

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

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КЕКСІВ
ЗБАГАЧЕНИХ МОЛОЧНОЮ СИРОВОТКОЮ

Виконала – студентка II курсу, групи 21 м-тз
освітньої програми Технології зерна та зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»
Шульга Юлія Володимирівна

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

УМАНЬ – 2023

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1 Сучасні напрями збагачення борошняних кондитерських виробів	7
1.2 Теоретичні та практичні аспекти цільового використання молочної сироватки для збагачення кексів	12
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	19
2.1 Умови проведення дослідження	19
2.2 Схема досліду	19
2.3 Методика проведення досліджень	21
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	24
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	37
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	40
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	43
ВИСНОВКИ	45
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ДОДАТКИ	55

ANNOTATION

Shulga Y. V. Improving the technology of manufacturing whey-enriched cakes

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 research, it was established that the baking index of cakes enriched with whey varied depending on the content and was 2.78–3.90%.

The drying rate of cakes enriched with whey did not change significantly and amounted to 1.0–1.4%.

It was established that when whey was added, the moisture content of cakes increased from 21.4 when 5% whey was added to 36.1% when 50.0% was added. Samples with 40, 45, and 50% whey have the highest moisture content - 33.4; 33.2 and 36.1%, respectively.

When whey is added to the dough in an amount from 5.0 to 50.0% of its mass, the volume of the cakes increases.

The porosity of the cakes was 28.4–55.6%. This indicator was the highest with the addition of 5.0% milk whey - 55.6%, which is 5.4% more compared to the control. When the amount of pumpkin puree increased, the porosity of the cupcakes decreased.

The acidity of the cakes was within the normal range of 1.0–1.4 degrees. The introduction of whey into the composition of cupcakes contributed to the intensification of acid accumulation, which helped to increase the digestibility of the product. According to organoleptic indicators, the best results were obtained by samples with the addition of 15 and 20% milk whey.

The calculation of the nutritional value of the cupcakes showed an increase in the content of calcium, potassium, sodium, vitamin C and A.

ВСТУП

Борошняні кондитерські вироби займають значну частку в загальному обсязі виробництва харчової продукції та представлені широким асортиментом. Вони можуть задовольняти різноманітні потреби споживачів. Більшість з них характеризується привабливим зовнішнім виглядом, достатньо високою енергетичною цінністю, крім вуглеводів та жирів, включають також білки.

Обґрунтування теми дослідження. Беручи до уваги обмеженість сировинних продовольчих ресурсів й особливості структури харчування населення у сучасних умовах, вченими була сформульована й запропонована вітчизняна концепція оптимального харчування. Сутність концепції полягає в тому, щоб за умов вираженого дефіциту білка, вітамінів і мікронутрієнтів у раціоні більшої частини населення нашої країни зберегти здоров'я нації та забезпечити позитивне майбутнє. Особлива увага приділяється ролі БАД і міnorних речовин у підвищенні резистентності організму людини і поліпшенні його здоров'я, а також питанням безпечності харчових продуктів [3].

Мета і задачі дослідження. Мета досліджень є наукове обґрунтування і практичне впровадження нового асортименту кексів підвищеної біологічної цінності.

Відповідно до визначеної мети були сформульовані наступні завдання:

- на основі аналізу літературних джерел та патентного пошуку виділити наукові напрями поліпшення споживних властивостей кексів;
- дослідити антиоксидантну дію нетрадиційних інгредієнтів;
- науково обґрунтувати можливість і доцільність застосування молочної сироватки у виробництві кексів;
- встановити оптимальний вміст молочної сироватки для збагачення кексів;

— провести комплексну товарознавчу оцінку якості нових виробів, дослідити їх харчову та біологічну цінність;

— розрахувати економічну ефективність від впровадження нових виробів у виробництво та встановити соціальний ефект від їх споживання;

Об’єкт дослідження – технологічна оцінка кексів збагачених молочною сироваткою.

Предмет дослідження – борошно пшеничне, молочна сироватка, 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 технологічну оцінку кексів збагачених молочною сироваткою. Встановлено, що:

- показник упікання кексів змінювався залежно від вмісту молочної сироватки та становив 2,77–3,90 %;
- усушка кексів змінювалась не істотно залежно від вмісту молочної сироватки та становила 1,0–1,4 %;
- вологість кексів зростала при збільшенні вмісту молочної сироватки;
- при внесенні до тіста молочної сироватки збільшується об’єм кексів;
- пористість збагачених кексів становила 28,40–55,60 %;
- кислотність отриманих кексів перебувала в межах норми;
- за органолептичними показниками найкращі результати отримали зразки з додаванням 15 та 20 % молочної сироватки;
- за розрахунками харчової цінності збільшився вміст кальцію, натрію, калію та вітамінів С та А в кексах збагачених молочною сироваткою.

