result of the conducted research, it was established that the developed cakes made of whole-grain tritcale flour enriched with thistle powder have increased biological value, contain an increased content of vitamin-mineral complexes and antioxidant compounds.

The highest moisture content of muffins with the addition of 25% of thistle meal is 13.9%, which is 17.7% more compared to the control. In the remaining variants, this indicator was 12.3–13.5%, which is 4.2–14.4% more compared to the control. Alkalinity of muffins made from whole-grain tritcale flour enriched with meal from thistle seeds ranged from 1.1 to 1.8 degrees.

Dietary fibers not only bind water, but also retain it during baking, which helps to reduce the baking of products by 5.0...25.0%, depending on the content of seed meal. The specific volume of cakes made of whole-grain tritcale flour sprinkled with thistle seed meal was 1.52–1.85 cm³/g.

According to the organoleptic evaluation of the cake with a content of up to 15% inclusive, it is characterized by high organoleptic properties - the appearance, shape, porosity of the products meet the requirements of regulatory documentation. Adding thistle seed meal in the specified concentration gives the cakes a nutty taste. Thus, it is rational to dose meal from thistle seeds in the amount of 10–15% of the raw material mass with a decrease in the recipe share of flour.

The optimized recipe of the cake will contribute to the expansion of the assortment of functional flour confectionery products, which is quite important in modern conditions.

ВСТУП

Забезпечення населення високоякісними та безпечними продуктами харчування є ваговою складовою комплексу заходів зі зміцнення здоров'я будь-якої нації. Загальновідомо, що харчування визначає тривалість і якість життя людини. Як за надлишкового, так і недостатнього статусу харчування відбувається порушення функцій органів, що знаходить відображення в зниженні працездатності й погіршенні стану здоров'я [27–29].

Останнім часом, зважаючи на зростання кількості хронічних захворювань та встановлення їх причинного зв'язку з незбалансованим харчуванням, ефективним засобом підтримки фізичного й психологічного здоров'я, а також зниження ризику виникнення багатьох «захворювань цивілізації» можуть бути продукти харчування [39–42].

Борошняні кондитерські вироби займають істотну частку в загальному обсязі виробництва кондитерської продукції й представлені широким асортиментом [5, 10, 19].

Обґрунтування теми дослідження. Враховуючи те, що борошняні кондитерські вироби, зокрема кекси, мають високу енергетичну цінність, але низький вміст таких нутрієнтів як білки, вітаміни, мінеральні речовини, клітковина, актуальним напрямом наукових досліджень є корегування їхнього хімічного складу зменшенням кількості енергоємних компонентів (простих цукрів і жиру) і збагаченням біологічно активними речовинами. Для підвищення харчової та біологічної цінності кексів доцільно використовувати нетрадиційну рослинну сировину, а саме шроти олійних культур.

Мета і задачі дослідження. Мета досліджень – удосконалення технології виробництва макаронів з борошном гарбузовим.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити задачі:

– провести огляд джерел літератури за темою роботи;

- дослідити вплив вмісту шроту з насіння розторопші на фізико-хімічні властивості кексів з цільнозернового тритикалевого борошна;
- дослідити вплив різного вмісту шроту з насіння розторопші на органолептичні властивості кексів;
- визначити при якій концентрації шроту розторопші виходять кекси з високими показниками якості;
- оцінити економічну ефективність виробництва кексів з цільнозернового тритикалевого борошна збагачених шротом з насіння розторопші.

Об’єкт дослідження – технологічна оцінка кексів із цільнозернового тритикалевого борошна збагачених шротом з насіння розторопші.

Предмет дослідження – цільнозернове тритикалеве борошно, шрот з насіння розторопші, кекси.

Методи дослідження. Під час виконання кваліфікаційної роботи використано аналітичні, фізико-хімічні, інформаційні, статистичні методи, а також економічний метод.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше проведено технологічна оцінка кексів із цільнозернового тритикалевого борошна збагачених шротом з насіння розторопші. Встановлено, що:

- вологість кексів при додаванні 25% шроту розторопші становить 13,9%, що на 17,7% більше порівняно з контролем. В решти варіантах цей показник становив 12,3–13,5 %, що на 4,2–14,4% більше порівняно з контролем;
- лужність кексів коливалась в межах 1,1–1,8 град;
- питомий об’єм кексів з цільнозернового тритикалевого борошна збагачених шротом з насіння розторопші становив 1,52–1,85 см³/г.
- за органолептичною оцінкою кекс з вмістом до 15% включно характеризуються високими органолептичними властивостями – зовнішній вигляд, форма, пористість виробів задовольняють вимоги нормативної документації;

Апробація результатів роботи. Результати досліджень доповідались та обговорювались на студентських конференціях Уманського НУС, всеукраїнській науково-практичній конференції (м. Умань, 2022–2023 рр.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано одну наукову працю.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційну роботу виконано на 58 сторінках комп'ютерного тексту (з них основного тексту – 46 сторінок). Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, що включає 61 найменування, з яких 32 латиницею та 3-ох додатків. Робота містить 8 таблиць та 11 рисунків.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Основні переваги збагачення борошняних кондитерських виробів

Основою концепції створення харчових продуктів функціонального призначення є інформаційні відомості про різну харчову та біологічну ської цінності нетрадиційної рослинної сировини [22]. У зв'язку з цим, пошук нових функціональних харчових інгредієнтів рослинного походження, а також розробка технології їх переробки для отримання продуктів підвищеної біологічної та харчової цінності з функціональною спрямованістю – є актуальних завдань харчової промисловості.

Джерелами функціональних харчових інгредієнтів є зернові, зернобобові, олійні культури, плоди та овочі, а також продукти їх переробки та інша рослинна сировина. Зазначені види сировини містять харчові волокна, вітаміни, білки, незамінні амінокислоти, макро-і мікроелементи, і навіть поліненасичені жирні кислоти, тобто. ті компоненти, дефіцит яких виявлено у раціонах харчування населення [26, 42, 50, 60].

Застосування зернових культур є найбільш природним та ефективним способом збагачення та підвищення їх харчової цінності. Крім того, застосування зернових культур сприяє збагаченню різними антиоксидантними сполуками [53].

Функціональні харчові інгредієнти зернових культур можуть бути збережені у разі їх подрібнення та застосування в технології хлібобулочних виробів разом з оболонками та алейроновим шаром, де міститься найбільша кількість мікронутрієнтів та біологічно активних речовин. Наявність харчових волокон (нерозчинних та розчинних) є обов'язковою в раціоні харчування людини. Відомо, що добова доза споживання харчових волокон для нормального функціонування кишківника, за даними фахівців-дієтологів,

повинна становити 20,0 г [35]. Введення харчових волокон у продукти харчування знижує ризик багатьох захворювань. У науковій літературі є відомості про найбільш важливі фізіологічні функції розчинних харчових волокон, обумовлених їх пребіотичними властивостями, пов'язаними з участю у формуванні живильного середовища для розвитку нормальної кишкової мікрофлори, насамперед біфідобактерій [26].

Крім того, велике значення для створення виробів, призначених для функціонального харчування, мають технологічні властивості харчових волокон. Ці властивості є визначальними у створенні напівфабрикатів та готових виробів [36, 55].

На думку Alfawaz M. A. [31] перспективними покращувачами борошняних кондитерських виробів є продукти борошномельно-круп'яного виробництва - рисове, вівсяне, кукурудзяне і пшоняне борошно. Автор підтверджує, що використання у технології хліба зернових культур призводить до збагачення виробів мікро- та макроелементами, амінокислотами, вітамінами, ферментами, вуглеводами та жирами.

Польські вчені застосовували суху пшеничну клейковину з метою збагачення борошна, що характеризується низькими хлібопекарськими властивостями, у хлібопеченні та виробництві борошняних кондитерських виробів. В результаті встановлено можливість розширення асортименту продукції, зокрема продукції спеціалізованого призначення [14].

Авторами [13] описано використання як джерела функціональних харчових інгредієнтів пшеничних зародків (у суміші з пивною дробиною), що дозволяє підвищити вміст білка та харчових волокон у бісквітних виробах, покращити їх органолептичні та фізико-хімічні показники якості.

Розроблено ресурсозберігаючі технології переробки зерна вівса та ячменю та отримання біомодифікованих зернових продуктів для виробництва функціональних ХБІ та МКІ з високою харчовою цінністю [101].

Ячмінне борошно пропонують застосовувати при виробництві борошняних виробів. Авторами встановлено можливість використання борошна з голозерного ячменю та морквяного пюре при виробництві хліба безопарним, опарним та заквасочно-опарним способами у дозуванні 20, 30, 40, 50 та 60% до маси борошняної суміші з пшеничним борошном. У виробах з дозуванням ячмінного борошна 20% відзначені кращі результати за формостійкістю, пористістю та питомим об'ємом. В результаті аналізу хімічного складу встановлено підвищений вміст вітамінів та мінеральних речовин у виробах із суміші ячмінного борошна та пшеничного в порівнянні з пшеничним хлібом [15].

Запропоновано рецептури та технології пшеничного хліба із застосуванням круп'яних культур (борошня рису та гречки), що забезпечують підвищення якості, харчової цінності, безпеку та зниження собівартості продукції [30]. Автором [22] встановлено можливість та перспективність використання продуктів переробки рису та гречки у зв'язку з високим вмістом білків, незамінних амінокислот, вітамінів, макро- та мікроелементів. Пропоновані технологічні рішення щодо використання борошна рису та гречки у складі комбінованої поліштамової закваски сприяють реалізації ресурсозберігаючих технологій хліба.

Тайванські вчені використовували гречку для заміни 15% пшеничного борошна з метою отримання хліба з покращеними показниками якості. Порівняльний аналіз показав наявність у дослідних зразках функціональних харчових інгредієнтів та антиоксидантних властивостей хліба, збагаченого грекою. Сенсорні показники всіх зразків виявилися прийнятними, але при цьому були встановлені вищі оцінки смаку досвідчених зразків хліба [53].

З метою розширення асортименту, підвищення харчової та біологічної цінності хліба розроблено технологію виробництва круп'яного хліба з пшоном шліфованим та проділом гречаним. Застосування пшона та гречаного проділу у

технології хліба сприяє порівняно з контрольними зразками хліба підвищеному вмісту, відповідно, білка (на 1,43% та 0,61%), жиру (на 0,4%) та 0,2%), цукрів (на 0,55% та 0,69%), целюлози (на 0,61% та 0,28%), вітаміну В1 (на 15,0% та 15,0%), В2 (на 25,0% та 25,0%), РР (на 1,9% та 15,7%), калію (на 5,0% та 13,0%), магнію (на 38,5% та 69,2%) фосфору (14,3% та 5,7%), заліза (на 11,5% та 28,1%) [34].

