

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

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПЕЧИВА З
БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ БОРОШНЯНИХ СУМІШЕЙ

Виконала – студентка II курсу, групи 21 м-з-тз
освітньої програми Технології зерна та зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»
Кордон Наталя Маратівна

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

УМАНЬ – 2023

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ЗБАГАЧЕННЯ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	7
1.1 Технологічні аспекти збагачення борошняних кондитерських виробів	7
1.2 Обґрунтування використання соргового, пшонаного та нутового борошна для отримання борошняних сумішей	11
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	16
2.1 Умови проведення дослідження	16
2.2 Схема досліду	16
2.3 Методика проведення досліджень	18
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	20
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	31
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	33
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	36
ВИСНОВКИ	38
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	41
ДОДАТКИ	49

ANNOTATION

Kordon N.M. Development of the technology for the production of cookies from multicomponent flour mixtures

Qualifying 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, 55 p.

The conducted review of the literature confirms that the creation of multicomponent flour mixtures is promising in the production of cookies. Because sorghum, millet and chickpea flour contains a number of useful properties: calcium, magnesium, sodium, potassium, vitamin K, vitamins of group B₁, B₂, B₁₂, PP, A, C and phosphorus.

Studies have shown that with the introduction of multicomponent flour mixtures, the moisture content of cookies increased from 5.1% in the control version to 5.8% in sample №4. As a result of the creation of multicomponent flour mixtures, the rate of baking cookies decreased, so, in the control version, this rate was 13.8%. In the remaining versions of the experiment, the baking index was 12.5–13.4%, which is 2–8% more compared to the control. It was the smallest in sample №4 when 40% of wheat and 20% of sorghum, millet and chickpea flour were added.

It was established that when creating a multicomponent flour mixture from wheat, sorghum, millet and chickpea flour, the alkalinity of shortbread cookies decreased from 0.82 degrees in the control version to 0.5 degrees in the version with the maximum mixture. The wetting rate of cookies is 150–170%.

According to the general indicator of cookie quality, the highest result is in the control option and samples № 1 and № 2. Therefore, the creation of multicomponent mixtures, which include wheat flour – 70%, sorghum flour – 10%, millet flour – 10%, chickpea flour - 10% ensures the formation of high-quality shortbread cookies.

ВСТУП

Продукти харчування повинні не тільки задовольняти потреби людини в основних поживних речовин і енергії, а також виконувати профілактичні та лікувальні функції [5].

Нині відзначається збільшення попиту населення кондитерські вироби.

Кондитерські вироби – висококалорійні та легкозасвоювані харчові продукти з великим вмістом цукру, що відрізняються приємним смаком та ароматом [7].

Істотний недолік кондитерських виробів - незначне утримання них таких важливих біологічно активних речовин, як вітаміни, макро- та мікроелементи, незамінні амінокислоти, поліненасичені жирні кислоти та харчові волокна [38].

Обґрунтування теми дослідження. Перед кондитерською промисловістю поставлене завдання – створити технологію виробництва якісно нових продуктів функціонального призначення, споживання яких сприятиме профілактиці та зміцненню здоров'я населення.

У розв'язання цієї задачі представляє великий інтерес застосування багатокомпонентних борошняних сумішей (сорго, нут, просо, тритикале та ін.).

Багатокомпонентні борошняні суміші містять у своєму складі значну кількість білків, незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів групи В, РР, Е, мінеральні речовини – кальцій, магній, фосфор, залізо, харчові волокна.

Це продукти зі збалансованим складом та підвищеним вмістом корисних для здоров'я інгредієнтів, функціонального призначення, зі збільшеним терміном зберігання [52].

Важливими в даний час є дослідження з розробки багатокомпонентних борошняних сумішей на основі натуральної сировини для отримання виробів

збалансованих за критеріями харчової цінності, безпеки та якості які мають хороші товарознавчі властивості [7].

Мета і задачі дослідження. Мета досліджень – розробити технологію виробництва печива з багатокомпонентних борошняних сумішей.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити задачі:

- провести огляд джерел літератури, патентної інформації за темою роботи;
- дослідити вплив різних співвідношень багатокомпонентних борошняних сумішей на фізико-хімічні властивості печива;
- дослідити вплив різних співвідношень багатокомпонентних борошняних сумішей на органолептичні властивості печива;
- визначити при якій концентрації багатокомпонентних борошняних сумішей виходять печиво з високими показниками якості;
- розрахувати енергетичну цінність печива з багатокомпонентних борошняних сумішей;
- оцінити економічну ефективність виробництва печива з багатокомпонентних борошняних сумішей.

Об’єкт дослідження – технологічна оцінка печива з багатокомпонентних борошняних сумішей.

Предмет дослідження – борошно пшеничне, борошно соргове, борошно пшоняне, борошно нутове, печиво.

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

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше проведено технологічну оцінку печива пісочного з багатокомпонентних борошняних сумішей. Встановлено, що:

- при внесенні багатокомпонентних борошняних сумішей вологість печива збільшувалась з 5,1% у контрольному варіанті до 5,8 у зразку №4;

- упікання печива знижувався з 13,8 % до 12,5 %;
- при створенні багатокомпонентної борошняної суміші з борошна пшеничного, соргового, пшоняного та нутового лужність печива пісочного знижувалась з 0,82 град у варіанті контроль до 0,5 град у варіанті з максимальним вмістом борошняної суміші;
- показник намоочуваності печива становить 150–170 %;
- міцність печива пісочного знижується від 183,2 до 168,9 10^{-3} Па залежно від кількості багатокомпонентної борошняної суміші;
- розрахунок харчової цінності показав збільшення вмісту вітамінів магнію, натрію, калію, та зменшення енергетичної цінності на 18,3 %;
- за загальним показником якості печива найвищий результат у варіанті контроль та зразках №1 та №2;
- створення багатокомпонентних сумішей у складі яких входять борошно пшеничне – 70 %, борошно соргове – 10 %, борошно пшоняне – 10 %, борошно нутове – 10 % забезпечує формування високоякісного печива пісочного.

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 55 сторінках комп'ютерного тексту (з них основного тексту – 39 сторінок). Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, що включає 74 найменування, з яких 36 латиницею та 2-ох додатків. Робота містить 14 таблиць та 13 рисунків.

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ЗБАГАЧЕННЯ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Технологічні аспекти збагачення борошняних кондитерських виробів

Борошняні кондитерські вироби є групою харчових продуктів широкого асортименту, що значно розрізняються за рецептурним складом, технологією виробництва та споживчими властивостями. Вони мають купівельний попит у населення та відіграють істотну роль у поповненні енергетичного балансу людини [1, 5, 19].

Стабільність споживання борошняних кондитерських виробів населенням України дозволяє вважати їх поряд із хлібом та іншими виробами продуктами першорядного значення [42].

Нині, у харчовій промисловості країни простежується тенденція до збільшення виробництва борошняних кондитерських виробів [15].

В умовах конкуренції із зарубіжними фірмами для вітчизняних виробників науково-технічними проблемами є створення високоефективних технологій, підвищення споживчих властивостей та харчової цінності виробів, удосконалення структури та розширення асортименту, розробка оригінальних рецептур, створення виробів функціонального призначення [2, 39].

Одним із перспективних напрямків вирішення цих проблем є використання для виробництва борошняних кондитерських виробів готових концентратів, продуктів багатокомпонентного складу, які отримали назву багатокомпонентні борошняні суміші (ББС). Вони займають все більше місце в структурі борошняних виробів, так як на їх основі можна виробляти широкий асортимент продуктів: кексів, бісквітів, тортів, печива, пряників, круасанів, шарів, пончиків

та ін.[17, 23].

Основний недолік борошняних виробів загалом у тому, що біологічна цінність цих продуктів невелика. Вони є в основному джерелом вуглеводів і жирів, тому їх надмірне споживання порушує збалансованість раціону як по харчових речовинах, так і по енергетичній цінності. У той самий час вміст найважливіших мікронутрієнтів, зазвичай, незначний. Приміром, розрахунки показують, що 100 гр борошняних кондитерських виробів забезпечує трохи більше 4–5 % добової потреби людини у вітамінах В₂ і РР, які внесок у загальну енергетичну цінність у своїй рівні споживання може становити 18–20 %. Тому в даний час створення борошняних кондитерських виробів нового покоління немислимо без збагачення їх життєво важливими мікронутрієнтами [4, 17, 40, 45].

Саме багатокomпонентні борошняні суміші служать зручним об'єктом для збагачення виробів мінеральними речовинами, вітамінами, харчовими волокнами. Поряд з основними рецептурними компонентами композитної суміші (борошно пшеничне, цукрова пудра, яйця), як один з компонентів доречно використовувати нетрадиційні види борошна (соргове, спельтове, нутове, рисове, гречане, тритикалеве і т.д.) [7, 22].

Встановлено, що печиво з сорго та пшона може бути поживним і корисним завдяки багатству хімічних складових (харчових волокон, білків, жирних кислот і мінералів) і біоактивних сполук [18, 34].

Для збагачення хлібобулочних виробів повноцінними білками Hooda S., Jood S. [50] рекомендують використовувати білкові ізоляти з сої, які багаті на незамінні амінокислоти, зокрема лізин і треонін та містять у своєму складі від 80 до 90% білка на суху речовину. Білки сої є найбільш цінними серед білків рослинного походження за амінокислотним складом. Їхня засвоюваність перевищує засвоюваність молочних і м'ясних білків. Додавання в хлібобулочні

вироби соєвих ізолятів збагачує готову продукцію лізином, вітамінами В₁, В₂ і РР.