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 50 сторінках комп'ютерного тексту (з них основного тексту – 35 сторінок). Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, що включає 65 найменувань, з яких 30 латиницею та трьох додатків. Робота містить 12 таблиць та десять рисунків.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Сучасні напрями збагачення борошняних кондитерських виробів

Асортимент борошняних кулінарних виробів дуже різноманітний і його можна згрупувати за кількома ознаками. Залежно від набору сировини і особливостей технологічного процесу виділяють млинці, печиво, вареники, пельмені, тістечка, пиріжки, оладки, кекси, рулети, ромові баби. Важливими ознаками поділу також є розмір (дрібно-штучні, середні та великі), умов реалізації (штучні, вагові, фасовані за окремими видами або в наборах), спосіб оформлення (з оздобленням і без оздоблення поверхні). За останні роки зростає випуск виробів дієтичного призначення, у тому числі з пониженим вмістом цукру, збагачених білками, вітамінами, мінеральними речовинами, іншими цінними компонентами [8, 20, 26, 35].

Науковий підхід до поняття «здоров'я» повинен бути кількісним, тобто здоров'я – це сума резервних потужностей основних функціональних систем людини. Численні дослідження, проведені у світі, підтверджують, що такі компоненти їжі, як білки, вітаміни, мінеральні елементи, жири і харчові волокна, безпосередньо впливають на здоров'я людини [11, 19, 23, 39].

Більшість учених підтверджують, що правильно збалансована дієта може захистити людство від деяких найбільш поширених сьогодні захворювань. У таких ситуаціях організму людини особливо потрібні біологічно активні речовини, які допомагають адаптуватися до несприятливих факторів навколишнього середовища, запобігти захворюванням [5, 10, 29, 33, 52, 56].

Одним із варіантів вирішення існуючої проблеми є використання різноманітних харчових інгредієнтів, які виявляють суттєвий вплив на якісний і кількісний склад харчових продуктів. Традиційна сировина для отримання кондитерських виробів у харчовому та біологічному відношенні недостатньо

повноцінна, тому найбіль перспективним є застосування натуральних нетрадиційних інгредієнтів [16, 21, 27, 36, 62].

Автори [7] на підставі досліджень рекомендують застосовувати борошняні композиційні суміші (пшеничне борошно, гречане, лляне) для виготовлення кондитерських виробів.

Встановлено [8], що кондитерські вироби з тритикалевого борошна збагачені низкою амінокислот (аспарагіною, глютаміною, ізолейцином, фенілаланіном, лізином, аргініном). Аналіз амінокислотного складу підтверджує перспективність застосування борошна з цільнозмеленого зерна люпину та тритікалевого борошна для збагачення кексів.

Встановлено [20], що біологічна цінність бісквіту на амарантовому борошні збільшилася на 7 %, а вміст харчових волокон – у 4 рази, калію – у 4 рази; кальцію – у 3,3; магнію – у 5 разів; заліза – у 2,1 раза; енергетична цінність знизилася на 79 кДж/100г, а вміст холестерину – на 39 %.

Введення в рецептуру кексів порошку з вичавки ягід червоної смородини у дозуванні 5 та 10 % дозволяє отримати вироби гарної якості, фізикохімічні показники якого задовольняють вимогам до цього виду виробів [15, 42].

Внаслідок проведення аналізів готових виробів виявлено, що борошняні кондитерські вироби з додаванням 3,5 % порошку лохини мають кращі органолептичними та фізико-хімічними показниками порівняно з контрольними зразками. Кекс з використанням порошку лохини володіє вищою харчовою цінністю, виріб збагачується клітковиною, органічними кислотами та вітамінами [32].

Запровадження заварних пряників і печива з включенням до рецептурного складу лляного борошна як джерела харчових і біологічно активних речовин дозволить розширити асортимент кондитерської продукції профілактичного призначення [9, 10], а також просяного і соняшникового борошна [11].

Калакурою М. М. [19], обґрунтовано та розроблено технологію

використання яблучного порошку для виробництва фруктового бісквіту, пряників та оздоблювальних напівфабрикатів. Автором встановлено, що додавання порошку з яблук до бісквіту та пряників у кількості 10 % дозволяє одержати високоякісну готову продукцію, продовжує термін зберігання виробів, підвищує біологічну цінність [4].

Подібні розробки є і в Словацькій Республіці та Саудівській Аравії. Науковці Словацького технологічного університету у Братиславі розробили технологію печива з заміною 10% пшеничного борошна на яблучний порошок. [53].

З метою підвищення харчової цінності бісквітних напівфабрикатів, спеціалісти запропонували додавати до класичної рецептури 15% яблучного порошку [16].