Сафонова О. М. [23] вивчено хімічний склад та газоутворювальну здатність чотирьох варіантів композиційної суміші для виробництва зернового хліба з цільносмолотого зерна тритикале та пшениці. В результаті потреба в енергії при вживанні зернового хліба задовольняється різними групами населення від 11,7 до 14,8%, у харчових волокнах – на 12,7%, на 55% у вітаміні К, понад 12% у вітамінах РР, В6, В1. Високий відсоток задоволення добової потреби відзначений по калію, магнію, фосфору, цинку та міді.

Розроблено технології функціональних хлібобулочних виробів на основі тритикалевого борошна та різних збагачувачів. Зокрема, розроблено та оптимізовано рецептуру хліба масового призначення, що включає 50-59 % борошна тритикалевого, 35-48 % борошна пшеничного та 2-8 % борошна соєвого дезодорованого. Рецептура кексу лікувально-профілактичного призначення розроблена на основі 80% тритикалевого борошна, 10% борошна із цільнозмеленого зерна люпину та інших інгредієнтів. Розроблена рецептура печива включає борошно тритика-ліве (39,0-50,6 %), пшеничне 1-го сорту (20,0-26,4 %), борошно із соєвих проростків (5,8-13 %) та вівсяне борошно (25,0%). Вироби містять підвищену кількість харчових волокон, калію, кальцію, магнію, фосфору, заліза [17].

Gajula Н. [41] рекомендує у технологіях борошняних виробів замінювати 10-15 % пшеничного борошна 1 сорту на борошно люпину. Такий технологічний прийом дозволяє підвищити вміст білка на 4-4,5%, жиру – на

1,01,5%, клейковини – на 2,9-3,9%, пектину – на 1,0-1,5%. Енергетична цінність виробів у своїй зростає на 3,6-7,2 ккал.

Вчені розробили рецептури хліба з урахуванням зернових композитних сумішей. Зразок хліба на основі 80% пшеничного борошна 1-го сорту та по 5% ячмінного, вівсяного, квасолевого та кукурудзяного борошна перевищує контрольний варіант за вмістом білка на 1,0-2,5 %. Хліб на основі композитної суміші з 65% пшенична 1-го сорту, 15% ячмінна, 15% квасолева, 5% кукурудзяна мука характеризується високим вмістом білка (на 1,76-3,02% вище контролю) та гарним смаком [43].

Збалансування жирнокислотного складу виробів є також актуальною проблемою харчової промисловості. Встановлено, що за рахунок включення до рецептури нетрадиційних видів олій відбувається збільшення частки ненасичених і зменшення частки насичених жирних кислот у печиві [17].

Встановлено, що бісквіти з пшеничного борошна з частковою заміною його на ячмінне борошно в кількості 10, 20, 30 і 40% масою містили більше харчових волокон, білка, мінеральних речовин порівняно з контрольними. Завдяки добавкам ячмінного борошна покращився зовнішній вигляд бісквіту, колір скоринки та набув приємного золотаво-коричневого відтінку. За текстурою бісквіт пом'якшав, що підтверджено інструментальними дослідженнями. Оптимальною визнано дозування ячмінного борошна 20%. У цьому випадку бісквіти відрізнялися найкращими органолептичними показниками, були достатньою мірою збагачені глюкозою, залізом, кальцієм, цинком. Крім того, внесення ячмінного борошна замість пшеничної частини позитивно позначається на термінах зберігання бісквітів. Бісквіти з ячмінним борошном повністю зберігали свої властивості, у тому числі мікробіологічну чистоту, протягом 4 діб зберігання [51].

Є дані про підвищення якості бісквітної продукції при введенні в рецептуру борошна вівсяного в кількості від 5 до 40 % до загальної маси

борошна. Додавання вівсяного борошна призводить до підвищення харчової цінності, стійкості піни водно-борошняних сумішей. Відзначено високий рівень піноутворювальної здатності (238%) та стійкості піни через 3 години при внесенні 20% вівсяного борошна. Готовий виріб набув золотистого відтінку та легкого горіхового присмаку. Завдяки пентозанам, що містяться в вівсяній мучці, в кількості 5% до маси сухих речовин і розчинної клітковини (до 15%), значно збільшилася гідратаційна здатність тесту. В результаті випечений бісквіт повільніше черствів, мав гарну стисливість, що дозволяє продовжити термін зберігання і підвищити привабливість [42].

Відомі рецептури та технології збагачення борошняних виробів за допомогою бобових культур, що є джерелом білка, харчових волокон, калію, магнію, заліза, фолієвої кислоти. Достатність сировинної бази є додатковим позитивним чинником у виборі бобових культур розробки виробів функціонального призначення. У зв'язку з наявністю в насінні бобових антипоживних речовин необхідна теплова обробка перед їх застосуванням [10].

Дослідниками запропоновано рецептуру та технологію виробництва бісквітного напівфабрикату з добавкою напівзнежиреного соєвого борошна. Автори наводять порівняльні дані кількісного вмісту життєво важливих харчових інгредієнтів у соєвому та пшеничній муці. Досліджуючи вплив внесення в рецептуру бісквітного напівфабрикату соєвого напівзнежиреного борошна на піноутворювальну здатність яєчно-цукрової суміші та структурно-механічні характеристики бісквітного тіста, автори приходять до думки про можливість підвищення харчової та біологічної цінності бісквітного напівфабрикату із застосуванням соєвого напівзнежиреного борошна [38].

У світлі проблематики привертає увагу інформація про олійні культури, як джерело не тільки білків, а й харчових волокон, поліненасичених жирних кислот та мінеральних речовин [5].

Дослідники встановили, що функціональні харчові інгредієнти насіння льону (харчові волокна, ненасичені жирні кислоти та лігнани) при використанні у виробництві ХБІ та МКД дозволяють отримати продукт функціонального призначення [3, 8, 11].

Застосування борошна з насіння льону в технології борошняних виробів сприяє поліпшенню їхнього жирнокислотного складу. Вченими розроблено рецептури печива з вівсяного борошна із застосуванням подрібненого насіння льону. Вироби з борошном насіння льону мають покращені органолептичні показники якості [31].

Розроблено технологію ХБІ з використанням лляного борошна. Лляне борошно сприяло поліпшенню пружних властивостей клейковини, збільшенню ефективної в'язкості пшеничного тіста, показників питомого обсягу та пористості хліба [40].

Однією з умов підвищення харчової та біологічної цінності продуктів харчування з рослинної сировини є пошук та введення в культуру нових видів рослин, які мають або обмежене застосування, або взагалі не використовуються у технології харчових продуктів. Насіння амаранту відноситься до таких видів рослин. Хімічний склад полісахаридів, ліпідів, вітамінних компонентів, мікро- і макроелементів, що містяться в амаранті, біологічно активних речовин унікальний [45, 47].

Результати аналізу хімічного складу амарантової муки свідчать про неї, як про джерело функціональних харчових інгредієнтів. Амарантове борошно містить 7-8% жирної олії, ЖКС якої близьке до кукурудзяної [30, 52].

Особливістю амаранту є наявність повноцінного за амінокислотним складом білка у зв'язку з високим вмістом лізину (4,3–5,7 % до загального вмісту білка в насінні амаранту). Вміст лізину в насінні амаранту вище вмісту амінокислоти в пшениці вдвічі, і перевищує вміст лізину в кукурудзі та сорго втричі. Крім того, в амаранті містяться легкозасвоювані моно- та полісахариди,

присутня значна кількість вітамінів (В₁, В₂, РР) та мінеральних речовин (кальцію, магнію, фосфору, заліза, цинку) [1, 39, 62].

Дослідники вважають найбільш доцільним використання гречаного борошна з метою підвищення якості та покращення хлібопекарських властивостей пшеничного борошна [32].

У зв'язку з високим вмістом функціональних харчових інгредієнтів пропонується використовувати макуху соєву в технології кексів. В результаті досліджень автори свідчать про поліпшення показників якості виробів та можливість розширення асортименту продукції функціонального призначення [60].

Schoenlechner R. [55] розроблено технологію цукрового печива з використанням кунжутного цільнозмеленого борошна замість пшеничного в кількості 20 %, 50 %, 70 % та 100 %. При заміні частини пшеничного борошна на кунжутне борошно в кількості 20 і 50% якість цукрового печива практично відповідала органолептичним показникам печива контрольного зразка, виготовленого зі 100% борошна пшеничного. Збільшення дозування кунжутного борошна до 70 і 100% помітно знижувало показники якості готових виробів.

1.2 Шрот з насіння розторопші перспективна сировина для збагачення борошняних кондитерських виробів

Сировиною, яка заслуговує на увагу, для розробки продуктів харчування функціонального призначення, є шроти з насіння олійних та лікарських рослин. Крім білку до їхнього складу входять ненасичені жирні кислоти, вітаміни (А, D, Е, К, групи В), пектини, фітостерини, лецитин, макро- і мікроелементи (залізо, калій, магній, селен, цинк, марганець тощо), харчові волокна.

Продукти переробки насіння розторопші плямистої, що використовуються в харчових технологіях, призначені для осіб, які проживають в екологічно несприятливих регіонах. Використання цих продуктів сприяє підвищенню харчової цінності, поліпшенню покриття добової потреби організму людини в цінних аліментарних речовинах.

Шрот з насіння розторопші – грубодисперсний порошок, має світло-сірий колір і гіркуватий смак. За даними літературних джерел в ньому міститься близько 22 % білка та 30 % харчових волокон. У шроті розторопші присутні такі вітаміни: тіамін (B₁), рибофлавін (B₂), ніацин (PP), холін (B₄), піридоксин (B₆), фолацин (B₉), аскорбінова кислота (C), біотин (H), поліненасичені жирні кислоти, пектин, ефірні масла, біогенні аміни, органічні кислоти. Вміст макро- та мікроелементів на 1 г рослинної сировини розторопші складає, в мг/г: кальцію – 16,6; калію – 9,2; магнію – 4,2; заліза – 0,08; мікроелементів в мкг/г: марганцю – 0,1; міді – 1,16; цинку – 0,71; хрому – 0,15; селену – 22,9; йоду – 0,09; бору – 22,4 [1, 2].

Таблиця 1.1

Хімічний склад розторопші

Поживні та біологічно активні речовини	Вміст у шроті
Білок, %	21,88...21,98
Жир, %	12,87....12,89
Жирні кислоти, % від загальної кількості	
- олеїнова	22,02...22,08
- лінолева	61,01....61,09
- ліноленова	1,5....1,58
- арахідонова	2,2....2,7
Вуглеводи розчинні, %	0,8....0,89
Клітковина, %	27,38.....27,48

Вітамін Е, мг/кг	47,0....47,21
Флавоноїди, %	2,5.....2,59
Мінеральні речовини, мг/кг	
- залізо (Fe)	145,7....146,17
- фосфор (P)	9600....9675
- магній (Mg)	3516.....3522
- кальцій (Ca)	11200.....11216

Цінним компонентом шроту з насіння розторопші є силімарин (близько 2,5 г на 100 г продукту), до складу якого входять сілібінін, сілідіанін, сілікрістін та інші флаволігнани. Ці біологічно активні речовини сприяють зміцненню стінок кровоносних судин, беруть участь в окиснювально-відновних процесах, мають протизапальні, противиразкові, антиоксидантні властивості, не руйнуються при тепловому обробленні, що дозволяє достатньо широко використовувати розторопшу в процесі виробництва харчових продуктів. У шроті розторопші знайдені рутин і кверцетин, які володіють кардіотонічною дією, містять велику кількість жиророзчинних пігментів, в основному каротиноїдів і хлорофілів. Ці пігменти стимулюють обмін речовин у печінці і серцевому м'язі [3].