У роботі [37] досліджено використання пасти і порошку із цукрових буряків, а також морквяної пасти при виробництві кексів. Доведено позитивний вплив пасти і порошку із цукрових буряків, які не тільки покращують органолептичні показники але й позитивно впливають на фізико-хімічні і структурномеханічні властивості готових виробів.

Науковцями [41] розроблена технологія використання мікронізованого зерна пшениці, зерна проса та насіння льону у виробництві булочних виробів. Встановлено раціональну кількість добавок, яка дорівнює 10,0% від маси борошна у булочних виробах із мікронізованим зерном проса, 11,0% – із мікронізованим насінням льону, 9,0% – із мікронізованим зерном пшениці. Експериментально встановлено, що булочні вироби із використанням мікронізованого зерна характеризуються високими органолептичними показниками, підвищеною харчовою, біологічною цінністю та володіють радіозахисними властивостями.

Авторами [8] досліджено вплив борошна гарбуза, кавуна, розторопші шипшини і винограду на якість печива. Встановлено підвищення вмісту клітковини і пектину в готових виробах. Відмічено подовження терміну зберігання.

У роботі [55] розглянута можливість заміни цукру-піску апельсинове, гарбузове і морквяне пюре у рецептурі печива. Доведено, що оптимальні відсотки внесення для заміни цукру є 25, 20 і 20 % відповідно для апельсинового, морквяного і гарбузового пюре.

На основі борошна різних видів, з використання багатокomпонентних порошкоподібних напівфабрикатів і продуктів екструдуювання круп створені багатокomпонентні борошняні суміші для печива лікувально-профілактичного і

дієтичного призначення. В результаті проведених досліджень встановлено що печиво має високий вміст заліза [6, 16, 57].

Позитивний ефект від впровадження нових функціональних продуктів полягає у зниженні калорійності традиційних кондитерських борошняних виробів, що допоможе знизити енергетичну складову щоденного раціону споживачів. Такі розробки дозволяють розширити асортимент виробів функціонального призначення, сприяють збереженню здоров'я населення [8].

Науковцями [56] ведуться дослідження з приготування вафельного тіста з амарантової та нутової борошна. Отримані за цією технологією вафельні листи мають фізикохімічні та структурно-механічні показники якості традиційних виробів, але відрізняються розвиненою пористістю і мають достатню міцністю та хрусткими властивостями.

Авторами [36] проведено експериментальні дослідження в яких додавали вівсяний солод до пшеничного борошна в рецептах здобного печива. Встановлено що поліпшилися органолептичні властивості, якість та підвищилась біологічна цінність го того продукту, зменшилась кількість цукру та жиру і знизилась й калорійність.

Були проведені дослідження з використанням рисового борошна з дробленого рису в кількості 3% до борошна пшеничного з додаванням молочної сироватки, що сприяє збільшенню обсягу та пористості хліба [49].

Нині, борошномельні підприємства України збагачують пшеничне борошно з низькими хлібопекарськими властивостями сухою пшеничною клейковиною. При цьому поліпшуються технологічні властивості борошна. Хлібобулочні вироби з такого борошна мають більший об'єм та привабливий зовнішній вигляд, добру структуру м'якушки. При виробництві хлібобулочних виробів з борошна пониженої якості додають від 1 до 4% сухої клейковини від маси борошна, а при виготовленні хліба для діабетиків – 15–20% [1, 4, 8].

Створено хлібобулочні вироби функціонального призначення з додаванням

інуліну, цикорію і Р-каротину, що входить до складу препарату «Катомас» – суміш рослинної олії, Р-каротину (до 120 мг/100 г), а-токоферолу (до 200 мг/100г) [51]. При використанні препарату «Катомас» підвищується харчова й біологічна цінність хлібобулочних виробів, поліпшується їх зовнішній вигляд. Додатки вносять у кількості 2,0 і 3,0% інуліну і 0,5% «Катомасу», яким замінюють маргарин, поліпшуючи таким чином вітамінний склад хлібобулочних виробів. Використання інуліну і Р-каротину сприятливо впливає на якість виробів.

1.2 Обґрунтування використання соргового, пшонаного та нуттового борошна для отримання борошняних сумішей

Сорго, просо та нут є важливими джерелами білка та енергії для багатьох людей. Ці культури багаті поживними речовинами, такими як білки, мінеральні речовини, біологічно активні сполуки та воски, що знижують рівень холестерину [5].

Вони також вважаються найкращими продовольчими культурами для майбутнього використання людиною через їхню високу стійкість до посухи та високої температури та невеликі потреби в ресурсах під час росту [8].

Ці життєво важливі злаки використовуються для приготування різноманітних продуктів і напоїв у країнах, що розвиваються; однак вони все ще переважно використовуються як корм для тварин у розвинених країнах [22].

Через глобальне потепління, дефіцит води, зростання населення та занепокоєння здоров'ям щодо продуктів, що містять глютен, популярність і важливість продуктів із сорго та пшона значно зросла в останні десятиліття. Безглютенові продукти дуже необхідні для лікування целиакії, імуніопосередкованої ентеропатії, яка активується споживанням продуктів із пшениці, ячменю та жита, що містять глютен [41, 43, 52, 59].

За кордоном до рецептури хлібобулочних виробів включають соргове борошно, що має кращий хімічний склад порівняно з іншими видами [70–72].

Приходько Ю. С. та Дробот В. І. встановлено [28], що соргове борошно переважає рисове та кукурудзяне за вмістом білка на 46 та 50 %, жирів у 5 та 2 рази відповідно. Основною складовою соргового борошна є вуглеводи. Проте крохмалю в ньому менше порівняно з рисовим та кукурудзяним борошном в середньому на 19,2 та 9,5 %, харчових волокон більше у 2,5 рази, моно та дицукрів більше порівняно з рисовим борошном в 2,7 рази, а з кукурудзяним – в 1,5 рази %. Містить значну кількість вітамінів, особливо пантатенової кислоти, фолацину та токоферолу. Це борошно містить поліненасичених жирних кислот майже на рівні рисового і на 12,2 % більше ніж кукурудзяне, білки цього борошна мають кращий амінокислотний склад. Доведено, що соргове борошно має кращий жирнокислотний склад. Це борошно містить поліненасичених жирних кислот майже на рівні рисового і на 12,24 % більше ніж кукурудзяне.

Сорго містить тіамін (вітамін B₁), який оптимізує пізнавальну активність та функції мозку. Він позитивно впливає на рівень енергії, ріст, нормальний апетит, здатність до навчання і є необхідним для тону м'язів травного тракту, шлунку та серця. Виступає як антиоксидант, захищаючи організм від негативних факторів зовнішнього середовища, руйнівного впливу старіння, алкоголю та тютюну. Сорго за своїм антиоксидантним та протизапальним складом корисніше чорниці та гранатів. В 1 г сорго міститься до 62 мг поліфенольних сполук. Для порівняння, у чорниці, яку завжди вважали чемпіоном за вмістом цих корисних властивостей, їх всього лише 5 мг на 100 г [20, 29, 35].

Сприяє синтезу жирних кислот, холестерину, стероїдних гормонів та вітамінів А і Д, синтезу протеїнів та амінокислот, та регуляції рівня глюкози у крові, утворенню ніацину (вітаміну PP), синтезу білків, гемоглобіну, а також транспортуванню кисню еритроцитами. Багатий на вітамін Н (біотин). Вітамін

Н бере участь у синтезі глюкози, синтезі та розщепленні жирних кислот, впливає на метаболізм амінокислот [37, 44, 48].

Борошно з проса містить 12–14 % протеїну, 80–82 % крохмалю, 2,0–3,5 мг/кг каротиноїдів, 2–3 % жиру. Просо характеризується високим вмістом вітамінів групи В (В₂, В₅, В₆), макро- і мікроелементів (магнію, йоду та ін.) [15, 19, 44, 52, 53]. Цінність проса визначається практично безвідходним використанням продуктів його переробки в харчовій, кормовій, фармацевтичній, мікробіологічній промисловості [14]. У зернах проса у великій кількості містяться незмінні амінокислоти – лізин, метіонін, триптофан., та інші. Крім того, просо багате на клітковину і сприяє виведенню з організму токсинів і баластних речовин [33, 52, 69].

Для одержання борошняних кондитерських виробів високої якості актуальним є використання багатофункціональних добавок з вітчизняної рослинної сировини. До такої сировини відноситься борошно з бобів нуту. Борошно з нуту відноситься до легкозасвоюваних продуктам і володіє кориснішими поживними властивостями, ніж борошно пшеничне. Воно збалансоване за складом білків, вуглеводів і жирів, багате на клітковину.

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що в міжнародній практиці для збагачення різних харчових продуктів білком використовують борошно із нуту [17, 19]. Його застосовують для виготовлення безглютенового хліба та спагеті, дитячих сумішей для немовлят [46, 74], функціональних оздоровчих м'ясо-рослинних паштетів [48, 56]. Перевагою використання борошна нуту як джерела білку порівняно з пшеничним та рисовим борошном при виробництві харчових продуктів є низький глікемічний індекс [66]. Крім того, борошно нуту має водно- та маслороз'язуючі, в'язуючі емульгуючі та піноутворюючі властивості, що сприяють поліпшенню текстури безглютенового хліба та спагеті [21, 22, 60]. Встановлено, що нутове борошно є не тільки джерелом рослинного білку з високим вмістом лізину, лейцину, аргініну, а також дубильних і фенольних

сполук. Нутове борошно проявляє високі гідроколоїдні властивості при формуванні текстури різних видів харчових продуктів, що мають високий вміст вологи [21–23].