Дослідниками [3] запропоновані технології виробництва пісочних напівфабрикатів з додаванням порошоків яблук, лимонів, помаранчів, буряків та виноградних вичавок. Встановлено, що внесення 10...20% порошкоподібних харчових добавок рослинного походження від маси цукру дозволяє замінити частину рафінованого цукру на натуральні вуглеводи та харчові волокна, що покращує біологічну цінність пісочного напівфабрикату та дозволяє отримати продукт профілактичної дії [27].

Дзюндзя О.В. [4] обґрунтувала можливість використання 10% порошку з хурми замість борошна пшеничного в технології пісочних виробів, що покращує структурні показники пісочного печива, підвищує його біологічну цінність і при цьому призводить до зниження енергетичної цінності виробу [28]. Введення гарбузового порошку до рецептури бісквіту у кількості 5...15% до маси борошна сприяє покращенню його харчової цінності завдяки біохімічному складу гарбуза. Велика кількість легкозасвоюваних цукрів, пектину, заліза, міді, кобальту, цинку, фтору активно впливають на кровообіг, підвищують імунітет, виводять з організму важкі метали та радіонукліди [39].

Додавання в рецептуру бісквітного напівфабрикату порошоків із плодів, м'якоті зі шкірочкою і кісточок глоду – 3,5 і 3%, мушмули – до 5,7%, із ягід і кісточок ожини – до 5% від маси сухих речовин сприяє отриманню бісквітів з хорошими споживчими властивостями і подовженими термінами зберігання [10].

Науковцями [17] розроблено рецептури бісквітних напівфабрикатів з додаванням порошку з плодів чорниці звичайної. Додавання порошку чорниці в технологію бісквітного напівфабрикату дозволяє отримати вироби з підвищеним вмістом біологічно активних речовин, зокрема антиоксидантів, жирних кислот та мінералів. Введення до раціону людини таких бісквітів сприяє зміцненню імунної системи організму, стимулює діяльність шлунковокишкового тракту, покращує обмін речовин, позитивно впливає на серцевосудинну систему і покращує зір.

Вченими [45] розроблено способи виробництва бісквітного напівфабрикату в яких як біологічно активний інгредієнт використовують кріас-порошок з шкірки винограду, кріас-порошок з насіння винограду, кріаспорошок з вичавок винограду в кількості 2–6% до загальної маси борошна [12].

Внесення кріо-порошків з виноградних вичавків сприяє насиченню бісквіта органічними кислотами, пектиновими речовинами, харчовими волокнами, макро- і мікроелементами, фенольними сполуками з Р-вітамінною активністю, сприяє утворенню дрібнопористого тонкостінного м'якуша і надає еластичність виробу, а також виявляє позитивний вплив на уповільнення черствіння виробів. Крім того, харчові волокна і біофлавоноїди, що входять до складу порошоків, здатні виводити з організму важкі метали, радіонукліди, запобігають виникненню ракових захворювань та утворенню тромбів, придушують запальні процеси [47, 59].

Вченими досліджена можливість отримання кексів, збагачених порошком топінамбуру. Встановлено, що порошок топінамбуру знижує в'язкість тіста,

стабілізує її в ході технологічного процесу, а також значно покращується зовнішній вигляд і текстура вафель. Крім того, топінамбур містить клітковину, пектин, органічні кислоти, жири, білки і незамінні амінокислоти. Топінамбур здатний виводити з організму солі важких металів, токсини, радіонукліди і надлишок холестерину. Такий антитоксичний ефект топінамбура обумовлений спільними діями інуліну і клітковини, що входять до його складу [60].

Запропонована технологія бісквітних напівфабрикатів з використанням плодоягідних порошків з калини, горобини та обліпихи. Горобина, обліпиха та калина поширені майже у всіх регіонах України, що робить їх доступною сировиною для збагачення БКВ. Завдяки цінному хімічному складу порошки калини, горобини та обліпихи являються джерелом збагачення харчовими волокнами, вітамінами (С, В1, В2, РР, А, Е), мінеральними речовинами (К, Na, Ca, Mg, P, Fe), β -каротином, пектином, органічними та деякими незамінними амінокислотами (валін, лейцин, треонін, аргінін) [14].

В роботах [6, 19, 24, 26], як перспективний напрямок у виробництві борошняних кондитерських виробів пропонують використання готових до застосування композитних багатокомпонентних сумішей, які містять у своєму складі, крім хлібопекарського борошна та різної нетрадиційної сировини, вітаміни і мінеральні речовини (премікси), функціональні добавки. До них відносять різні види зернових культур та продукти їх переробки.