Шрот розторопші багатий природними антиоксидантами токоферолами. У ньому містяться найбільш активні ізомери токоферолів, які ефективно захищають організм від дії хімічних і фізичних факторів, що провокують розвиток пухлин, мають потужні антимуtagenні властивості, перешкоджають природному старінню організму, підтримують репродуктивні функції [4]. Науковці та технологи-практики розробляють нові продукти з шротом з насіння розторопші.

Науковцями [28] розроблено спосіб виробництва сироваткового напою підвищеної харчової цінності. Як наповнювач в цьому продукті використовують

харчові волокна та шрот розторопші плямистої в кількості 2,0–3,0 % від загальної маси сироватки, який перед внесенням піддають набуханню у пастеризованій сироватці [5].

Науковцями [6] розроблена технологія виробів з пісочного тіста з доданням здрібненого насіння розторопші плямистої. Нова продукція характеризується підвищеною харчовою й біологічною цінністю.

Авторами [17] проведені ґрунтовні дослідження щодо можливості використання шроту розторопші у виробництві пшенично-житніх сортів хліба. Зважаючи на вищезазначене, застосування шроту розторопші у виробництві хлібобулочних виробів дозволить збагатити хімічний склад хліба білком, поліненасиченими жирними кислотами, харчовими волокнами, вітамінами і мінеральними речовинами. Крім того, новий продукт матиме радіозахисні властивості і сприятиме виведенню радіонуклідів з організму. Відомо, що під час виробництва сортового пшеничного борошна вилучаються периферійні частинки зернівки, які є джерелом білка, харчових волокон, мінеральних речовин та вітамінів. Вироби з такого борошна є джерелом легкозасвоюваних вуглеводів, мають високий глікемічний індекс і недостатньо збалансовані за вмістом життєво необхідних макро- та мікронутрієнтів. Отже, як основу для створення рецептурної композиції з додаванням шроту розторопші для виготовлення хліба оздоровчої дії, було обрано пшеничне цільозернове борошно. На початку досліджень вивчали вплив шроту розторопші на білковоклейковинний комплекс пшеничного цільозернового борошна. Кількість та якість клейковини, що утворюється в тісті, є основними факторами, що впливають на «силу» борошна. В свою чергу, «сила» борошна обумовлює структурномеханічні властивості тіста під час замішування, дозрівання, вистоювання та випікання.

У зв'язку з несприятливою екологічною ситуацією та збільшенням концентрації в продуктах харчування речовин, які мають токсичну й

канцерогенну дію, набуває актуальності розроблення хлібобулочних виробів, збагачених речовинами з екопротекторним ефектом. Серед великої кількості функціональних інгредієнтів, що представлені на ринку України, заслуговує на увагу шрот з насіння розторопші.

Відмінна особливість розторопші від інших олійних культур – наявність в її зернах флавоноїду сілімарину. Сілімарин є потужним антиоксидантом і має виражену гепатопротекторну дію – нейтралізує отруйні речовини, що роблять згубний вплив на печінку. В шроті розторопші крім сілімарину міститься близько 22 % білка та 30 % харчових волокон, а також поліненасичені жирні кислоти, каротиноїди, вітаміни групи В, токоферолі, пектин, ефірні масла, біогенні аміни, органічні кислоти [11, 25]. Унікальні властивості шроту з насіння розторопші стали підґрунтям для включення його в різноманітні продукти харчування [45].

Науковцями [34] розроблено спосіб виробництва сироваткового напою підвищеної харчової цінності з додаванням шроту розторопші, а також проведені дослідження щодо можливості його включення в рецептуру кондитерських виробів, зокрема пряників [18].

Плоди (насіння) розторопші плямистої містять поліненасичені жирні кислоти, каротиноїди, вітаміни Е та групи В, клітковину, а також флаволігнан сілімарин, що має сильну гепатопротективну та антиоксидантну дію. При цьому амінокислотний склад білка насіння розторопші плямистої дозволяє говорити про його дуже високу біологічну цінність (амінокислотний скор по лізину дорівнює 0,77).

Продукти переробки розторопші плямистої широко використовуються при виготовленні лікарських препаратів, що забезпечують захист печінки від токсичних та алергічних ушкоджень, і можуть застосовуватися в харчових технологіях у вигляді екстракту, олії, порошку нативного та знежиреного насіння [12, 26, 38, 52].

Авторами як об'єкт дослідження пропонувалося використовувати вторинний продукт переробки розторопші – шрот. Хімічний склад шроту дозволяє рекомендувати його як натуральний збагачувач харчових продуктів білком (21,88%), жиром (12,87%), клітковиною (27,38%), флавоноїдами (2,5%), вітамінами та мінеральними речовинами. У той же час виходячи зі складу та механізму дії масло та шрот розторопші плямистої рекомендується застосовувати спільно [39].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Умови проведення дослідження

Експериментальні дослідження виконувались на кафедрі харчових технологій у навчально-науковій лабораторії «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» Уманського національного університету садівництва. Для дослідження взято шрот з насіння розторопші та борошно цільнозернове тритикалево.

2.2 Схема досліду

Дослідження проводились згідно блок-схеми, що наведена на рис. 2.1
В таблиці 2.1 представлено.

Повторність досліду – триразова.

Таблиця 2.1

Схема досліду «Кекс з цільного тритикалевого борошна збагачений
шротом з насіння розторопші»

	Вміст борошна, %					
Борошно пшеничне	100	95	90	85	80	75
Шрот з насіння розторопші	0	5	10	15	20	25

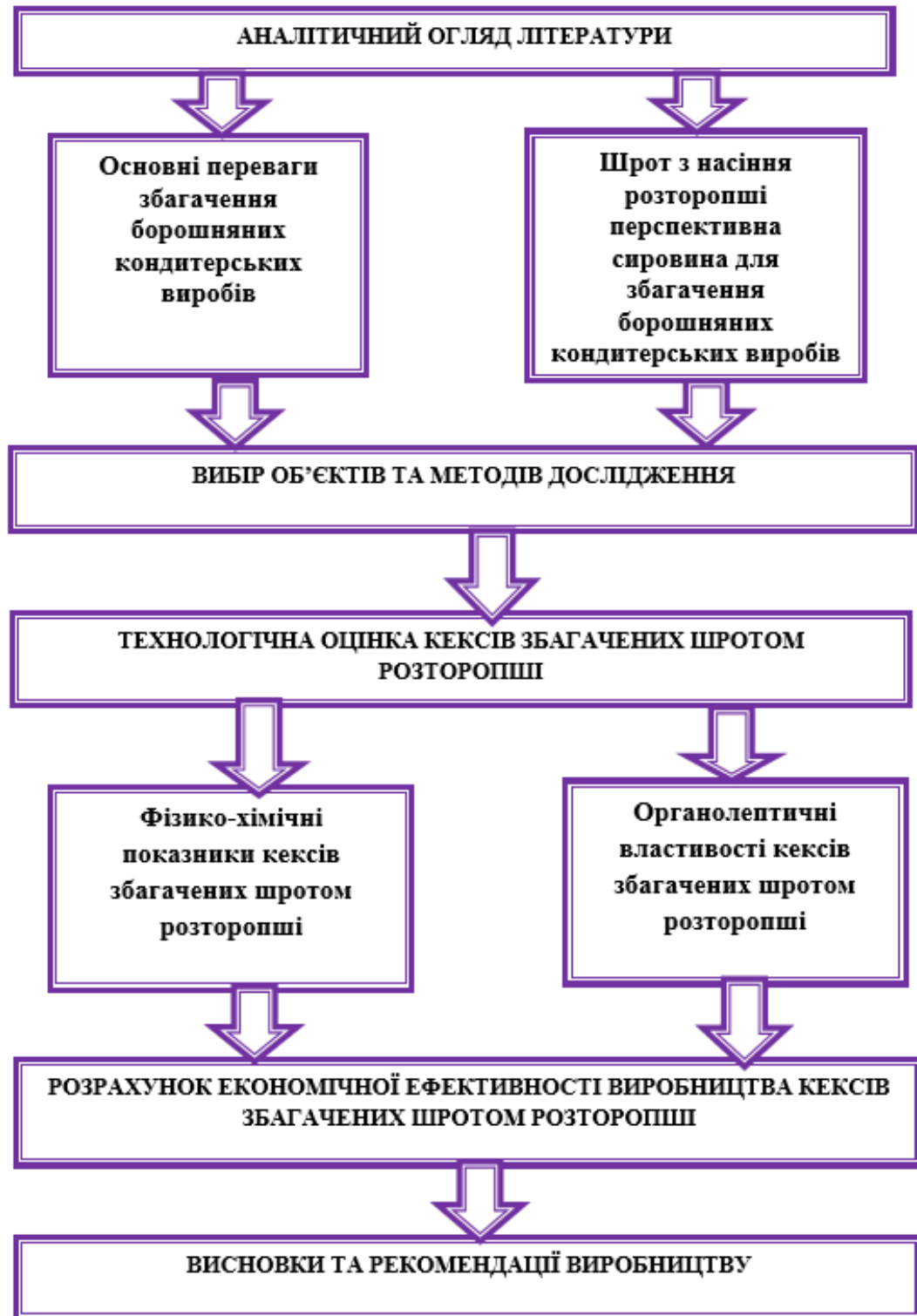


Рис. 2.1 Блок-схема досліджень

2.3 Методика проведення досліджень

Відбір і підготовку проб для лабораторних досліджень сировини проводили за єдиною методикою вивчення вітчизняних харчових продуктів. Дослідні і контрольні зразки готували з однієї партії сировини. Для досліджень була використана традиційна технологія кексів [20].

Введення кожного компонента в суміш передувало його просіювання через шовкове сито №43 та зважування заданої маси на технічних вагах.

Технологію виробництва кексів з цільнозернового борошна тритикале збагаченого борошном розторопші представлено на рис. 2.2.

Масу випечених напівфабрикатів визначали зважуванням на вагах лабораторних електронних з точністю зважування до 0,001г.

Масову частку води в готових виробах визначали методом експрес висушування в приладі Чижової.

Розрахунок проводили за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%,$$

де m_1 - маса наважки до висушування, г;

m_2 – маса наважки після висушування, г.

При випіканні кексів мають місце втрати маси тіста. Ці втрати називають упіканням. Кількісно упікання виражають як відношення різниці між масою тіста і гарячого виробу. Упікання розраховували відношенням різниці між масою тіста і готового виробу до маси тіста, виражене у відсотках.

Загальну пористість напівфабрикатів визначали за методикою Журавльова.