Борошно з нуту є цінним біологічним продуктом, який містить велику кількість вітамінів (бета-каротин, вітаміни А, В₁, В₂, В₆, С, Е, А і РР, особливо багато міститься вітаміну Е) і мінеральних речовин (кальцій, магній, натрій, калій, фосфор, залізо) [30, 39].

В таблиці 1.1 предсталено хімічний склад борошна пшеничного, соргового, пшоняного та нутового.

Таблиця 1.1

Хімічний склад різних видів борошна [25, 41, 48, 55]

Найменування	Вміст у 100 продукту			
	Борошно пшеничне в/с	Борошно соргове	Борошно пшоняне	Борошно нутове
Макроелементи, %				
Білки, г	10,3	10,83	10,75	20
Жири, г	4,1	3,1	4,25	229
Вуглеводи, г	76	76,2	75,1	58
Клітковина, г	3	6,53	3,5	4
Зола, г	0,5	1,84	1,21	236
Мінеральні речовини, мг				
Калій	122	239,67	224,0	932
Кальцій	18	12	14,0	246
Магній	16	489,5	119,0	125
Фосфор	86	247,8	285,0	383
Залізо	1,2	23,2	3,9	2,5
Мідь	100	0,25	0,5	648

Цинк	0,7	9,3	2,6	2,8
Натрій	3	4,6	4,0	70
Хром	-	0,8	-	-
Хлор	20	-	-	46
Марганець	0,6	1,2	1,0	2,1
Селен	-	-	32,7	-
Вітаміни, мг				
С	-	0,5	-	3,87
В1	0,57	0,39	0,4	0,51
В2	0,44	0,12	0,1	0,16
РР	1,2	4,4		2,25
В5	-	0,54	1,3	-
В6	-	0,4	0,4	0,55
В9	-	-	42	-
Е	2,57	0,8	0,1	-
А	-	-	-	0,19
К	-	-	0,8	-

Отже, борошняні кондитерські вироби потребують збагачення макро та мікроелементами. Одним з шляхів підвищення харчової і біологічної цінності є використання багатокомпонентних борошняних сумішей, з високоякісної сировини з підвищеним вмістом мікронутрієнтів.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Умови проведення дослідження

Дослідження проводили у навчально-науковій лабораторії «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» Уманського національного університету садівництва. Для дослідження взято борошно пшеничне, соргове, пшоняне та нутове.

2.2 Схема досліду

З метою забезпечення спрямованості та послідовності проведених досліджень було розроблено загальну схему досліджень, що представлена на рис. 2.1.

В таблиці 2.1 представлено склад багатокомпонентних борошняних сумішей для різних зразків.

Повторність досліду – триразова.

Таблиця 2.1

Склад багатокомпонентних борошняних сумішей

Варіант	Борошно, %			
	пшеничне	соргове	пшоняне	нутове
Контроль	100	-	-	-
Зразок №1	85	5	5	5
Зразок №2	70	10	10	10
Зразок №3	55	15	15	15
Зразок №4	40	20	20	20



Рис. 2.1 Схема дослідження

2.3 Методика проведення досліджень

Багатокомпонентні борошняні суміші готували в лабораторних умовах шляхом змішування основного та додаткового сировини до рівномірного розподілу всіх компонентів суміші.

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

Рецептура печива пісочного включала борошно (пшеничне, соргове, пшоняне, нутове залежно від зразка) – 100 г, масло – 55 г, цукрова пудра – 50 г, яйця – 20 г, ванільний екстракт – 0,38 см³, розпушувач – 2 г, сіль – 1 г.

Технологію виробництва печива з багатокомпонентних борошняних сумішей представлено на рис. 2.2.

Вологість печива визначали за ДСТУ 4910:200 [11] висушуванням до постійної маси, здатність до намокання згідно ДСТУ 5023:2008 [12] за відношенням маси до намоклого виробу до маси сухого виробу, лужність – ДСТУ 5024:2008 [10].

Органолептичні показники якості досліджуваного печива визначали методом експертних оцінок. В зразках печива визначали такі органолептичні показники: смак і запах (P_1), форма (P_2), зовнішній вигляд (P_3), колір (P_4).

Для визначення комплексного показника (K_0), визначали коефіцієнт вагомості (M_i) кожного показника з урахуванням основних принципів кваліметрії $\sum M_i = 1,0$, тобто $M_1 + M_2 + M_3 + M_4 = 1,0$. Розрахунки проводили за формулою:

$$K_0 = M_1 \frac{P_1}{P_1^6} + M_2 \frac{P_2}{P_2^6} + M_3 \frac{P_3}{P_3^6} + M_4 \frac{P_4}{P_4^6}$$

Математичну обробку експериментальних даних здійснювали, використовуючи пакет стандартних програм Microsoft Excel 2010.

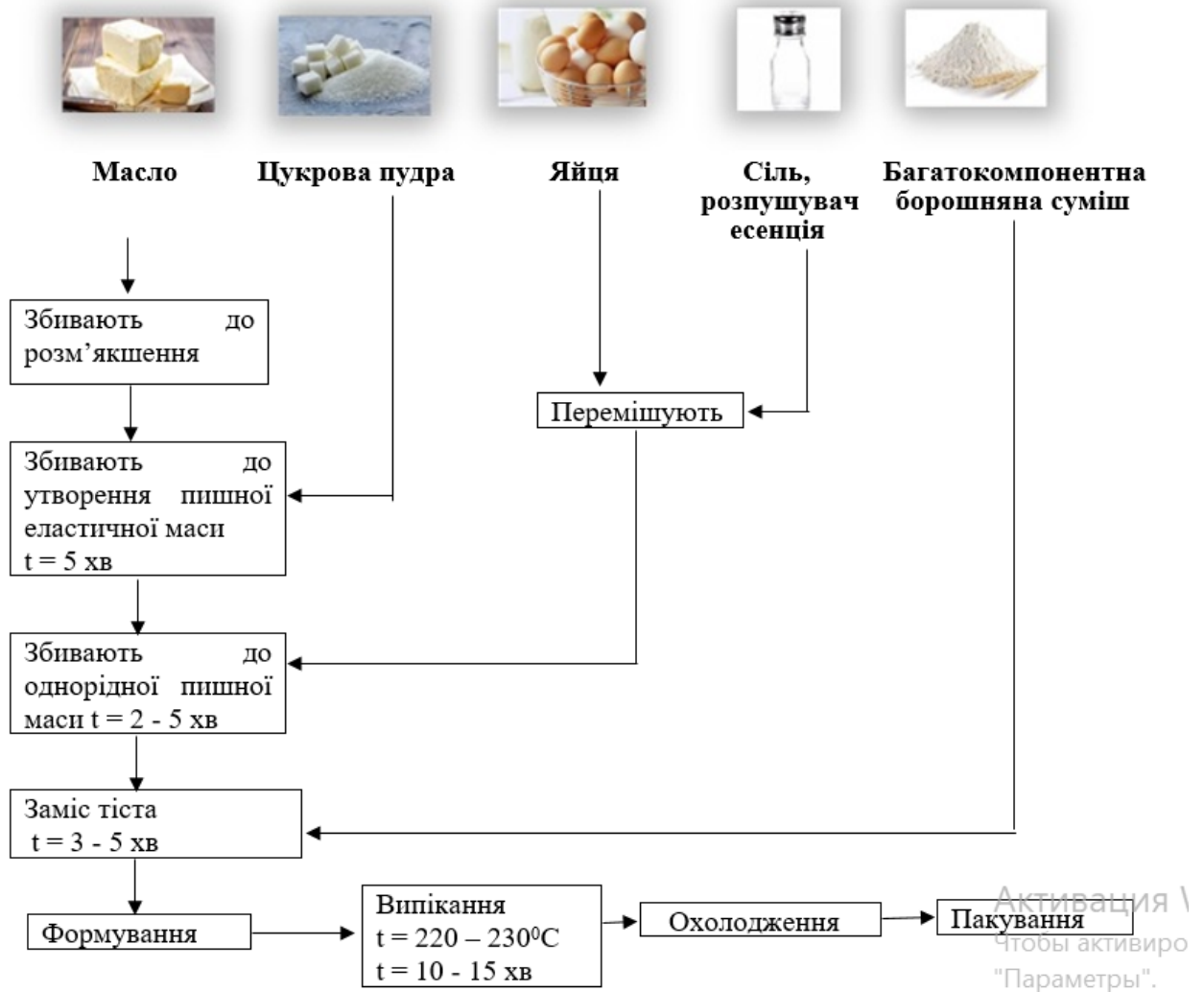


Рис. 2.2 Технологічна схема виробництва печива з багатокомпонентних борошняних сумішей

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

Економічну ефективність виробництва печива пісочного розраховували за витратами на зберігання та реалізаційні ціни 2023 р.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Створення багатокомпонентних борошняних сумішей на основі сировини рослинного походження, в рецептурі борошняних кондитерських виробів, дозволяє не тільки розширити асортимент продукції, змінити органолептичні та споживчі характеристики, а й збагатити вироби мікро та макроелементами, харчовими волокнами. Поєднання різних компонентів рослинної сировини сприяє покращенню смаку, аромату та кольору, що дозволяє виключити з рецептурного складу барвники, ароматизатори, кислоти [62–64].

Кожен із рецептурних компонентів, що утворюють складну систему пісочного тіста, відіграє певну роль в процесі тістоутворення [23]. При цьому особливо важливий контроль та управління технологічними (вологість, температура, тривалість замісу) та рецептурними (кількість, якість, консистенція сировини, що вноситься) факторами, які визначають якість готових борошняних кондитерських виробів. Пісочне печиво здатне зазнавати змін, викликаних фізичними, фізико-хімічними, хімічними або мікробіологічними процесами [25].