Malunga L.N, Izydorczyk M., Beta T. [58] встановлено, що заміна частини цукру в рецептурі кексу борошном із банана дозволяє знизити калорійність продукту, збагатити харчовими волокнами та повністю виключити пшеничне борошно. Використання суміші крохмалів з банана і рису позитивно впливає на кінцевий об'єм, структуру осередків і ніжність продукту. Результати сенсорної оцінки показали, що заміна вершкового масла, цукру та пшеничного борошна покращує жувальність випечених кексів без зміни сенсорних властивостей кексів, таких як структура клітин крихти, смак, запах та насолода.

У своїх працях науковці [17] пропонують розширювати асортимент кондитерських виробів профілактичного призначення завдяки введенню продуктів переробки фруктів та овочів. Актуальною є розробка виробів, у рецептурі яких передбачені добавки з високими функціонально-технологічними властивостями, що дає змогу знизити енергетичну цінність, вміст легкозасвоюваних вуглеводів, поліпшити харчову та біологічну цінність, до них відносять побочні продукти переробки зернових та використання у процесі виготовлення селену [10, 11].

1.2 Теоретичні та практичні аспекти цільового використання молочної сироватки для збагачення кексів

Молочна сироватка є перспективною сировиною для використання в хлібопекарській промисловості. Одним з раціональних способів застосування сироватки є використання її замість води при приготуванні заварки в процесі вироблення хліба на рідкій заквасці. Також молочну сироватку використовують у виробництві кондитерських виробів, десертів: вафельних листів, печива, пряників, а також у виробництві киселів, желе, пудингів, паст, мусів [13, 24, 37].

Сироватка збагачує хлібобулочні вироби незамінними амінокислотами, особливо триптофаном і лізином, а також кальцієм і фосфором. При цьому дещо збільшується вихід хліба, поліпшується його якість, підвищується харчова цінність [41–44].

Натуральна молочна сироватка є вторинним продуктом переробки молока на сир, сичужні сири і казеїн. Вона має вигляд зеленуватого рідини з чистим, властивим молочній сироватці смаком і запахом [63].

Молочна сироватка є побічним продуктом при виробництві традиційних білково-жирових продуктів, сиру та казеїну. Сироватка відноситься до вторинних сировинних ресурсів молочної промисловості [18, 35].

Молочна сироватка має такі основні показники: щільність 1022–1027 кг/м; в'язкість (1,55-1,66) 10^3 Па.; теплоємність 4,8 кДж / (кг-К); рН 4,4–6,3; буферна ємність по кислоті 1,72 мл і по луку 2,32 мл; каламутність 0,15–0,25 см. У молочну сироватку переходить 50,0 % сухих речовин незбираного молока, при цьому майже повністю переходить молочний цукор і приблизно 30% молочних білків. Якщо в знежиреному молоці і пахті містяться всі молочні білки, то в молочній сироватці головним чином б-лактоальбумін, в-лактоглобулін і імуноглобуліни [40].

Склад сироватки схильний до значних коливань залежно від вихідної сировини (незбиране або знежирене молоко) і від способу відділення білка (дія органічних і мінеральних кислот, ферментативний спосіб, ультрафільтрація). При виробленні твердих сирів в сироватку переходить 9–14 % жиру, 20–25 % білка, 58–94 % лактози, 59–65 % мінеральних речовин. У середньому сироватка містить до 48–52 % сухих речовин молока і представляє, таким чином, продукт, що включає практично всі складові частини молока.

Таблиця 1.1

Хімічний склад різних видів молочної сировини [24, 28, 43]

Найменування компонентів	Молоко незбиране	Молоко знежирене	Маслянка	Молочна сироватка
Масова частка сухих речовин, %, в тому числі:				
молочного жиру, %	12,3	8,8	9,1	6,3
білків, %	3,6	0,05	0,5	0,2
лактози, %	3,2	3,2	3,2	0,8
мінеральних речовин, %	4,8	4,8	4,7	4,8
	0,7	0,7	0,7	0,5

Мінеральні речовини вторинної молочної сировини представлені органічними і неорганічними сполуками у вигляді солей, у вільному і зв'язаному вигляді аналогічно незбираному молоку [51].

Макроелементи мінеральних речовин представлені катіонами калію, натрію, магнію і аніонами лимонної, фосфорної, молочної, соляної, сірчаної та вугільної кислот. У вторинній молочної сировині містяться також мікроелементи молока: залізо, мідь, марганець, кобальт, йод, кремній, германій та інші [67].

Органічні кислоти вторинної молочної сировини представлені в основному молочною, лимонною і нуклеїновими кислотами.