Органолептичні показники якості досліджуваних кексів визначали методом експертних оцінок (додаток А).

Математичну обробку результатів досліджень здійснювали за комплексним показником якості. При обробці результатів досліджень було використано таке програмне забезпечення: Microsoft Office 2007, PTC Mathcad Prime 3.0, Microsoft Office Excel 2007.

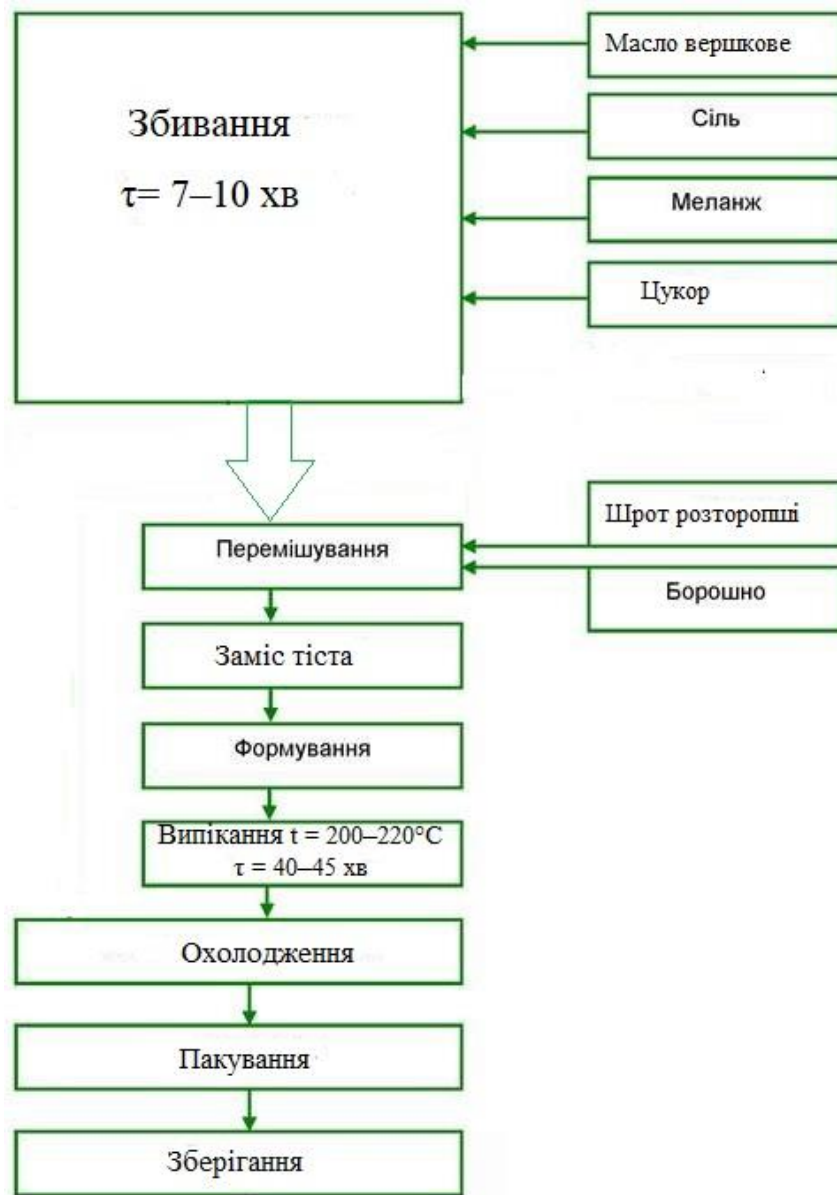


Рис. 2.2 Технологічна схема виробництва кексів з цілінозернового тритикалевого борошна збагачених шротом з насіння розторопші

Розрахунок харчової та енергетичної цінності визначали за «Методикою визначення хімічного складу та енергетичної цінності продуктів харчування».

Економічну ефективність виробництва кексів з цільнозернового тритикалевого борошна збагачених шротом з насіння розторопші розраховували за витратами на зберігання та реалізаційні ціни 2023 р.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Борошняні кондитеські вироби є повсякденним продуктом харчування населення нашої країни. Ці продукти вважаються продуктами харчування, що мають першорядне значення [18]. Тому безперечно збільшення біологічної цінності борошняних виробів є найбільш перспективним методом збагачення раціону харчування населення.

За даними авторів [29], борошняні вироби забезпечують близько 41% добової потреби в крохмалі, 57,2 % в харчових волокнах, від 17,4 % до 40 % потреби в моно- та дисахаридах (залежить від рецептури) та біля 38,0 % добової потреби в білку .

Проте серед дієтологів існує суперечливе ставлення до продуктів із зерна і борошна та їх рекомендованої добової норми споживання, що пов'язано з високим глікемічним індексом багатьох із них та зв'язок споживання великої кількості рафінованих продуктів з очищеного борошна з ожирінням та метаболічними розладами. Разом з тим, доведено позитивний вплив на стан здоров'я продуктів з цільного зерна [15].

Відмічено, що внесення шроту з насіння розторопші сприяє підвищенню вологості кексів (рис. 3.1).

Збільшення вологості кексів зумовлене наявністю в складі добавок харчових волокон, яким притаманні високі гідрофільні властивості. Встановлено, що найбільша вологість кексів при додаванні 25% шроту розторопші – 13,9%, що на 17,7% більше порівняно з контролем. В решти варіантах цей показник становив 12,3–13,5 %, що на 4,2–14,4% більше порівняно з контролем.

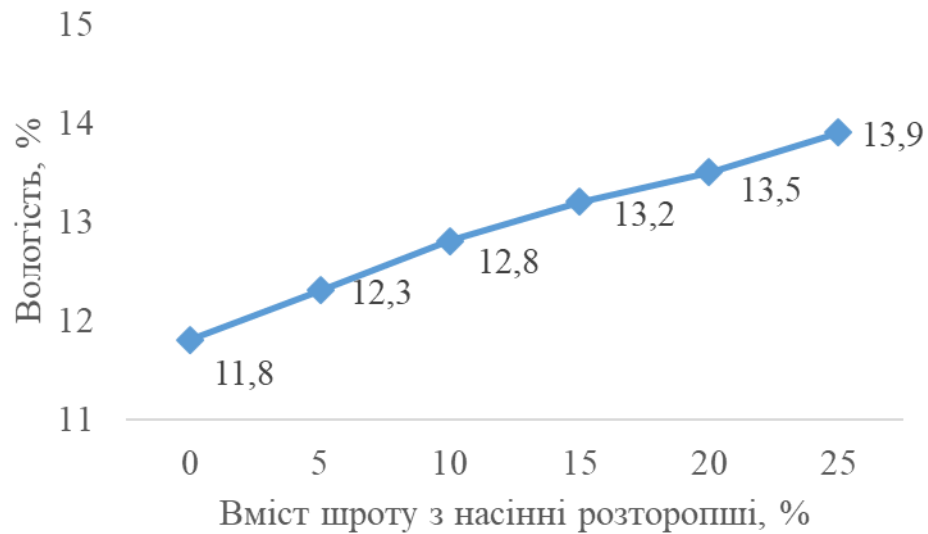


Рис. 3.1 Вологість кексів з цільозернового тритикалевого борошна збагачених шротом з насіння розторопші

Лужність кексів з цільозернового борошна тритикале збагаченого шротом з насіння розторопші коливалась в межах 1,1–1,8 град (рис. 3.2). Так, найбільшим цей показник був у варіанті контроль 1,8%, при додаванні шроту розторопші та збільшенню її відсотково вмісту лужність кексів зменшувалась і найменше становила при внесенні 25% шроту – 1,1%, що на 38,8% більше порівняно з контролем.

Зменшення лужності готових виробів можна пояснити дещо підвищеною кислотністю шроту з насіння розторопші.

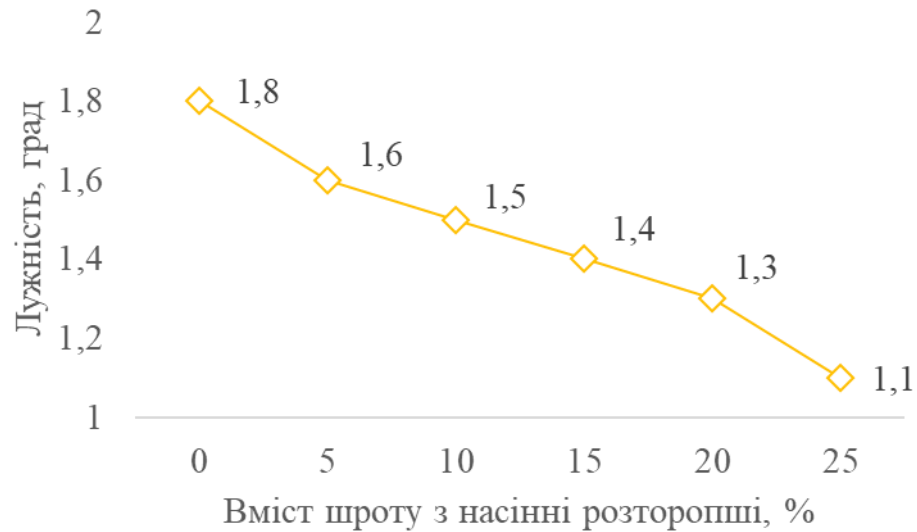


Рис. 3.2 Лужність кексів з цілюзернового тритикалевого борошна збагачених шротом з насіння розторопші

Харчові волокна не тільки зв'язують воду, але і утримують її під час випікання, що сприяє зменшенню упіканню виробів (на 5,0...25,0%) і збільшенню їх виходу (рис. 3.3).

Найбільший показник упікання у варіанті контроль 8,0%, найменший при додаванні 25% шроту з насіння розторопші – 6,0%.

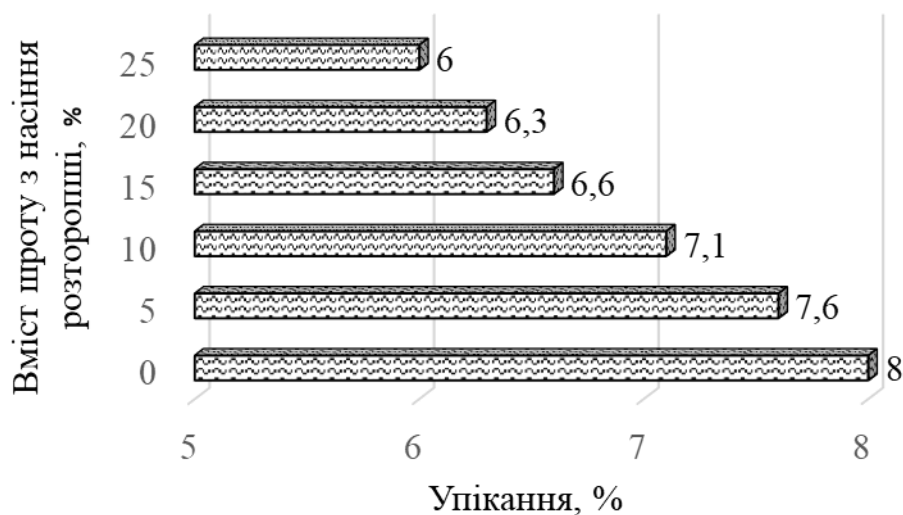


Рис. 3.3 Упікання кексів з цілюзернового тритикалевого борошна збагачених шротом з насіння розторопші

Питомий об'єм кексів з цільнозернового тритикалевого борошна збачених шротом з насіння розторопші становив 1,52–1,85 см³/г (рис. 3.4). Так найменшим цей показник був у варіанті контроль – 1,52 см³/г, при додаванні 5% шроту цей показник становив 1,59 см³/г, що на 4,6 більше порівняно з контролем, при 10% – 1,65, що на 8,5% більше порівняно з контролем, при 15% – 1,74, що на 14,4 більше контрольного варіанта, при 20 – 1,78, що на 17,1% більше контролю, при 25 – 1,85, що на 21,7% більше порівняно з контролем.