Фізичні процеси обумовлені деформацією, що виникає при механічному впливі на вироби, що призводить до пошкоджень, що руйнують структуру печива, спричиняючи кількісні втрати. Фізико-хімічні процеси впливають зміну сорбційно-десорбційних властивостей печива. Сорбційні процеси призводять до зволоження печива, що володіють гігроскопічними властивостями, та сприяють його розм'якшенню та деформації [5, 31]. Процес десорбції викликає усихання, яке тягне за собою втрату маси печива. Хімічний процес – прогрівання жирів, що протікає в печиві при контакті з киснем повітря, надає виробу гіркого смаку та прогрітого запаху. Мікробіологічні процеси пліснявіння, бродіння – один з головних причин псування продукції при зберіганні [2, 42, 44]. Тому дотримання технологічних параметрів на всіх стадіях виробничого процесу

здатне забезпечити стабільні характеристики готової продукції, що відповідає показникам нормативної документації

За вимогами ДСТУ 3781:2014 [9] вологість печива пісочного становить $5,5 \pm 1,5\%$. Встановлено, що у варіанті контроль вологість печива становила 5,1 % (рис. 3.1). При створенні багатокомпонентних борошняних сумішей цей показник збільшувався. Це говорить про можливість підвищення виходу печива при використанні для його виробництва багатокомпонентних борошняних сумішей в результаті зниження упікання. Так, у зразку №1 вологість печива становила 5,2 % та збільшувалась до 5,8 у зразку №4. Проте, лише зразок №4 не відповідав вимогам стандарту. Підвищення вологості в дослідних зразках пов'язано з більш високим вмістом в даних видах борошна клітковини як розчинної так і нерозчинної, що сприяє утриманню вологи

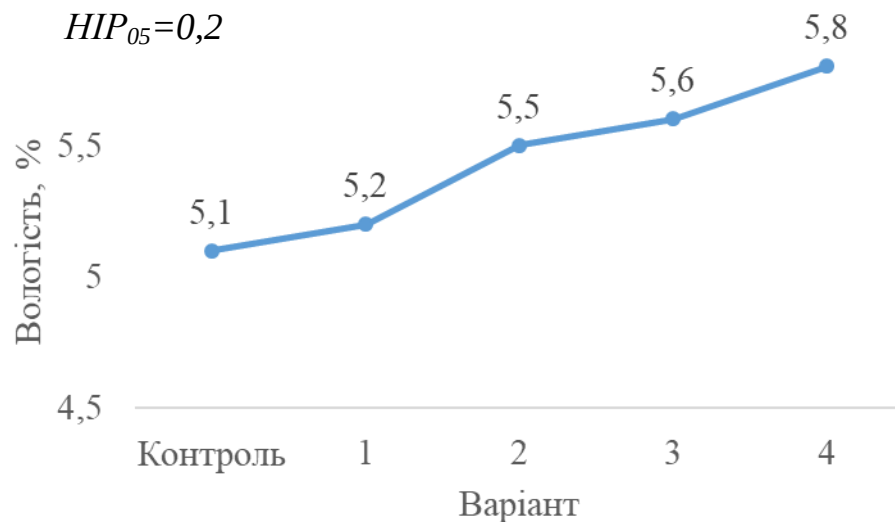


Рис. 3.1 Вологість печива з різних багатокомпонентних борошняних сумішей, %

В результаті створення багатокомпонентних борошняних сумішей показник упікання печива знижується (рис. 3.2). Так, у варіанті контроль цей показник становив 13,8%. У решти варіантах дослідів показник упікання становив 12,5–13,4%, що на 2–8% більше порівняно з контролем. Найменшим

він був у зразку №4 при внесенні 40% пшеничного та по 20 – соргового, пшонаного та нутового борошна.

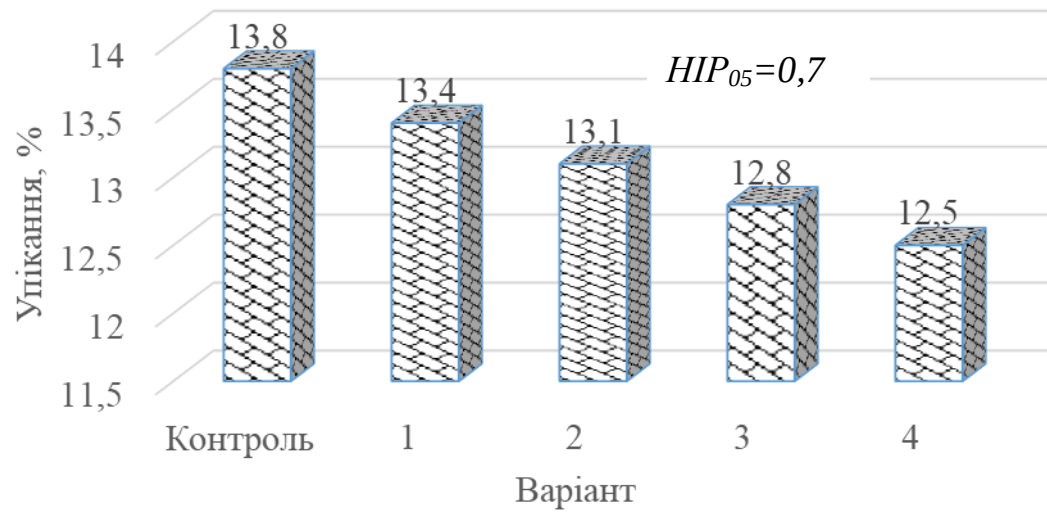


Рис. 3.2 Уп'яання печива з різних багатокомпонентних борошняних сумішей, %

Печиво пісочне, в складі якого наявний розпушувач, обов'язково контролюється показник лужності, який відповідно до стандарту не повинен перевищувати 2 град [14].

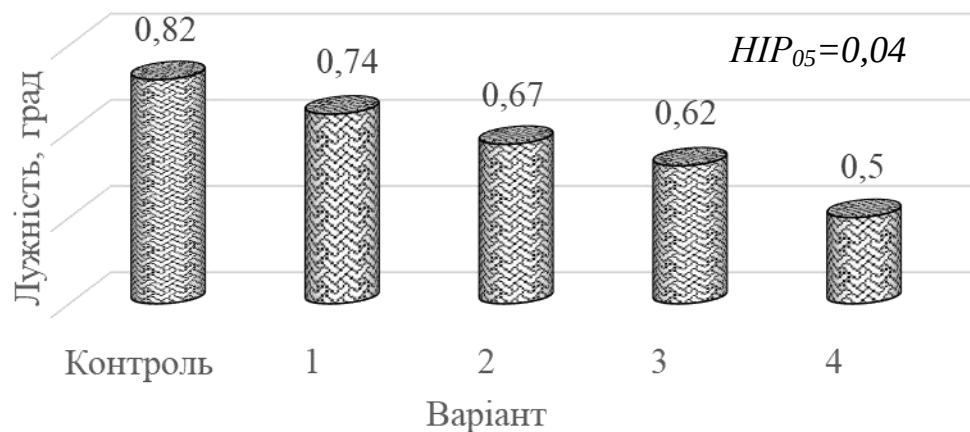


Рис. 3.3 Лужність печива з різних багатокомпонентних борошняних сумішей, град

Встановлено, що при створенні багатокомпонентної борошняної суміші з борошна пшеничного, сорновоно, пшоняного та нутовогої лужність печива пісочного знижувалась з 0,82 град у варіанті контроль до 0,5 град у варіанті з максимальним вмістом борошна соргового, пшоняного та нутового (рис. 3.3).

Таку тенденцію можна пояснити присутністю у борошні сорговому, пшоняному та нутовому кислот, які вступають у взаємодію з розпушувачем лужної природи, що спричиняє їх нейтралізацію.

Намочуваність відображає здатність печива поглинати вологу. Така здатність у деякій мірі залежить від його пористості та фізико-механічних властивостей.

Встановлено, що усі зразки отриманого печива пісочного за показником намочуваності відповідають вимогам нормативної документації, згідно якої цей показник має бути не менше 150 %. Намочуваність печива коливалась в межах 150–170% залежно від варіанту. Так найбільшим цей показник був у зразку №4 – 170%, що на 22,6 % більше порівняно з контролем.