Порівняльна характеристика вітамінного складу різних видів вторинної молочної сировини та незбираного молока наведена у табл. 1.2

Таблиця 1.2

Вміст вітамінів у вторинній молочної сировині порівнянні з незбираним молоком [12, 15, 23]

Вітаміни	Незбиране молоко	Знежирене молоко	Маслянка	Молочна сироватка
Тіамін (В1), мг/кг	0,45	0,35	0,36	0,37
Рибофлавін (В2), мг/кг	1,5	1,8	2,0	2,0
Піридоксин (В6), мг/кг	0,33	1,5	1,6	1,3
Кобаломін (В12), мкг/кг	4,0	4,0	4,2	2,6
Аскорбінова кислота (С), мг/кг	1,5	2,3	2,7	4,7
Ретинол (А), мг/кг	0,25	0,03	0,08	0,04
Токоферол (Е), мг/кг	0,85	0,5	0,55	0,29
Біотин (Н), мкг/кг	56,0	0,01	0,01	0,01
Холін, мкг/кг	313,0	328,0	466,0	662,0

Крім основних компонентів у вторинну молочну сировину переходять мінеральні солі, небілкові азотисті сполуки, вітаміни, ферменти, гормони, імунні тіла, органічні кислоти, тобто майже всі з'єднання, виявлені в даний час в молоці.

Особливістю молочного жиру сироватки є високий ступінь дисперсності. Крім молочного жиру вона містить фосфатиди (лецитин, кефалін, сфінгомієлін) і стерини (холестерин і ергостерин) [7, 10, 19].

До білкових азотистих сполук, що містяться в молочній сироватці, відносяться казеїн, лактоальбумін, лактоглобулін, автоглобулін і псевдоглобулін. Вони містять всі незамінні амінокислоти, а також аланін, аспарагінову кислоту, гліцин, глютамінову кислоту та ін. Деякі незамінні амінокислоти, наприклад, лейцин, ізолейцин, метіонін, лізин, треонін триптофан, представлені в білках молочної сироватки навіть в більшій кількості, ніж в білках молока (казеїн). В молочній сироватці присутні також небілкові азотисті речовини у вигляді сечовини, сечової кислоти, гіппурової кислоти, креатину та пуринових лугів [5, 60, 62].

У молочній сироватці вуглеводи представлені головним чином молочним цукром (лактозою) і продуктами його гідролізу (глюкозою і галактозою). Є відомості про незначні кількості пентози (арабінозу і лактулози) [33].

Мінеральні речовини присутні в сироватці у вигляді органічних і неорганічних сполук. Склад мінеральної частини сироватки представлений катіонами калію, натрію, магнію, кальцію і аніонами лимонної, фосфорної, молочної, соляної, сірчаної та вугільної кислот. У сироватці мінеральних речовин дещо менше, ніж у знежиреному молоці і пахті, оскільки деяка частина солей переходить в основний продукт (сир, творог, казеїн) [64].

До складу вторинної молочної сироватки входять також мікроелементи і ультрамікроелементи: залізо, кобальт, миш'як, йод, кремній, германій.

Органічні кислоти представлені лимонною, молочною та нуклеїною, вітаміни-водорозчинними (С, В₁, В₂, В₁₂, РР, пантотенова і аскорбінова кислоти) і жиророзчинними (А, Д, Е) [30, 52, 59].

Ферменти, що містяться в молочній сироватці, можна розділити на гідролази і фосфорілази, ферменти розщеплення, окислювально-відновні ферменти, ферменти переносу і ферменти ізомеризації. При тепловій обробці при температурі вище 75°C ферменти зазвичай руйнуються [32, 38].

Біологічна цінність молочної сироватки обумовлена вмістом у ній сироваткових білків, вуглеводів, жиру, мінеральних солей, вітамінів, мікроелементів та ультрамікроелементів та інших речовин, необхідних для нормального росту і розвитку організму людини і тварин. Молочний жир у молочній сироватці знаходиться в стані високого ступеня дисперсності. Розмір жирових кульок становить $0,06^{-1}$ мкм, що сприяє легшому емульгуванню і засвоюваності (94–96%) жиру [19].

Найбільше в молочному білку міститься лізину. Так як в білках злакових рослин лізину міститься недостатньо, то молочний білок може істотно заповнити цей недолік. Суміш концентрату сироваткових білків з іншими рослинними білками дає ще більший ефект [14, 16].

Білкові речовини молочної сироватки за своєю природою близькі до білків крові (альбумін, глобулін), деякі фракції їх володіють імунними властивостями. Небілкові азотисті сполуки, особливо амінокислоти, в тому числі незамінні, являють собою цінність для живлення організму [3, 5, 23].

Молочна сироватка є продуктом з природним набором життєво важливих мінеральних сполук. За мінеральним складом вона ідентична цілісному молоку. Особливу цінність представляють сполуки, що містять фосфор, кальцій, магній, а також мікро-і ультрамікроелементи. В цілому комплекс мінеральних солей як по своєму широкому спектру, так і за складом сполук представляється з біологічної точки зору найбільш оптимальним. Ферменти, вітаміни, фосфоліпіди та інші біологічно активні речовини молочної сироватки відіграють важливу роль [27].