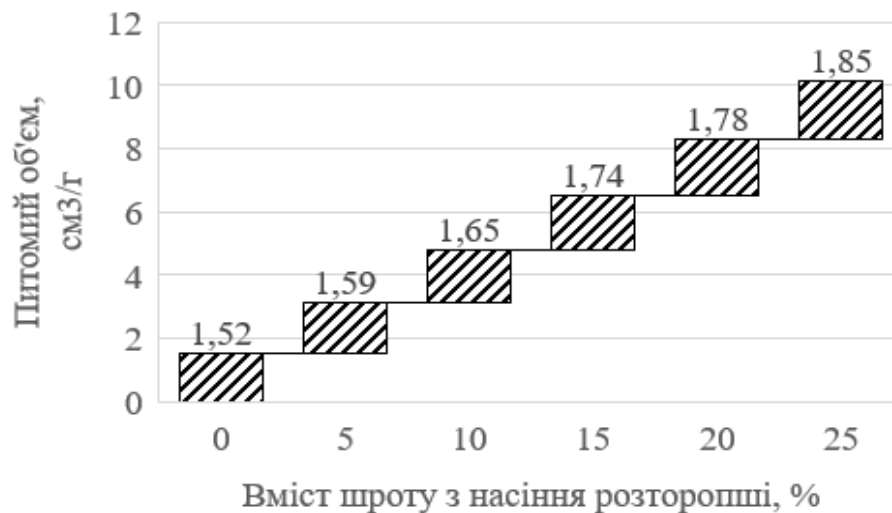


Рис. 3.4 Питомий об'єм кексів з цільнозернового тритикалевого борошна збагачених шротом з насіння розторопші

Органолептична оцінка готових виробів показала, що всі зразки мали гарний зовнішній вигляд та правильну форму (табл. 3.1). Поверхня виробів з додаванням шроту розторопші більш рівна і з найменшою деформацією. При додаванні 5 і 10 % шроту від маси борошна колір практично не змінився, з заміною борошна 15 % шроту колір виробу став трохи темнішим з легким сірим відтінком, з заміною 20 і 25 % – більш темний, на відміну від контрольного зразка, але у випадку з додаванням 10 % порошку хурми від маси борошна

вироби мали більш щільну структуру. Смаки зразків 1, 2 і 3 практично не відрізняються від контрольного зразка, а зразок 4 та 5 має присмак розторопші.

Таблиця 3.1

Органолептична оцінка кексу з цільозернового тритикалевого борошна збагаченого шротом розторопші, бал

Показники органолептичної оцінки	Коефіцієнт вагомості, од.	Контроль	5%	10%	15%	20%	25%
Зовнішній вигляд	0,2	10	10	9,9	9,5	8,0	8,0
Смак	0,25	10	10	9,9	9,5	7,5	7,0
Запах	0,15	10	10	9,9	9,5	7,5	7,0
Колір	0,15	10	10	9,9	9,5	8,0	8,0
Консистенція	0,25	10	10	9,9	9,5	7,5	7,0
Загальна оцінка	1,0	10	10	9,9	9,5	7,7	7,4

Загальна органолептична оцінка кексу з цільозернового тритикалевого борошна збагаченого шротом розторопші представлена на рис. 3.5. Встановлено, що найбільшу оцінку 10 балів мав контроль та при додаванні 5% шроту розторопші. При додаванні 10% шроту розторопші цей показник становив 9,9 бал, 15% – 9,5, 20% – 7,7 та 25 – 7,4 балів.

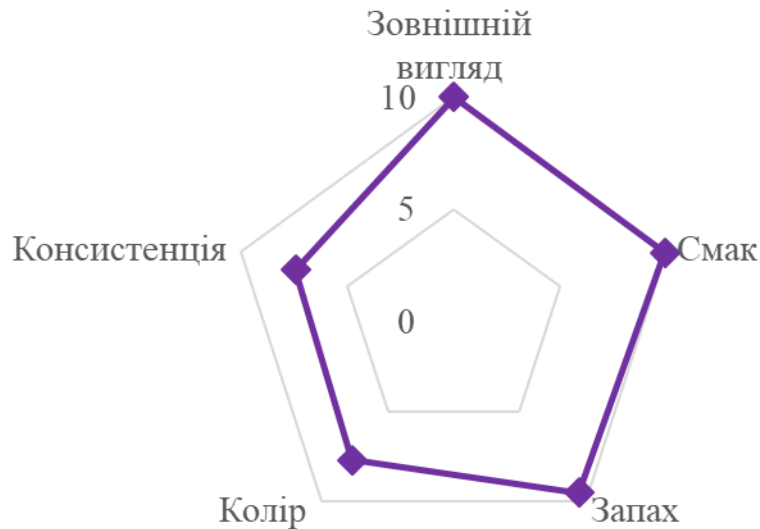


Рис. 3.5 Загальна органолептична оцінка кексу з цілнозернового тритикалевого борошна збагаченого шротом розторопші, бал

Також відмічено, що зразки з вмістом до 15% включно характеризуються високими органолептичними властивостями – зовнішній вигляд, форма, пористість виробів задовольняють вимогам нормативної документації. Внесення шроту з насіння розторопші в зазначеній концентрації надає кексам горіхового присмаку.

Збільшення дозування добавок до 20 % від маси сировини дещо погіршує органолептичні характеристики продукції – колір м'якушки набуває темно-сірого відтінку, пористість стає нерівномірною, часточки добавок відчуються під час розжовування. Таким чином, раціональним є дозування шроту з насіння розторопші у кількості 10–15 % від маси сировини зі зниженням рецептурної частки борошна.

Таблиця 3.2

Харчова цінність кексу з цільнозернового тритикалевого борошна
збагачений шротом з насіння розторопші

Найменування показника	Контроль	Кекс з цільнозернового тритикалевого борошна збагачений шротом з насіння розторопші	
		10%	15%
Білок, м	7,36	7,52	7,60
Вуглеводи, г	52,00	52,39	52,63
Жири, г	28,07	26,83	26,19
Співвідношення: Б:Ж:В	1:3,81:7,07	1:3,57:6,97	1:3,44:6,93
Харчові волокна, г: клітковина	0,04	0,34	0,48
Пектинові речовини	-	0,35	0,53
Органічні кислоти, г	-	-	-
Вітаміни, мг/100 г:	-	0,72	1,08
Р-активні речовини	-	1,14	1,71
B ₁	0,075	0,082	0,086
B ₂	0,140	0,143	0,144
E	0,99	1,28	1,42
Макро- та мікроелементи, мг/100 г:			
K	88,4	99,3	104,7
Ca	25,1	40,7	48,6

Mg	9,3	15,7	18,9
P	86,8	108,8	120,0
Fe	1,24	1,30	1,32
Co	0,003	0,005	0,006
Zn	0,58	0,60	0,61
Mr	0,24	0,25	0,25
Cu	0,06	0,07	0,07
Енергетична цінність, ккал	420,07	389,11	380,52

Важливим показником безпечності кексів, як виробу, що містить до 20,0% жиру, є значення перекисного та кислотного числа. Результати змін перекисного числа (ПЧ) наведені на рис. 3.5. Міра окиснення кексів, що обумовлена накопиченням перекисних сполук (перекисів і гідроперекисів) характеризується перекисним числом. Цей показник під час зберігання, як у контрольного зразка, так і у дослідних, повільно зростає. Перекисне число у контрольного зразка одразу після випікання становило 0,21 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг, а при додаванні шроту розторопші у кількості 10% та 15% – 0,11 і 0,12 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг відповідно. Через 1...7 діб зберігання ПЧ в контрольних зразках збільшився у 2,1 рази і становив 0,43 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг. В той же час у кексах з шротом розторопші в кількості 15% та 10 % – 0,18 та 0,22 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг, тобто збільшився у 1,6 та 1,8 разів відповідно, що свідчить про більш повільне протікання окислювальних процесів.

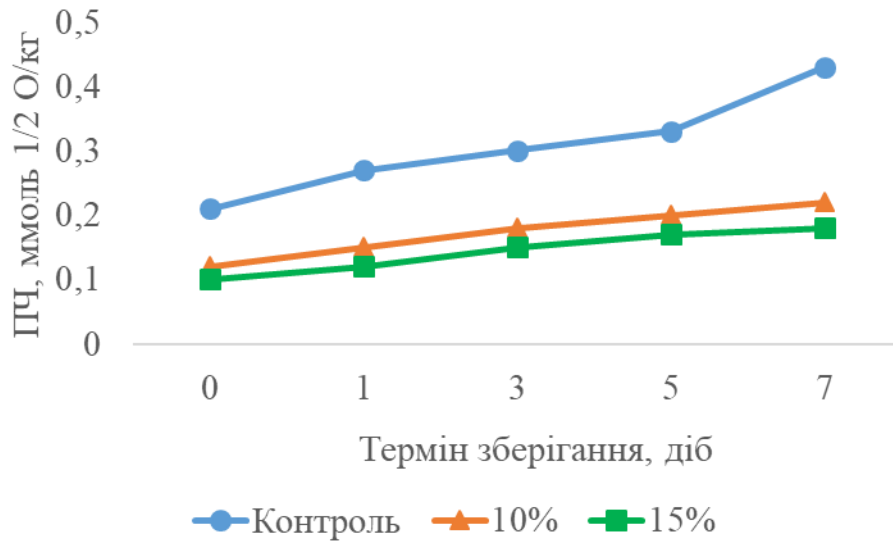


Рис. 3.6 Перекисне число кексів з цільнозернового тритикалевого борошна збагачених шротом із насіння розторопші залежно від зберігання, ммоль $\frac{1}{2}$ O/kg

Кислотне число (КЧ) характеризує наявність вільних жирних кислот, що утворюються під час розщеплення жиру в процесі зберігання продукту. Показник КЧ (рис. 3.6) у свіжовипечених кексах без добавок становив 0,34 мг КОН/г, а у зразках із шротом – 0,05 мг КОН/г. Через 1...7 діб зберігання показник КЧ у контрольного зразка становив 1,15 мг КОН/г, а у кексах з 10 % та 15% шроту розторопші у 3,8 і 4,0 рази, рази менше ніж у виробі без добавок. Отримані дані свідчать про зменшення накопичення перекисних сполук та вільних жирних кислот у кексах із шротом розторопші. На нашу думку, це може бути пов'язано з високою жирозв'язуючою здатністю харчових волокон добавок, які зв'язують жир та завдяки дифузійному гальмуванню доступу кисню до молекул жиру дещо уповільнюють його окиснення. Крім того, наявність поліфенольних сполук, а також токоферолу у шроті розторопші, які є природними антиоксидантами, затримує цей процес.