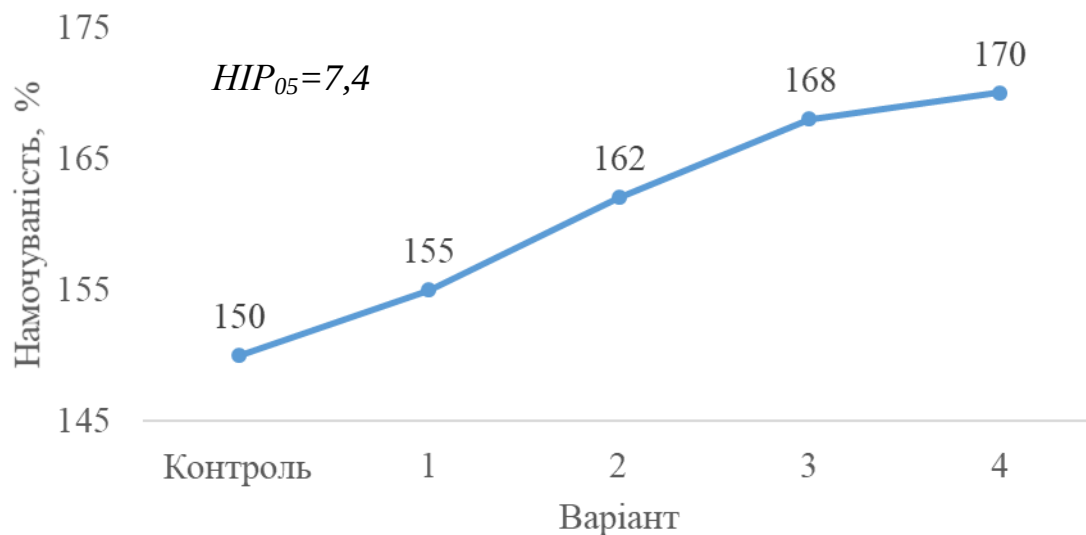


Рис. 3.4 Намочуваність печива з різних багатокомпонентних борошняних сумішей, %

Міцність печива пісочного залежить від його щільності. Крім цього, на міцність впливають фізико-механічні властивості, які зумовлені рецептурним складом і технологічним обробленням, тобто печиво може мати пористу структуру й одночасно бути дуже міцним.

Збільшення вологості та намокання печива пісочного зумовлює зменшенню показника міцності (рис. 3.5).

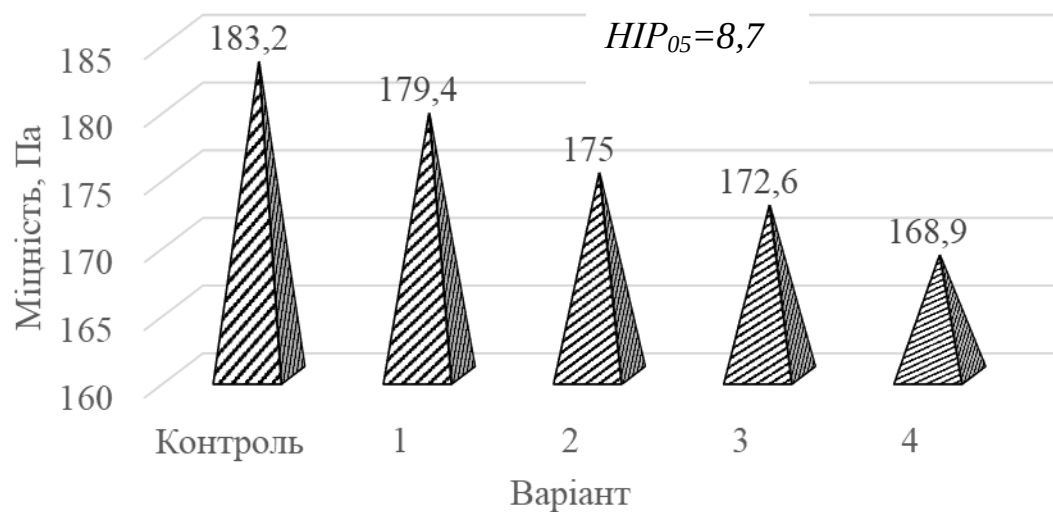


Рис. 3.5 Міцність печива з різних багатокомпонентних борошняних сумішей, $\times 10^{-3}$ Па

Встановлено, що за умов збагачення печива багатокомпонентними борошняними сумішами показник міцності знижується від 183,2 до 168,9 10^{-3} Па або менше на 7,8% порівняно з контролем.

Результати досліджень свідчать, що органолептична оцінка печива пісочного змінювалась залежно від кількості борошна різних видів у його

рецептурі

(табл.

3.1).

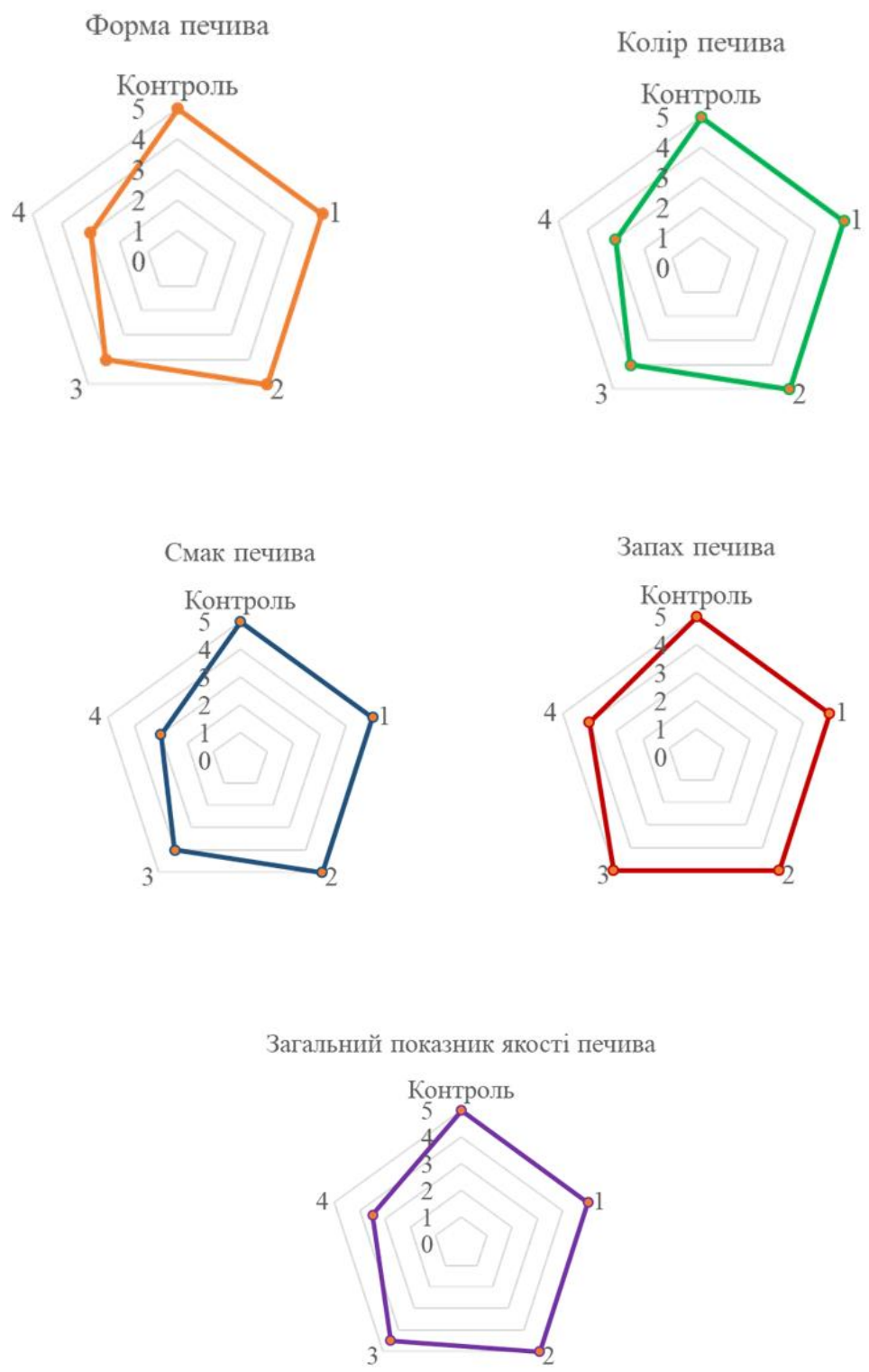


Рис. 3.5 Кулінарна якість печива пісочного з різних багатокomпонентних борошняних сумішей

Найкращу форму мало печиво у варіанті контроль та зразках №1 та №2, що становила 5 балів. В решти зразках цей показник становив 4 та 3 бали. Колір печива змінювався від світло-коричневого до коричневого. Смак печива у варіанті контроль, зразках №1, №2 був виражений (5 балів), з підвищенням вмісту багатокомпонентних борошняних сумішей, смак печива погіршувався. При цьому слід відзначити, що вміст багатокомпонентних борошняних сумішей не істотно впливав на запах печива, у всіх варіантах, окрім зразку №4, цей показник становив 5 балів.

За загальним показником якості печива найвищий результат у варіанті контроль та зразках №1 та №2. Дані розрахунку харчової та енергетичної цінності печива представлено в таблиці 3.2.

Встановлено, що при виробництві печива з багатокомпонентних борошняних сумішей збільшується вміст натрію, калію, каротину, аскорбінової кислоти, вітаміні, спостерігається зменшення енергетичної цінності на 19,8 %, що нині є затребуваним у споживачів харчових продуктів зі зниженою калорійністю.

Таблиця 3.2

Харчова та енергетична цінність печива з різних багатокомпонентних борошняних сумішей, (на 100 г продукту)

Найменування показника	Печиво пісочне (контроль)	Печиво з багатокомпонентних борошняних сумішей
Білки, г	5,7	7,3
Жири, г	16,4	12,8
Вуглеводи, г	56,7	39,9
Клітковина, %	0,44	1,5
Енергетична цінність, ккал	379	314
Вміст мінеральних речовин, мг:		

Na	147	190
K	86	111
Ca	25	29
Mg	21	25
P	84	73
Fe	2	1
Вітаміни, мг:		
B ₁	0,27	0,29
B ₂	0,10	0,16
PP	0,68	0,74
C	0	0,32

Встановлено, що харчова цінність печива з багатокomпонентних борошняних сумішей має більший вміст вітамінів та мінеральних речовин.