Енергетична цінність сироватки майже в 3,5 рази менше, ніж незбираного молока, а біологічна цінність їх приблизно однакова. Це обумовлює доцільність використання вторинної молочної сировини в дієтичному харчуванні людей в нинішній період, коли фізичні навантаження значно знизилися, з'являється тенденція до надлишкової маси тіла, зросли нервово-психічні перевантаження і

в харчуванні має значення не стільки його енергетична цінність, скільки висока біологічна повноцінність [36].

Встановлено [49], що найбільш цінною складовою частиною молочної сироватки є білки. З 20 наявних в молочних білках амінокислот 8 незамінних, які не можуть бути синтезовані організмом людини. Тому значна частина вторинної молочної сировини направляється на вироблення білкових молочних продуктів і напівфабрикатів, що володіють харчовими і дієтичними властивостями.

Автори [34, 52] використовували суху молочну сироватку при виробленні бубличних виробів (бублики прості, здобні, сушки прості та ін.) для поліпшення їх якості. Бубличні вироби виходять кращої якості, поліпшуються фізичні властивості.

Науковцями [51] застосовано суху молочну сироватку, при виробленні кондитерських виробів, з метою заміни цукру та інших видів сировини в діючих рецептурах і при розробці нових видів виробів.

Суху молочну сироватку використовують при замішуванні тіста для вафельних листів, цукрового печива та пряників.

Встановлено, що водорозчинні білки та мінеральні солі сироватки стимулюють життєдіяльність бродильної мікрофлори. Білки та лактоза беруть участь у реакціях, що покращує смак, аромат і забарвлення поверхні виробів. Молочна кислота сироватки позитивно впливає на фізичні властивості клейковини. Сироватка прискорює дозрівання напівфабрикатів і покращує їх підйомну силу, покращує якість готових виробів за всіма показниками і дещо підвищує харчову цінність.

Sharma H. R., Chauhan G. S. [62] встановили, що додаючи молочну сироватку при замісі опари і тіста, тривалість бродіння напівфабрикатів скорочується. Використання молочної сироватки дозволяє готувати тісто прискореним однофазним способом.

У роботах [65] повідомляється про застосування сухої сироватки для виробництва морозива, напоїв, в хлібопекарській та кондитерській промисловості. Також сироватка використовується при виробництві кормів. Виділяється за допомогою теплової коагуляції сироваткових білок служить в основному для підвищення виходу сиру. Сироватковий білковий концентрат після теплової денатурації також може бути використаний в сироварінні, а, крім того, для збагачення прохолодних напоїв, хлібобулочних, кондитерських і макаронних виробів, при виготовленні замінників молока.

Отже, удосконалення технології борошняних кондитерських виробів з поліпшеним хімічним складом, підвищеним вмістом біологічно активних речовин, пониженої енергетичної цінності – актуальний науковий напрям. Цей напрям потребує інноваційних рішень під час створення сучасного асортименту кондитерських виробів шляхом застосування нетрадиційних інгредієнтів нових видів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Зарубіжний і вітчизняний досвід показує, що ефективно та економічно доступно забезпечити населення дефіцитними у харчуванні нутрієнтами, використовуючи місцеву сировину. Проте на сьогодні проблема забезпечення населення харчовими продуктами, особливо борошняними кондитерськими виробами, повністю не вирішена.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Умови проведення дослідження

Для визначення впливу напівфабрикатів, збагачених молочною сироваткою, на показники якості кексу з пшеничного борошна проводили випікання за загальноприйнятою методикою [13] наукових досліджень в акредитованій лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва. Для дослідження взято борошно пшеничне та молочну сироватку.

2.2 Схема досліду

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

Відсоткове співвідношення борошна пшеничного та молочної сироватки представлено в табл. 2.1

Повторність досліду – триразова.

Таблиця 2.1

Схема досліду «Кекс з додаванням додаванням молочної сироватки»

Компонент	Співвідношення, %										
Борошно пшеничне	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
Молочна сироватка	–	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