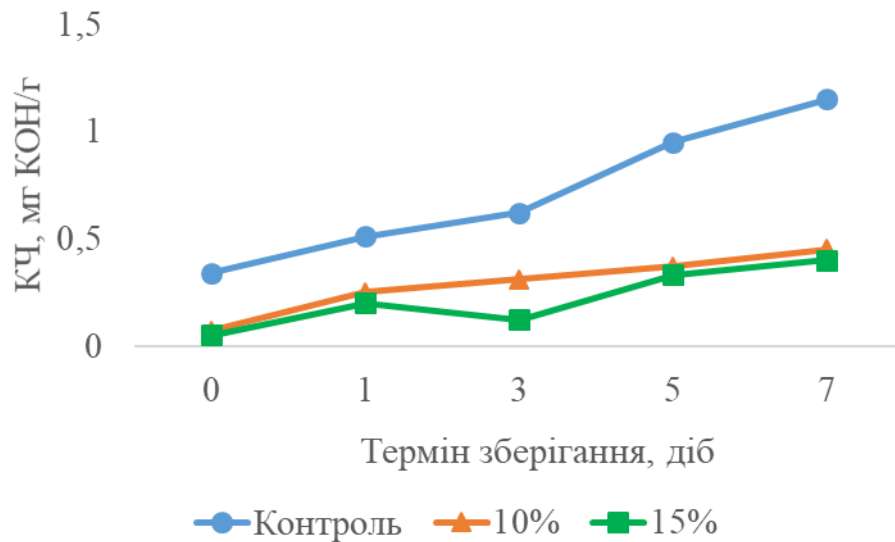


Рис. 3.7 Кислотне число кексів з цільнозернового тритикалевого борошна збагачених шротом із насіння розторопші залежно від зберігання, мг КОН/г

З метою визначення мікробіологічних показників було проведено дослідження на наявність мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, бактерії групи кишкових паличок (БГКП), патогенних мікроорганізмів, у т.ч. бактерії роду *Salmonella*, пліснявих грибів та дріжджів через $168 \cdot 3600$ с зберігання. Отриманні дані наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Мікробіологічні показники кексів із цільнозернового тритикалевого борошна збагаченого шротом з насіння розторопші

Показник	Допустимі рівні за нормативною документацією	Фактичний вміст у кексах		
		Контроль (без добавок)	10% шроту з насіння розторопші	15% шроту з насіння розторопші
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних	$5 \cdot 10^3$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

мікроорганізмів, КОЕ в 1г, не більше				
БГКП (коліформи)	не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенних мікроорганізмів, у т.ч. Salmonella, в 25 г	не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Плісняві гриби, КУО в 1г, не більше	100,0	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Дріжджі, КУО в 1г, не більше	50,0	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Встановлено, що не в одному зі зразку кексів не виявлено мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, БГКП, патогенних мікроорганізмів, пліснявих грибів та дріжджів.

Отже, в результаті проведених досліджень встановлено, що збагачення кексів з цільнозернового тритикалевого борошна шротом розторопші надає можливість не тільки покращити якість та харчову цінність, але і збільшити терміни зберігання кексів.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Технологія виготовлення кексів включає:

- підготовка сировини;
- приготування тіста;
- формування;
- випікання;
- охолодження;
- оздоблення;
- упаковка.

Апаратурно-технологічна схема виробництва кексів збагачених насінням розторопші представлена на рисунку 4.1.

Вся сировина, яка надходить на виробництво, звільняється від тари, сипучу сировину просіюють та пропускають через магнітні сепаратори для видалення металевих та механічних домішок, рідку – проціджують. На виробництво борошно доставляється борошновозом. Борошно з пневмотранспортом подається через приймальний щиток (1) у склад (2) на безтарне зберігання. Повітря виходить через рукавний фільтр (3). Потім борошно прямує в просіювач ШЗ-КМ2В (6), пневмотранспортом під тиском повітря, що надходить із ресивера (5), який повітря закачується компресором (4). При просіюванні борошно розпушується, зігрівається та насичується повітрям.

Просіяне борошно в просіювачі та очищене від металодомішок збирається в бункер над вагами (7). Зважування борошна здійснюється за допомогою автоматичних порційних ваг АВ-50НК (8). Потім борошно надходить у бункер під вагами (9) і далі у виробничий бункер (10) пневмотранспортом під тиском повітря, що надходить з ресивера (4). Повітря з бункера під вагами виходить, очищаючись через рукавний фільтр.

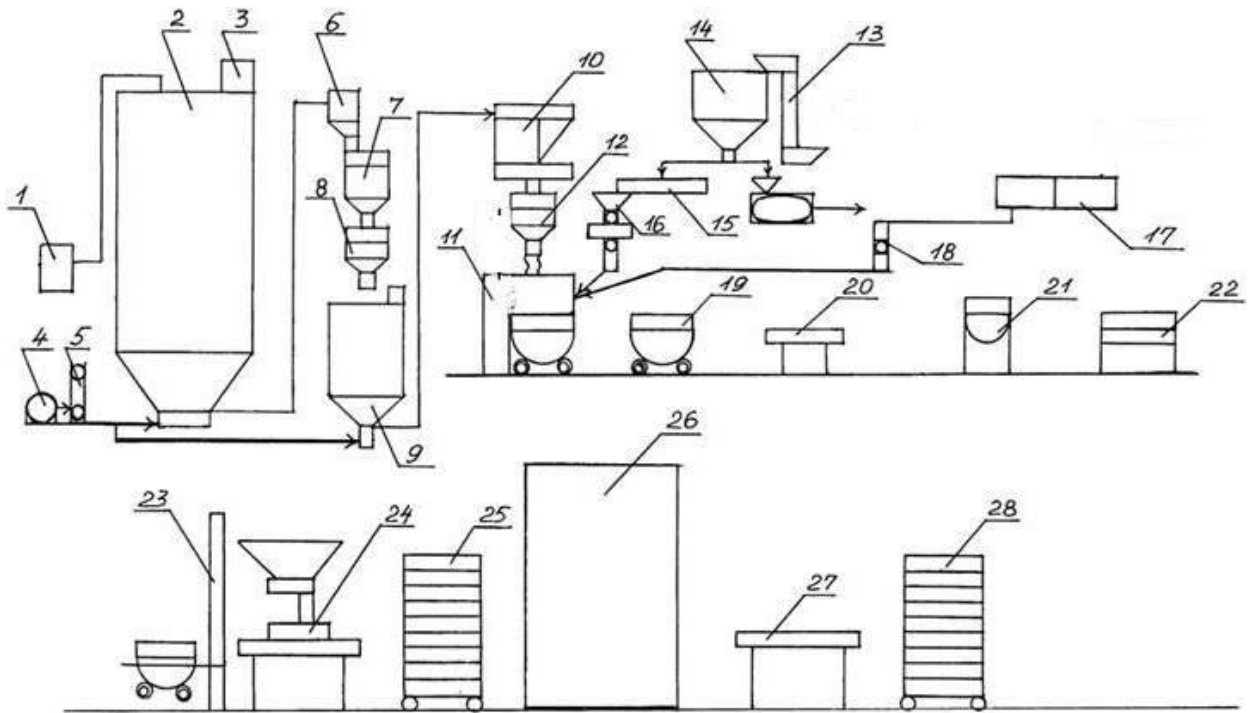


Рис. 4.1 Апаратурно-технологічна схема виробництва кексів з цілнозернового тритикалевого борошна збагачених шротом з насіння розторопші:

1, 2 – силос, 3 – фільтр, 4 – компресор, 5 – ресивер, 6 – просіювач, 7, 9, 10, 14 – бункер, 8 – автоматичні ваги, 13 – просіювач, 15 – транспортер, 16 – дозатор, 17 – 19 – діжа, 20 – 21 – змішувач, 23 – діжеперекидач, 24 – відсажувальна машина, 25, 28 – контейнери, 26 – ротаційна піч, 27 – циркуляційний стіл.

На підприємстві цукор зберігається у мішках вага яких становить 50 кг. Його висипають у просіювач (13), де цукор просіюють та промагнічують. Після чого цукор надходить у накопичувальний бункер (14), з якого за допомогою транспортера (15) надходить до дозатора (16).

Меланж надходить у бідонах, після розморожування його переливають у ємність із ситовою перегородкою (17) (діаметром 1,5 мм).

Масло вершкове пластифікують, при цьому його підігрівають до температури, близької до температури плавлення в умовах цеху на столі (20).

Амоній вуглекислий вводять у розчиненому вигляді, готуючи розчин у змішувачі (21).

Шрот з насіння розторопші очищають вручну від сторонніх домішок в ємності з ситом (22).

Приготування тіста для виробництв акексів починається в збивальній машині МК-49 (11), куди вводять вручну розм'якшене масло та збивають 7-10 хвилин. Додають цукор за допомогою дозатора марки МК-150 (16), вручну додають сіль. І збивають ще 5-7 хвилин, поступово вливаючи меланж за допомогою дозатора марки ШЗ-ХНМ (18). До збитої маси додають есенцію, розчин амонію, ретельно перемішують. Додають борошно дозатором (10) та замішують тісто. Загальна тривалість замісу 15–20 хвилин.

Далі тісто з бачка збивальної машини перевантажують в діжу (19), і за допомогою діжеперекидача (23) подають у відсаджувальну машину (24), де тісто з однаковою масою розкладають у форми для випікання. Після чого форми ставлять на полиці контейнера (25) та подають у ротаційну піч (26) на випікання ($t = 200-215^{\circ}\text{C}$, 40-45 хвилин).

Випечені вироби охолоджують до температури $60-70^{\circ}\text{C}$ на контейнері в камері, що охолоджує, потім вироби витягають із форм, для остаточного охолодження. На циркуляційному столі (27) кекси упаковують в ящики-лотки і проводять обробку поверхні кексів цукровою пудрою. Готові кекси із цільнозернового тритикалевого борошна збагаченні насінням розторопші укладають у контейнери (28).

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація умов охорони праці на робочому місці

Показники мікроклімату в робочій зоні по висоті та по горизонталі, а також протягом робочої зміни не виходять за межі нормованих величин оптимальної температури для даної категорії робіт, вказаної в додатку А, табл. А.1.

Ступінь концентрації отруйних газів, пилу та парів у повітрі лабораторії відповідають встановленим вимогам [14].