Оптимізація рецептури виробництва печива передбачає визначення такого співвідношення рецептурних компонентів, яке забезпечуватиме найкращу якість продукту з точки зору відповідності визначених показників якості нормативній документації. Одним з показників, який значною мірою відображає споживчі властивості печива і регламентується ДСТУ є показник намоочуваності, який і обрано за параметр оптимізації (y). За результатами попередніх досліджень визнано за доцільне варіювати в рецептурі кількість відповідного борошна пшеничного (x_1), багатокomпонентної суміші (x_2) та цукрової пудри (x_3). Дозування інших сировинних інгредієнтів, а також параметри проведення технологічних процесів залишали як у традиційній технології. Планування та проведення досліджень здійснювали за схемою неповного факторного експерименту ПФЕ.

Внаслідок реалізації матриці експерименту отримано наступні результати (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Результати реалізації матриці експерименту для печива з
багатокомпонентних борошняних сумішей**

№	Рівень фактора варіювання			Намочуваність, %				S ²
	x ₁	x ₂	x ₃	y ₁	y ₂	y ₃	y _{ср}	
1.	13	25	12,9	180,3	182,0	186,0	182,8	8,6
2.	17	25	12,9	183,0	176,1	178,6	179,2	12
3.	13	35	12,9	181,3	179,9	177,9	179,7	2,9
4.	17	35	12,9	201,6	198,3	197,0	198,9	5,5
5.	13	25	22,9	157,0	160,0	156,4	157,8	3,7
6.	9	25	22,9	156,6	153,1	155,3	155,0	3,2
7.	13	35	22,9	170,9	172,7	168,3	170,7	4,8
8.	9	35	22,9	150,4	148,8	148,6	149,3	0,9
9.	15	30	17,9	206,3	200,0	207,7	204,7	16,9
10.	11	40	17,9	143,1	141,1	144,4	142,8	2,7
11.	11	30	17,9	191,9	191,6	195,3	192,9	4,2
12.	9	40	17,9	117,6	121,2	119,1	119,3	3,3

Розраховане через дисперсію значення критерію Кохрена не перевищує табличне значення – 0,246 (Gr) < 0,3264 (Gt), тобто дисперсії однорідні, що свідчить про врахування всіх факторів, що впливають на процес отримання здобного печива.

Для опису цього експерименту використовується наступна модель:

$$Y(x_1, x_2, x_3) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_1^2 + a_5x_2^2 + a_6x_3^2 + a_7x_1x_2 + a_8x_2x_3 + a_9x_1x_3 + a_{10}x_1x_2x_3,$$

де $Y(x_1, x_2, x_3)$ – функція намочуваності;

$a_0, a_1 \dots a_{10}$ – невідомі коефіцієнти.

Для надходження коефіцієнтів $a_0, a_1 \dots a_{10}$ застосовується метод найменших квадратів. Сформовано функціонал, мінімізація якого дозволить знайти значення цих коефіцієнтів

$$J = \sum_{i=1}^{12} (Y(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}) - y_{\text{ср } i})^2,$$

де x_{1i} – значення частки борошна пшеничного для i -того експерименту

x_{2i} – значення частки багатокомпонентної борошняної суміші для i -того експерименту

x_{3i} – значення частки цукрової пудри для i -того експерименту

$y_{\text{ср } i}$ – середнє значення величини намоочування

Знаходження часткових похідних від функціонала 5.2 за невідомими коефіцієнтами $a_0, a_1 \dots a_{10}$ і дорівнювання них до нуля дає систему лінійних алгебраїчних рівнянь, яка складається з одинадцяти рівнянь з одинадцятьма невідомими. Розв'язання цієї системи дозволило отримати рівняння залежності намоочуваності виробів від дозування шроту, рідкої олії та цукрової пудри:

$$y = -767 + 28,3x_1 + 26,7x_2 + 37,9x_3 - 1,01x_1^2 - 0,528x_2^2 - 0,909x_3^2 + 0,408x_1x_2 + 0,0904x_2x_3 - 0,0848x_1x_3 + 0,00576x_1x_2x_3$$

Наступним кроком було знаходження оптимальних значень показнику намоочуваності, за яких досягається максимум функції 5.1. Оскільки функція є поліномом, зазвичай максимум такої функції знаходиться шляхом прирівнювання до нуля похідних за факторами x_1, x_2, x_3 і розв'язання отриманої системи трьох рівнянь з трьома невідомими. Реалізація зазначеної процедури дозволила отримати наступні оптимальні значення досліджуваних факторів варіювання (табл. 3.3, рис. 3.6, 3.7).

Отже, внесення борошна соргового в кількості 10%, пшонаного 10 та нутового 10% до складу печива сприяє покращенню органолептичних властивостей та підвищенню харчової цінності виробу.

РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Технологічна схема виробництва печива включає такі етапи:

- підготовка сировини;
- підготовка емульсії;
- замішування тіста;
- формування виробів;
- випікання виробів;
- охолодження;
- пакування.

Апататурно-технологічна схема лінії виробництва печива пісочного представлена на рис. 4.1.

Спочатку готують емульсію, яка складається з цукру, масла або маргарину, меланжу, інвертного сиропу, води і інших компонентів, які подаються в змішувач–емульгатор 1. Груба емульсія проходить крізь контрольний фільтр 3 і насосом 2 прокачується крізь гідродинамічний перетворювач 4, де кульки жиру і меланжу подрібнюються до розміру 75 мкм. Якщо потрібна більш тонка емульсія, процес повторюють, відкривши кран 5 і закривши кран 6. Після цього кран 5 закривають, а кран 6 відкривають і готова емульсія подається у витратний бак 7.

Борошно та емульсія для приготування печива пісочного подаються дозаторами 8 і 9 в тістомісильну машину 10 з лопатевими роторами безперервної дії.

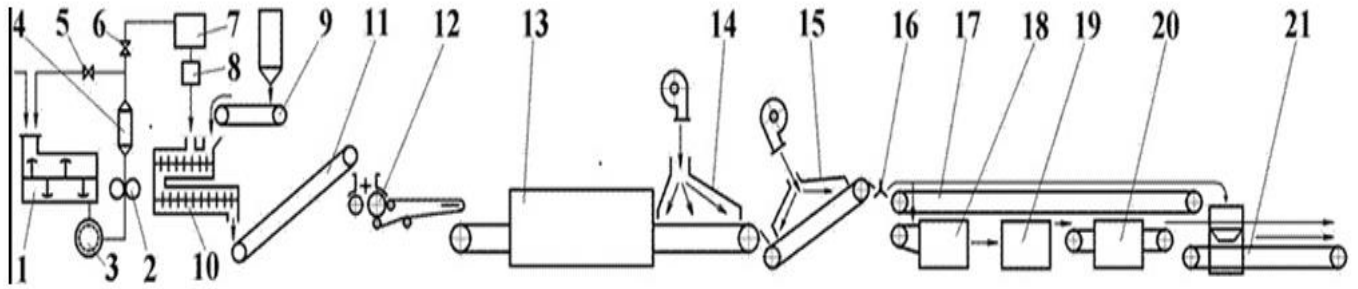


Рис. 4.1 Апататурно-технологічна схема лінії виробництва печива пісочного:

1 – змішувач-емульгатор; 2 – насос; 3 – контрольний фільтр; 4 – гідродинамічний перетворювач; 5, 6 – крани; 7 – витратний бак; 8, 9 – дозатори; 10 – тістомісильна машина безперервної дії; 11 – транспортер; 12 – штампувальна машина; 13 – піч; 14 – камера попереднього охолодження; 15 – камера кінцевого охолодження; 16 – стекер; 17 – транспортер; 18 – загортальний автомат; 19 – пакувальний автомат; 20 – етикетувальний автомат; 21 – ваги.

Тісто у вигляді грудок пластичної маси подається транспортером 11 в ротаційну штампувальну машину 12. Відштамповані заготовки випікаються в печі 13, а печиво охолоджується в камерах попереднього 14 і кінцевого 15 охолодження, стекером 16 укладається на ребро і транспортером 17 подається в загортальний автомат 18 для загортання в пакети, або у ваги 21 для фасування в картонні коробки. Пакети з автомата 18 подаються в автомат 19 для пакування в картонні коробки, які закриваються і обклеюються бандероллю в автоматі 20.

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 розміщують 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 обпекти частину тіла (НС) , в результаті чого отримає травму (Т) та зниження працездатності (ЗП).

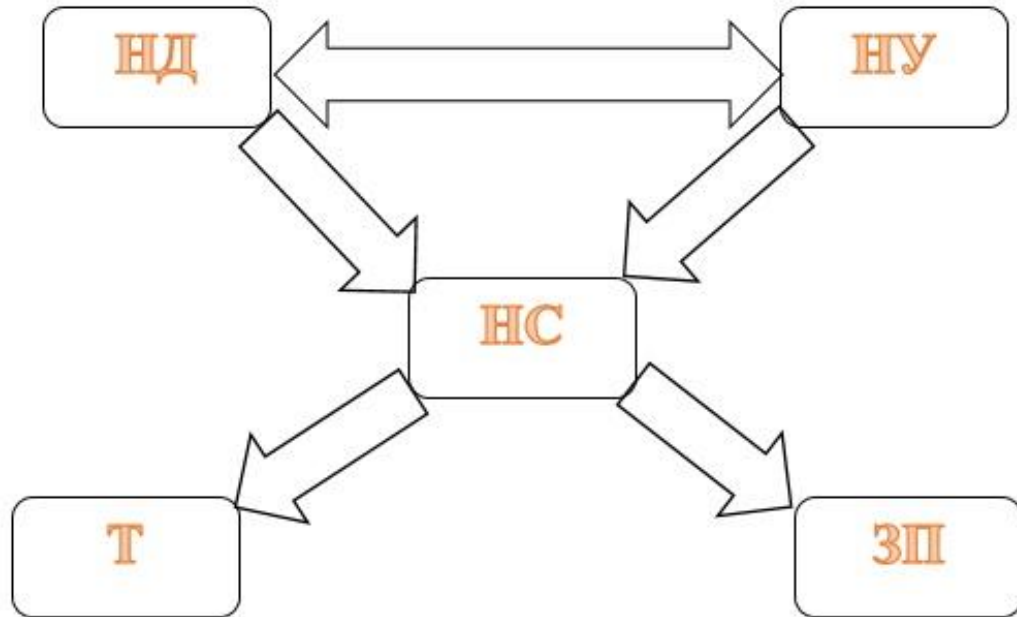


Рис. 5.1 Модель небезпечної ситуації під час випікання печива з багатокомпонентних борошняних сумішей

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

У результаті проведених досліджень пропонується ввести у виробництво новий вид печива пісочного з багатокомпонентних борошняних сумішей.