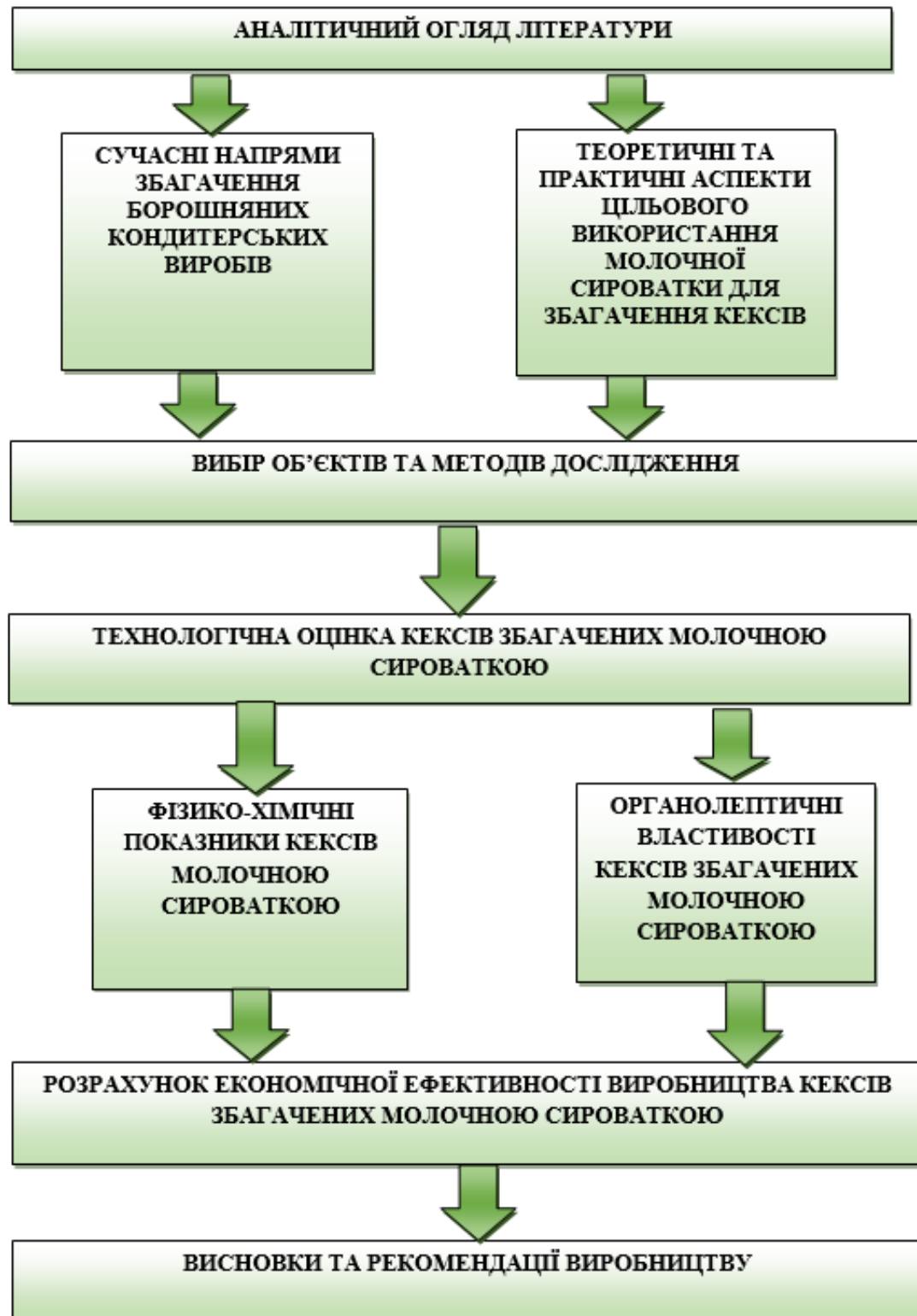


Рис. 2.1 Схема дослідження

2.3 Методика проведення досліджень

Тісто для кексів замішували у тістомісильній машині на великій швидкості лопатей. Спочатку збивали м'яке вершкове масло впродовж 7–10 хвилин, після цього добавляли цукрову пудру і збивали 5–7 хв., меланж або яйця та решту інгредієнтів (сіль, есенція ванільна) і збивали 20–30 хв., потім додавали молочну сироватку, перемішували та вводили просіяне борошно пшеничне та проводили замісіста впродовж 3–5 хв. Готове тісто розкладали вручну у форми, попередньо змащені олією та випікали в лабораторній печі за температури 200–220 °С.

Технологія виробництва кексу збагаченого молочною сироваткою представлена на рисунку 2.2.

Молочну сироватку вносили на стадії замісу тіста в кількості 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 % до маси тіста. Контролем служили проби кексу, приготованого без молочної сироватки за традиційною рецептурою. Готові вироби оцінювали через 4 години після випічки за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Відбір проб готових хлібобулочних виробів і оцінку їх органолептичних показників (зовнішній вигляд, колір і стан скоринки, стан м'якушки, смак, запах) здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик.

Масову частку вологи, пористість, кислотність та питомий об'єм визначали за методиками відповідно до ДСТУ 7045:2009 [19].

Упіканням виробу називають різницю між масою тістової заготовки перед її посадкою в піч і масою хліба з неї на момент виходу з печі. Показник упікання виражають у відсотках до маси тістової заготовки, що випікається, в момент посадки в піч.