Лабораторія для проведення досліджень обладнана загальнообмінною примусовою вентиляцією відповідно до вимог [8] Правил з безпечної експлуатації систем вентиляції у хімічних виробництвах, затверджених наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 05.10.2009 № 164.

Мінімальний загальний рівень освітлення для даної лабораторії становить – 250-500 лк. Освітлення робочого місця – близько 500–1000 лк, яке відповідає вимогам «Інженерного обладнання будинків і споруд. Природне та штучне освітлення», які затверджені наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 15.05.2006 № 168. Види виробничого освітлення наведено в додатку А, табл. А.2.

Рівень шуму в лабораторії не перевищує норми (60 дБА), що відповідає вимогам [13].

Усе електричне обладнання (корпуси електричних машин, світильників, щитів управління, апаратів, металеві корпуси пересувних, розподільчих щитів, переносних електроприймачів та інш.) має заземлення відповідно до вимог розділів «Правил улаштування електроустановок» [26].

Розробка заходів з охорони праці

Усі студенти перед роботою в лабораторії проходять інструктажі з охорони праці: вступний інструктаж на робочому місці, поточний та повторний інструктажі. Проводяться лекції, вебінари, майстер-класи присвячені заходам боротьби з травматизмом, питанням гігієни праці та ін. [27].

Постійно проводяться виховні години з навчанням студентів надавати першу медичну допомогу при ураженні струмом, опіків та інших травм.

Для забезпечення захисту від шуму та вібрації в лабораторії застосовуються такі методи [13]:

- раціонально розмішують обладнання за ступенем їх шумності;
- проводять планування часу роботи шумного обладнання таким чином, щоб в цей час в лабораторії було найменше людей;
- своєчасно проводять технічне обслуговування обладнання;
- застосовують дистанційне управління шумними установками, методи автоматичного контролю.

У лабораторіях розміщене лише необхідне для забезпечення проведення аналізів з якості зерна обладнання, реактиви, тощо які зберігаються у шафах, на стелажах або на стаціонарно встановлених стояках.

Схема заходів та засобів із забезпечення пожежної безпеки в лабораторії наведено в додатку А, рис. А. 1

Моделювання небезпечних ситуацій

На рисунку 5.1 наведено модель процесу виникнення небезпечної ситуації (НС) в лабораторії при випіканні печива.

Печиво з багатокомпонентних борошняних сумішей випікають в духовій шафі при температурі 220–230°C (НУ), що супроводжується небезпечною

ситуацією, оскільки людина може випадково доторкнутись нагрітих елементів духової шафи (НД), які нагріті до високої температури та об'єкти частину тіла (НС), в результаті чого отримує травму (Т) та зниження працездатності (ЗП).

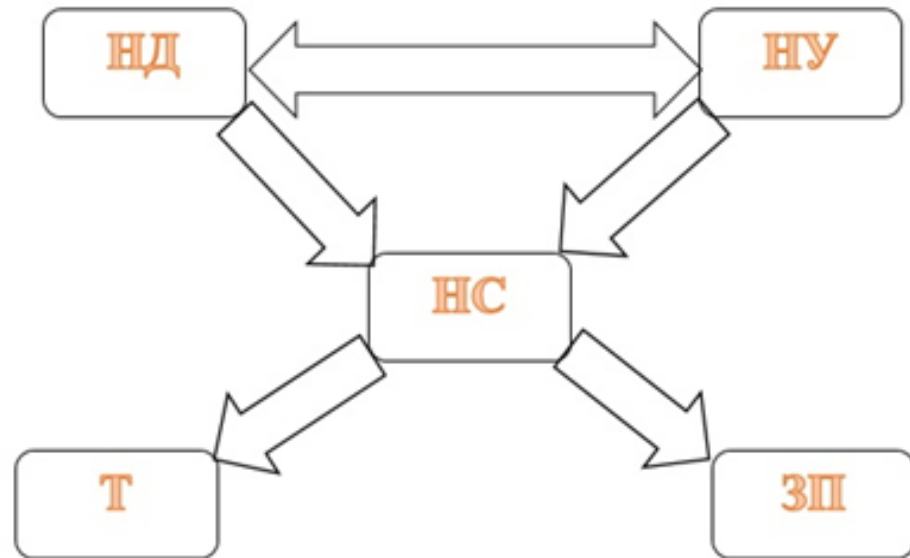


Рис. 5.1 Модель небезпечної ситуації під час випікання печива з багатокомпонентних борошняних сумішей

Лабораторія кафедри харчових технологій «Оцінки якості зерна та зернопродуктів» Уманського НУС забезпечена усім необхідним та відповідає вимогам з безпеки охорони праці.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

В результаті проведених досліджень пропонується ввести у виробництво новий вид кексів збагачених насінням розторопші.

Розрахунок виробничої потужності підприємства

Під виробничою потужністю розуміють максимальну можливість випуску продукції або максимальну кількість сировини, що переробляється в одиницю часу.

Розрахунок фонду робочого часу:

$$\Phi_{\text{роб.ч}} = 365 - (T_{\text{к.р.}} + T_{\text{т.р.}} + T_{\text{с.о.}}), \text{ де}$$

$T_{\text{к.р.}}$ – тривалість капітального ремонту, діб; $T_{\text{к.р.}} = 30$ діб;

$T_{\text{т.р.}}$ – тривалість поточного ремонту, діб; $T_{\text{т.р.}} = 12$ діб;

$T_{\text{с.о.}}$ – тривалість санітарної обробки, діб; $T_{\text{с.о.}} = 3$ діб;

$$\Phi_{\text{роб.ч}} = 365 - (30 + 12 + 3) = 320 \text{ діб.}$$

Для випічки кексів запроектована ротаційна піч Rokon FRN 5 Fimak з розмірами листа 40х60 см, кількість листів 5 шт.

Годинна продуктивність визначається за формулою:

$$\Pi_{\text{г}} = n_1 n_2 g_{\text{хл}} \times 60 / t_{\text{вип}}$$

n_1 – кількість виробів в одному ряду по ширині пода, шт ($n_1=6$ шт);

n_2 – кількість виробів в одному ряду по довжині пода, шт ($n_2=50$ шт);

$g_{\text{хл}}$ – вага одного виробу, кг;

$t_{\text{вип.}}$ – тривалість випічки, хв.

$$\Pi_{\text{г}} = 6 \times 50 \times 0,5 \times 60 / 30 = 300 \text{ кг/год}$$

Добова продуктивність (кг) визначається за формулою:

$$\Pi_{\text{доб}} = \Pi_{\text{год}} \times t_{\text{роб.}}, \text{ де}$$

$t_{\text{роб.}}$ – тривалість роботи печі для випічки даного виду виробу.

$$\Pi_{\text{доб.}} = 300 \times 8 = 2400 \text{ кг/доб}$$

Річна виробнича потужність (т/год) визначається за формулою:

$$\Pi_{\text{год}} = \Pi_{\text{доб}} \times T_{\text{роб.ч}} \times \Phi_{\text{роб.ч}} = 2400 \times 320 = 768 \text{ тис. т/рік}$$

План виробництва і реалізації продукції наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

План виробництва і реалізації

Основне обладнання	Найменування виробу	Кількість робочих годин	Норма продуктивності, кг/год	Добова продуктивність, кг/добу	Кількість робочих діб,	Річний виробіток тис. т/рік
Ротаційна піч Rokon FRN 5 Fimak	кекс збагачений насінням розторопші	8	300	2400	320	768

Техніко–економічні показники виробництва представлені в таблиці 6.2. Отже, при додаванні 15% шроту з насіння розторопші при випіканні кексу збагаченого насінням розторопші термін окупності становить 1,3 роки з рівнем рентабельності 17,5 %.

Таблиця 6.2

Техніко–економічні показники виробництва

Найменування показника	Кекс збагачений насінням розторопші
Виробнича програма, т/рік	865
Товарна продукція, тис. грн/рік	296,9
Повна собівартість, тис. грн	252,2
Прибуток, тис. грн/рік	64,5
Рентабельність, %	17,5
Роздрібна ціна, грн/шт.	12,5
Термін окупності, років	1,3

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень встановлено, що розроблені кекси з цільнозернового тритикалевого борошна збагачені порошком розторопші за нормативними показниками відповідають вимогам «ДСТУ 4505:2005 Кекси. Загальні технічні умови». Розробленні кекси мають підвищену біологічну цінність, містять підвищений вміст вітамінно-мінеральних комплексів та сполук антиоксидантів. Вміст легкозасвоюваних вуглеводів скоротився на 2 %.

Найбільша вологість кексів при додаванні 25% шроту розторопші – 13,9%, що на 17,7% більше порівняно з контролем. В решти варіантах цей показник становив 12,3–13,5 %, що на 4,2–14,4% більше порівняно з контролем.

Лужність кексів з цільнозернивого борошна тритикале збагаченого шротом з насіння розторопші коливалась в межах 1,1–1,8 град.

Харчові волокна не тільки зв'язують воду, але і утримують її під час випікання, що сприяє зменшенню упіканню виробів на 5,0...25,0% залежно від вмісту шроту з насіння.

Питомий об'єм кексів з цільнозернового тритикалевого борошна збагачених шротом з насіння розторопші становив 1,52–1,85 см³/г.

За органолептичною оцінкою кексу з вмістом до 15% включно характеризуються високими органолептичними властивостями – зовнішній вигляд, форма, пористість виробів задовольняють вимогам нормативної документації. Внесення шроту з насіння розторопші в зазначеній концентрації надає кексам горіхового присмаку.

Збільшення дозування добавок до 20 % від маси сировини дещо погіршує органолептичні характеристики продукції – колір м'якушки набуває темно-сірого відтінку, пористість стає нерівномірною, часточки добавок відчуються під час розжовування. Таким чином, раціональним є дозування шроту з насіння

розторопші у кількості 10–15 % від маси сировини зі зниженням рецептурної частки борошна.

Перекисне число під час зберігання, як у контрольного зразка, так і у дослідних, повільно зростає, що свідчить про більш повільне протікання окислювальних процесів.

Показник кислотного числа у свіжовипечених кексах без добавок становив 0,34 мг КОН/г, а у зразках із шротом – 0,05 мг КОН/г. Через 1...7 діб зберігання показник КЧ у контрольного зразка становив 1,15 мг КОН/г, а у кексах з 10 % та 15% шроту розторопші у 3,8 і 4,0 рази, рази менше ніж у виробках без добавок. Отримані дані свідчать про зменшення накопичення перекисних сполук та вільних жирних кислот у кексах із шротом розторопші. Встановлено, що ні в одному зразку кексів не виявлено мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, БГКП, патогенних мікроорганізмів, пліснявих грибів та дріжджів.