Розрахунок виробничої потужності підприємства

Під виробничою потужністю підприємства розуміють максимальну можливість випуску продукції або максимальну кількість сировини, що переробляється за 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; $T_{\text{т.р.}} = 10$ діб;

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

$$\Phi_{\text{роб.ч.}} = 365 - (30 + 10 + 3) = 318 \text{ діб.}$$

Для виробництва печива пісочного та його випікання запроектована тунельна піч PTG 016 (600).

План виробництва та реалізації продукції наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

План виробництва та реалізації

Основне обладнання	Кількість робочих годин	Норма продуктивності, кг/год	Добова продуктивність, кг/добу	Кількість робочих діб,	Річний виробіток тис. т/рік
Тунельна піч PTG 016 (600)	8	250	2000	318	636

Техніко–економічні показники виробництва представлені в таблиці 4.2. Отже, при додаванні борошна соргового в кількості 15%, пшонаного 15 та

нутового 15% при виробництві печива пісочного з борошна пшеничного термін окупності становить 1,1 рік з рівнем рентабельності 26,76 %.

Таблиця 4.2

Техніко–економічні показники виробництва

Найменування показника	Печиво з багатокомпонентних борошняних сумішей
Виробнича програма, т/рік	636
Товарна продукція, тис. грн/рік	49608,00
Повна собівартість, тис. грн	39136,12
Прибуток, тис. грн/рік	10471,88
Рентабельність, %	26,76
Роздрібна ціна, грн/кг	128,00
Термін окупності, років	1,1

ВИСНОВКИ

1. Проведений огляд літератури підтверджує, що створення багатокомпонентних борошняних сумішей перспективним у виробництві печива. Оскільки борошно соргове, пшоняне та нутове містить цілий ряд корисних властивостей: кальцій, магній, натрій, калій, вітамін К, вітаміни групи В₁, В₂, В₁₂, РР, А, С та фосфор.

2. Дослідження показали, що при внесенні багатокомпонентних борошняних сумішей вологість печива збільшувалась з 5,1% у контрольному варіанті до 5,8 у зразку №4. Проте, лише зразок №4 не відповідав вимогам стандарту. Підвищення вологості в дослідних зразках пов'язано з більш високим вмістом в даних видах борошна клітковини як розчинної так і нерозчинної, що сприяє утриманню вологи.

3. В результаті створення багатокомпонентних борошняних сумішей показник упікання печива знижувався, так, у варіанті контроль цей показник становив 13,8%. У решти варіантах досліду показник упікання становив 12,5–13,4%, що на 2–8% більше порівняно з контролем. Найменшим він був у зразку №4 при внесенні 40% пшеничного та по 20 – соргового, пшоняного та нутового борошна.

4. Встановлено, що при створенні багатокомпонентної борошняної суміші з борошна пшеничного, соргового, пшоняного та нутового лужність печива пісочного знижувалась з 0,82 град у варіанті контроль до 0,5 град у варіанті з максимальним вмістом борошна соргового, пшоняного та нутового, що можна пояснити присутністю у борошняній суміші кислот, які вступають у взаємодію з розпушувачем лужної природи, що спричиняє їх нейтралізацію.

5. Встановлено, що при внесенні багатокомпонентних борошняних сумішей лужність печива знижувалась з 1,1 град у варіанті контроль до 0,8 град у варіанті з максимальним дозуванням добавки.

6. В результаті проведених досліджень встановлено, що показник намоочуваності печива становить 150–170%.
7. Міцність печива пісочного знижується від 183,2 до 168,9 10^{-3} Па залежно від кількості багатокомпонентної борошняної суміші.
8. Розрахунок харчової цінності показав збільшення вмісту вітамінів магнію, натрію, калію, та зменшення енергетичної цінності на 18,3 %.
9. За загальним показником якості печива найвищий результат у варіанті контроль та зразках №1 та №2.
10. Встановлено, що створення багатокомпонентних сумішей у складі яких входять борошно пшеничне – 70 %, борошно соргове – 10 %, борошно пшоняне – 10 %, борошно нутове – 10 % забезпечує формування високоякісного печива пісочного.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В результаті проведених досліджень отримано новий продукт – печиво з багатокомпонентних борошняних сумішей, яке містить борошно пшеничне, соргове, пшоняне та нутове. Завдяки цьому печиво містить поживні речовини та має високі органолептичні властивості.

На хлібопекарських підприємствах рекомендовано випікати печиво пісочне з багатокомпонентних сумішей до складу яких входить борошно пшеничне – 70 %, борошно соргове – 10 %, борошно пшоняне – 10 %, борошно нутове – 10 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атаєв А.А., Р.Д. Поландова, Т.Г. Богатирьов Дієтичні хлібобулочні вироби для здорового харчування. Хлібопекарська Україна. 2000. № 1. С. 60.
2. Аюшева О. Переробка гречки в борошно. Хлібопродукти. 2006. № 8. С. 47– 49.
3. Белібова Ю., Матвєєва І. Коригування пшеничного борошна ферментними препаратами. Хлібопродукти. 2006. № 3. С. 52–55.
4. Валішіна Г.Л. Розширення асортименту харчових продуктів шляхом застосування борошна функціонального призначення. Зберігання та переробка сільськогосподарської сировини. 2006. № 11. С. 30 – 31.
5. Гаврилова О.М., Матвєєва І.В., Вакуленчик П.І. Приготування хліба з використанням гречаного борошна. Хлібопекарська Україна. 2007. № 3. С. 14– 16.
6. Гордєєв А.В., Батьківський В.А. Україна – зернова держава. Київ. 2003. 508 с.
7. Гуляєв К.К. Функціональні продукти харчування – реалії та перспективи Пекар. 2004. № 6. С. 45 – 47.
8. Грибан В. Г., Негодченко О. В. Охорона праці: навч. посібник. К.: Центр учбової літератури. 2009. 280 с.
9. ДСТУ 3781:2014. Печиво. Загальні технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 16 с.
10. ДСТУ 5024:2008. Вироби кондитерські. Методи визначання кислотності та лужності. Київ: Держспоживстандарт України. 2008. 16 с.
11. ДСТУ 4910:2008 Вироби кондитерські. Методи визначання масових часток вологи та сухих речовин Київ: Держспоживстандарт України. 2006. 12 с.

12. ДСТУ 5023:2008 Вироби кондитерські борошняні. Метод визначення здатності до намокання Київ: Держспоживстандарт України. 2006. 18 с.
13. ДСН 3.3.6-037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
14. ДСН 3.3.6-042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
15. Захарова А., Козубаєва Л. Хліб з додаванням рисової крупи. Хлібопродукти. 2008. № 5. С. 50–51.
16. Іванець В.Н., Романов А.С., Зверєв В.П. Змішування компонентів при виготовленні сухих зернових сніданків. Харчова промисловість. 2002. № 5. С. 26–27.
17. Іуніхіна В.С. Круп'яні продукти – джерело харчових волокон. Хлібопродукти. 2009. № 5. С. 44–46.
18. Козубаєва Л., Захарова А. Хліб з гречаним просунув. Хлібопродукти. 2007. № 6. С. 39–40.
19. Коновалов К.Л., Шулбаєва М.Т. Рослинні харчові композити для виробництва комбінованих продуктів. Харчова промисловість. 2008. № 7. С. 8–10.
20. Косован А.П., Дремучева Г.Ф. Застосування хлібопекарських покращувачів для регулювання якості борошна. Харчова промисловість. 2003. № 12. С. 44–48.
21. Косцова І.С., Сичова Д.М., Карунас Т.В. Практичні аспекти отримання борошна нового покоління. Пекар. 2004. № 6. С. 21–23.
22. Краус С. Хліб для функціонального харчування. 2003. № 2. С. 44.
23. Магомедов Г.О., Олейникова А.Я., Шакалова Е.В. Борошняні композитні суміші для печива. Зберігання та переробка сільськогосподарської сировини. 2003. № 2. С. 44–47.

24. Мельников Є. та ін. Виробництво багатокомпонентних зернових пластівців заданого складу і необхідної харчової цінності. Хлібопродукти. 2009. № 3. С. 48–50.
25. Міневич І., Зубців В., Циганова Т. Використання насіння льону в хлібопеченні. Хлібопродукти. 2008. № 3. С. 38–40.
26. Лапін В. М. Безпека життєдіяльності людини: Навч. посібник. К.: Знання. 2000. 184 с.
27. Ткачука К.Н., Халімовського М.О. Основи охорони праці: Підручник. К.: Основа. 2006. 448 с.
28. Приходько Ю. С., Дробот В. І. Перспективи використання сорго в технології хлібобулочних виробів. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали 82 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 13–14 квітня 2016 р. К.: НУХТ. 2016. Ч. 1. 137 с.
29. Романов А.С., Стабровська О.І., Стабровский С.А. і ін. Системний підхід до розробки багатокомпонентних сумішей. Збірник наукових праць МАУ. Вип. III. К., 2005. С. 396–405.
30. Савенкова Т.В. Наукові основи створення продукції дієтичного призначення. кондитерське виробництво. 2003. № 2. С. 12–15.
31. Саніна Т., Пономарьова Є., Воропаєва О., Рецептури композитних сумішей для хлібобулочних виробів. Хлібопродукти. 2006. № 2. С. 66–68.
32. Саніна Т.В., Пономарьова Є.І., Воропаєва О.Н. Про оптимізація рецептури композитної суміші. Хлібопекарська Україна. 2007. № 1. С. 18–19.
33. Стабровська О.І., Гарифуллина О.А. Комплексний підхід до розробки хлібопекарських сумішей. Хлібопекарська Україна. 2008. № 2. С. 17–18.
34. Тутельян В.А. Сучасні пріоритети науки про харчування. Питання харчування. 2004. № 3. С. 47.

35. Чурилін Н., Матвєєва І., Попова З. Нетрадиційна сировина в хлібопекарському виробництві. Хлібопродукти. 2004. № 9. С. 26–28.
36. Шамков Ю., Воротнікова Е. Суміш для хліба «8 злаків». Хлібопродукти. 2001. № 6. С. 12.
37. Шашина М. В., Мрочко І. І. Аналіз ринку кондитерської продукції в Україні: проблеми та перспективи розвитку. Збірник наукових праць. Київ: Політехніка. 2014. Вип. 13. С. 65–72.
38. Akonor P.T., Buckman E.S. Potential uses of sweet potato-wheat composite flour in the pastry industry based on proximate composition, physicochemical, functional and sensory properties of four pastry products. J. Food Process Preserv. 2017. P. 14–20.
39. Agu H.O., Ezech G.C., Jideani A.I.O. Quality Assessment of Acha-based Biscuit Improved with Bambaranut and Unripe Plantain. African Journal of Food Science. 2014. № 8(5). P. 278–285.
40. Aljobair M. O. Physicochemical properties and sensory attributes of cookies prepared from sorghum and millet composite flour. Food Science & Nutrition. 2022. № 10. P. 415–423.
41. Belorio M., Sahagún M., Gómez M. Influence of flour particle size distribution on the quality of maize gluten-free cookies. Food. 2019. № 8(2). P. 83–89.
42. Berton B., Scher J., Villieras F., Hardy J. Measurement of hy-dration capacity of wheat flour: influence of composition and physical characteristics. Powder Technology. 2022. № 128 (2-3). P. 326–331.
43. Brites L. T.G, Ortolan F., Silva D. W. et al. Gluten-free cookies elaborated with buck-wheat flour, millet flour and chia seeds. Food Science and Technology. 2019. 39(2). P. 458–466. <http://dx.doi.org/10.1590/fst.30416>
44. Berghofer E. Brot als “funktionales Lebensmittel”. Getreide Mehl Brot. 2000. № 54 (3). P. 175–179.

45. Chauhan A., Saxena D.C., Singh S. Total dietary fibre and an-tioxidant activity of gluten free cookies made from raw and ger-minated amaranth (*Amaranthus* spp.) flour. *LWT- Food Science and Technology*. 2015. № 63(2). P. 939–945.
46. Gat Y., Ananthanarayan L. Use of paprika oily extract as pre- extrusion colouring of rice extrudates: Impact of processing and storage on colour stability. *Journal of Food Science and Technology*. 2016. № 53(6). P. 2887–2894.
47. Giuberti G., Rocchetti G., Sigolo S. Exploitation of alfalfa seed (*Medicago sativa* L.) flour into gluten-free rice cookies: Nutritional, antioxidant and quality char-acteristics. *Food Chemistry*. 2018. № 239. P. 679–687.
48. Gül H., Hayit F., Acun S. Improvement of Quality Characteristics of Gluten-Free Cookies with the Addition of Xanthan Gum. “Agriculture for Life, Life for Agriculture” Conference Proceedings. 2018. № 1(1). P. 529–535.
49. Dzedzoave N.T., Abass A.B. Quality management manual for production of high quality cassava flour. International Institute of tropical Agriculture. 2016. 92006. 68 p.
50. Hooda S., Jood S. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour. *Food Chemistry*. 2005. 90. P. 427–435.
51. Hussain S., Alamri M. S., Mohamed A. A. Rheological, Thermal and Textural Properties of Starch Blends Prepared from Wheat and Turkish Bean Starches. *Food Science and Technology Research*. 2013. 19(6). P. 1141–1147. <https://doi.org/10.3136/fstr.19.1141>
52. Hussain S., Mohamed A. A., Alamri M. S. Wheat–millet flour cookies: Physical, textural, sensory attributes and antioxidant potential. *Food Science and Technology International*. 2020. № 26(4). P. 311–320.
53. Inglett G. E., Chen, D., Liu S. Physical properties of gluten-free sugar cookies made from amaranth–oat composites. *LWT-Food Science and Technology*. 2015. № 63(1). P. 214–220.

54. Ihekoronye A. I., Ngoddy P.O. Integrated Food Science and Technology for the Tropics, Macmillan Publishers. London. 2015. P. 252–253.
55. Jan U., Gani A., Ahmad M. Characterization of cookies made from wheat flour blended with buckwheat flour and effect on antioxidant properties. *Journal of Food Science and Technology*. 2015. № 52(10). P. 6334–6344.
56. Joshi M., Aldred P., Panozzo J. F. Rheological and microstructural characteristics of lentil starch–lentil protein composite pastes and gels. *Food Hydrocolloids*. 2014. № 35. P. 226 – 237.
57. Kaur M., Sandhu K., Arora A. Gluten free biscuits prepared from buckwheat flour by incorporation of various gums: Physicochemical and sensory properties. *LWT-Food Science and Technology*. 2015. № 62 (1). P. 628–632.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.02.039>
58. Myers R. H., Montgomery D.C. Response surface methodology: Process and product optimization using designed experiments. 3 rd ed. John Willey Press, Hoboken, 2009. P. 240–252.
59. Mohamed A. I. A., Al-Juhaimi F. Y. Fermentation of grains. In L. Melton, F. Shahidi & P Varelis (Eds), *Encyclopedia of Food Chemistry*. 2019. Vol. 2. P. 107–116.
60. Nilufer D., Boyacioglu D., Vodovotz Y. Functionality of soymilk powder and its components in fresh soy bread. *J. Food Sci*. 2008. № 73. P. 275–281.
61. Osborn D., Voogt P. The analysis of nutrients in foods. Academic Press Inc. (London) Ltd.. 24/28. Oval Road. London NW17DX. 2008.
62. Paesani C., Bravo-Núñez Á., Gómez M. Effect of extrusion of whole-grain maize flour on the characteristics of gluten-free cookies. *LWT*. 2020. P. 132–138.
63. Rai S., Kaur A., Singh B. Quality characteristics of gluten free cookies prepared from different flour combinations. *Journal of Food Science and Technology*. 2014. № 51(4). P. 785–789.

64. Rao B. D., Kulkarni D. B. Study on evaluation of starch, dietary fiber and mineral composition of cookies developed from 12 sorghum cultivars. *Food Chemistry*. 2018. P. 238. P. 82–86.
65. Sabanis D., Tzia C. Effect of rice, corn and soy flour addition on characteristic of bread produced from different wheat cultivars. *Food Bioprocess Technol*. 2009. № 2. P. 68–79.
66. Serrem C., Kock H., Taylor J. Nutritional quality, sensory quality and consumer acceptability of sorghum and bread wheat biscuits fortified with defatted soy flour. *Int. J. Food Sci. Technol*. 2011. № 46. P. 74–83.
67. Shafi M., Masoodi F. A., Bazaz R. Wheat-water chestnut flour blends: Effect of baking on antioxidant properties of cookies. *Journal of Food Science and Technology*. 2016. № 53(12). P. 4278–4288.
68. Sharma S., Saxena D. C., Riar C. S. Nutritional, sensory and in-vitro antioxidant characteristics of gluten free cookies prepared from flour blends of minor millets. *Journal of Cereal Science*. 2016. № 72. P. 153–161.
69. Sophie E. S., Luca S. Nutritional and sensory challenges of gluten-free bakery products: A review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2018. № 69(4). P. 427–436.
70. Sudha M. L., Vetrimani R., Leelavathi K. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry*. 2007. № 100(4). P. 1365–1370.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.013>
71. Taylor J. R., Schober T. J., Bean S. R. Novel food and non- food uses for sorghum and millets. *Journal of Cereal Science*. 2006. № 44(3). P. 252– 271.
72. Torbica A., Hadnađev M., Dapčević Hadnađev T. Rice and buck-wheat flour characterisation and its relation to cookie quality. *Food Research International*. 2012. № 48(1). P. 277–283. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.05.001>

73. Wu C. H., Murthy H. N., Hahn E. J. Improved production of caffeic acid derivatives in suspension cultures of *Echinacea purpurea* by medium replenishment strategy. Archives of Pharmacal Research. 2007. № 30(8). P. 945–949.

74. Yildiz E., Gocmen D. Use of almond flour and stevia in rice - based gluten-free cookie production. Journal of Food Science and Technology. 2021. №58(3). P. 940–951.