Оптимізована рецептура кексу сприятиме розширенню асортименту борошняних кондитерських виробів функціональної дії, що є досить важливим в сучасних умовах. Виробництво даного виду продукції дозволить розширити асортимент кондитерських виробів та задовольнити потреби населення в якісній і безпечній продукції збагаченій нутрієнтами.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В результаті проведення досліджень рекомендовано додавати 10–15% шроту з насіння розторопші при виробництві кексів з цільнозернового тритикалевого борошна, що сприятиме розширенню асортименту борошняних кондитерських виробів функціональної дії та задовольнить потреби населення в якісній і безпечній продукції збагаченій нутрієнтами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Афанасьєва О. П. Упровадження на ринок мафінів підвищеної харчової цінності. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. 2012. Вип. 1(2). С. 388-395
2. Бедрій Я.І. Охорона праці: Навчальний посібник. К.: ЦУЛ. 2002.322с.
3. Волюх М. Д. Дослідження показників якості хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності. Вісник Херсонського національного технічного університету . 2020. № 3. С. 107-114.
4. Вовк А. Д. Досвід застосування розторопші плямистої при хронічних вірусних гепатитах. Здоровье женщины. 2006. № 1 (25). Київ «Експерт». С. 35-38.
5. Григоренко О. М. Технологія виробництва та радіозахисні якості печива з розторопшею. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2011. № 37–38. С. 52–58.
6. Геврик Є.О., Пешко Н.П. Гігієна праці на виробництві: Навч. посіб. для студентів вищих навч. закладів. К.: Ельга Ніка Центр, 2004. 276 с
7. Державні санітарні правила та норми, гігієнічні нормативи. Правила влаштування і безпеки роботи в лабораторіях. 2002. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0001588-02>
8. Дуденко Н.В., Павлоцька Л.Ф. Фізіологія харчування. Харків: Торнадо. 2003. 407 с.
9. Дорохович А. М. Використання лактулози при виробництві кексів. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2009. Вип. 36(1). С. 177-180.
10. ДСТУ 4505:2005 Кекси. Загальні технічні умови

11. Желібо Є.П. Безпека життєдіяльності: Навч. посібник для студентів вищих навч. закладів. -К.: Каравела, 2005. -341 с.
12. Ільдїрова С. К. Технологія виробів з пісочного тіста з використанням дикорослої розторопші плямистої. Харчова наука і технологія. 2010. № 1 (10). С. 91 – 94.
13. Капліна Т. В. Вплив способу введення гарбузового насіння на органолептичні властивості кексів. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія : Технічні науки. 2016. № 1. С. 84-91
14. Крутовий Ж. А. Математичне моделювання рецептурної композиції кексу підвищеної харчової цінності. Наука та інновації. 2013. Т. 9, № 5. С. 5-9
15. Крутовий Ж.А., Манжос Н.В., Запаренко Г.В. Оптимізація вмісту інгредієнтів у раціонах одноразового споживання з високим вмістом кальцію. Зб-к наук. праць ХДУХТ. 2011. Вип. 1 (13) С. 390-397.
16. Кравченко М. Технологія кулінарних виробів із прісного тіста підвищеної харчової цінності. Товари і ринки. 2011. № 1. С. 115-120.
17. Крутовий Ж.А., Запаренко Г.В. Про альтернативний підхід до проектування рецептур хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів. 2012. Ч. 1. С. 48-49.
18. Кордзая Н. Якість цільнозернового пшеничного хліба з використанням коренеплідних овочів. Товари і ринки. 2012. № 1. С. 102-110.
19. Михайлов В.М., Крутовий Ж.А. та ін. Математичне моделювання раціонів харчування, що містять збалансований кальцій. Зб-к наук. праць Донецького нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. Донецьк, 2011. С. 105-110.
20. Павлоцька Л.Ф., Дуденко Н.В., Левітін Є.Я. та ін. Фізіологія харчування. 2011. 473 с.

21. Свідло К. В. Науково обґрунтована технологія кексового напівфабрикату геродієтичного призначення. Харчова наука і технологія. 2013. № 1. С. 30-32.
22. Стеценко Н. О. Мультизлакові пластівці підвищеної харчової цінності з антиоксидантними властивостями. Харчова наука і технологія. 2012. № 1. С. 31-35
23. Сафонова О. М. Оптимізація технології хліба зі слабого пшеничного борошна з додаванням поліпшуючих добавок. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2011. Вип. 2. С. 300-305.
24. Радзіховська А., Усатюк С. Розроблення технології пряників х додаванням шроту розторопші п'ятнистої. НУХТ 2014. С. 133–134.
25. Фалендиш Н. О. Застосування плодово-ягідної сировини в технології хліба. Харчова промисловість. 2013. № 14. С. 27-29.
26. Хлебутіна М. С. Розроблення складу кексу підвищеної харчової цінності. Харчова наука і технологія. 2012. № 3. С. 53-56.
27. Шелудько В. Удосконалення технологічних ліній кондитерського цеху в закладах ресторанного господарства, що спеціалізуються на виробництві продукції підвищеної харчової цінності. Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації. 2021. Т. 4, № 1. С. 105-120.
28. Шелудько В. М. Розширення асортименту сучасних борошняних кондитерських виробів підвищеної харчової цінності. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. 2021. Вип. 26. С. 71-77.
29. Alavi S. H. Structural properties of protein-stabilized starch-based supercritical fluid extrudates. Food Research International. 2009. № 32. P. 107-118.
30. Albini P.A. Microbial Enzymes and their effects on Extract recoveries from unmalted adjuncts. Journal of the Institute of Brewing. 1987. № 93. P. 97.

31. Alfawaz M. A. Chemical Composition and Oil Characteristics of Pumpkin (*Cucurbita maxima*) Seed Kernels. Research Bulletin No. 129. Agricultural Research Center. King Saud University. Saudi Arabia 2004. P. 5-18.
32. Baik, Byung-Kee. Extrusion of Regular and Waxy Barley Flours for Production of Expanded Cereals. Cereal Chemistry. 2004. Vol. 81. № 1. P. 94.
33. Brennan C.S. Dietary fibre, glycaemic response and diabetes. Molecular Nutrition and Food Research. 2005. 49 (6). pp. 560-570.
34. Brennan C.S. Tudorica C.M. Evaluation of potential mechanisms by which dietary fibre additions reduce the predicted glycaemic index of fresh pastas. - International Journal of Food Science and Technology. 2008. 43(12). pp. 2151-2156.
35. Brennan C.S., Samyue E. Evaluation of starch degradation and textural characteristics of dietary fiber enriched biscuits. International Journal of Food Properties. 2004. Vol.7. № 3. P. 647-657.
36. Brennan M. A. Amaranth, millet and buckwheat flours affect the physical properties of extruded breakfast cereals and modulates their potential glycaemic impact. Starch 2012. Volume 64. Issue 5. P. 392-398.
37. Butt M.S. Oat: unique among the cereals. European Journal Nutrition. 2008. 47(2). P. 68-79.
38. Christa K., Buckwheat grains buckwheat product-nutritional and prophylactic value of their components-review. 2008. № 26. P.153-162.
39. Cleary L.J. Andersson R., Brennan C.S. A comparison of the behaviour and susceptibility to degradation of two barley β -glucan fibre fractions, Glucagel TM and an aqueous-ethanol extract, in a white wheat bread, during fermentation, baking and in vitro digestion. Food Chemistry 2007. 102(3). pp. 889-897.
40. Dhiman A.K. Functional constituents and processing of pumpkin: A review. Food Sci Technol. 2009. 46(5). P. 411-417.

41. Gajula H. Fiber-enriched wheat flour precooked using extrusion processing: rheological, nutritional and sensory properties. Master's thesis, Kansas, USA: Kansas State University. 2007. 65 p.
42. Gil Z. Suchy gluten pszenny produkcja, wlasciwosci i zastosowanie. Tekst. Przegl. piekarski cukiern. 2001. R. 49. № 6. P. 12-15.
43. Gorgonio C.M. Macroscopic and physiochemical characterization of a sugarless and gluten-free cake enriched with fibers made from pumpkin seed (*Cucurbita maxima*, L.) flour and cornstarch. Cienc. Tecnol. Aliment., Campinas. 2011. 31(1). P. 109-118.
44. Gogus U., Smith C. n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. International Journal of Food Science & Technology. 2010. Vol.45. pp. 417-436
45. Gorinstein S. Comparison of composition and antioxidant capacity of some cereals and pseudocereals. International Journal of Food Science and Technology. 2008. 43. P. 629-637.
46. Gupta M., Bawa A.S., Semwal A.D. Effect of barley flour incorporation on the instrumental texture of sponge cake. International Journal of Food Properties. 2009. Vol.12. № 1. P. 243-251.
47. El-Adawy T.A., Taha K.M. Characteristics and composition of watermelon, pumpkin, and paprika seed oils and flours/ T.A. el-Adawy. J.agr.Food Chem. 2001. Vol.49. № 3. P. 1253-1259.
48. Lin L., Liu H., Yu Y., Lin S., Mau J. Quality and antioxidant property of buckwheat enhanced wheat bread. Food Chemistry. 2009. 112. P. 987-991.
49. Mukhopadhyay N., Extrusion cooking technology employed to reduce the anti-nutritional factor tannin in sesame (*Sesamum indicum*) meal. Journal of Food Engineering. 2003. № 56(2). pp. 201-202

50. Murate E.H., Prudencio-Ferreira S.H. Propriedades funcionais de concentrado proteico extrusado de sementes de girassol. Brazil. archives of biology and technology. Curitiba (Parana). 1999. Vol. 42. № 2. P. 213-221.
51. Murkovic M. Stability of pumpkin seed oil/ M. Murkovic, W. Pfannhauser. European Journal of Lipid Science and Technology. 2000. 102. P. 607611
52. Nawirska-Olszanska A. Characteristics of antioxidant activity and composition of pumpkin seed oil in 12 cultivars. Food Chemistry. 2013. № 139(1-4). P. 155-161.
53. Norfezah M.N. Comparison of waste pumpkin material and its potential use in extruded snack foods. Food Science and Technology International. 2011. Vol. 17. № 4. P. 367-373.
54. Salgo A. Microstructure of Extruded Mixtures of Cereals and Oil Seed Processing Residues. Food Structure. 2019. Vol. 8. No. 2. pp. 245-252.
55. Schoenlechner R. Functional properties of gluten-free pasta produced from amaranth, quinoa and buckwheat. Plant Foods for Human Nutrition. 2010. № 65. P. 339-349.
56. Singh S. Nutritional aspects of food extrusion: a review. International Journal of Food Science and Technology. 2007. 42. P. 916-929.
57. Simopoulos A. P. The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases. Experimental Biology and Medicine. 2008. № 6. P. 674-688
58. Vujasinovic V. Shelf life of cold-pressed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil obtained with a screw press. Journal of the American Oil Chemists' Society. 2010. № 87(12). 1497-1505.
59. Wolf B. Polysaccharide functionality through extrusion processing. Current Opinion in Colloid & Interface Science. 2010. Volume 15. Issues 1-2. P. 50-54.

60. Xanthopoulou M. Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts. *Food Research International*. 2009. № 42 (5-6). P. 641-646.
61. Yadav M. Medicinal and biological potential of pumpkin: an updated review. *Nutrition Research Reviews*. 2010. № 23. P. 184-190.