Показник упікання розраховували за формулою:

$$Y(\%) = 100 (M_T - M_B) / M_T$$

де M_T – маса тістової заготовки,

M_B – маса виробу в момент виїмки з печі.

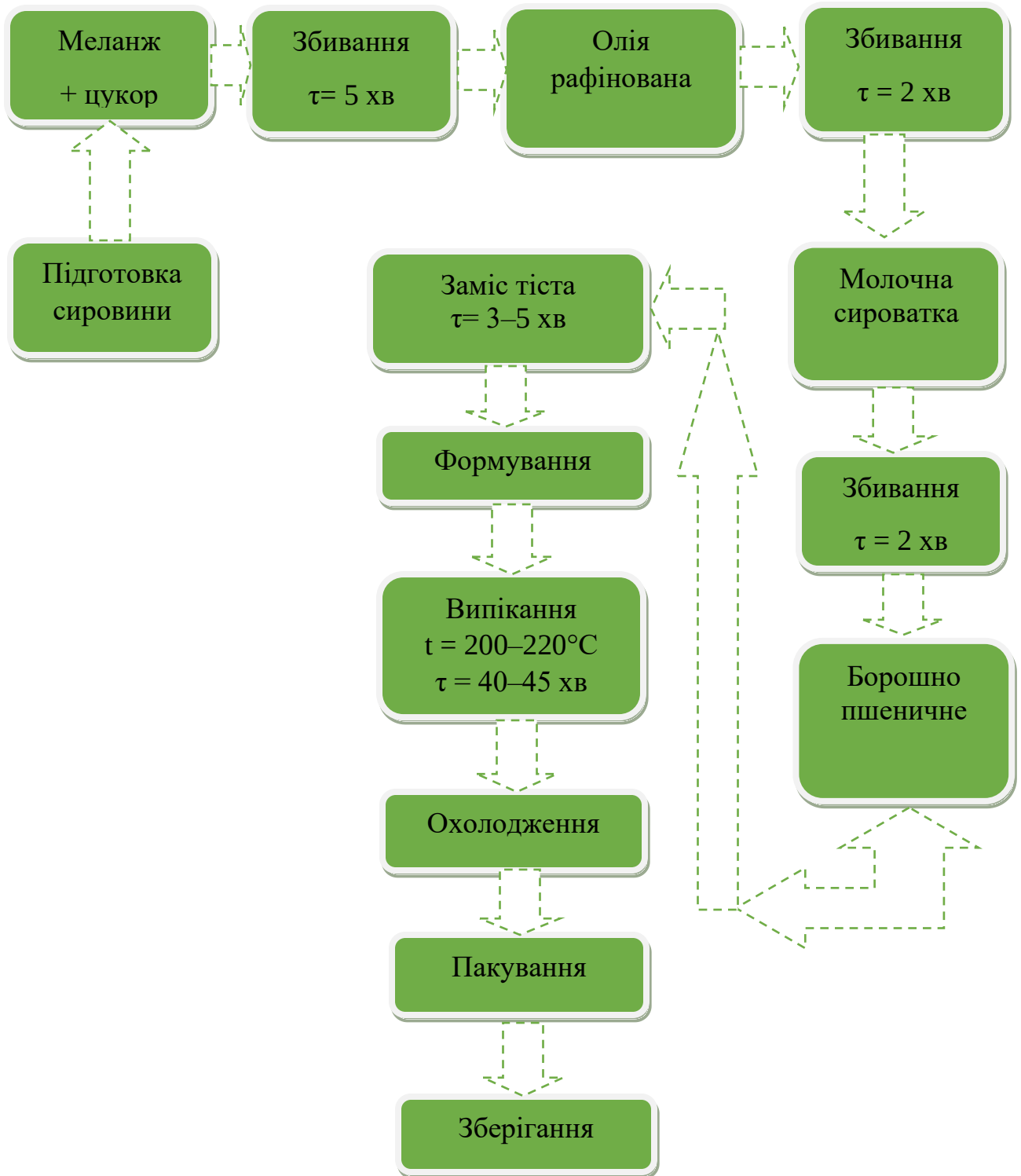


Рис. 2.2 Технологічна схема виробництва кексу збагаченого молочною сироваткою

Охолоджуючи, хлібобулочні вироби всихають, втрачають частину вологи внаслідок випаровування, що призводить до втрати маси. Показником усихання кексу (X_{yc}) є відносна різниця маси гарячого та охолодженого кексу до маси гарячого, виражена у відсотках:

$$X_{yc} = \frac{Q_x - Q_0}{Q_x} 100,$$

де Q_x – маса гарячого кексу, кг, Q_0 – маса кексу, після охолодження.

Розрахунок харчової та енергетичної цінності визначали за «Методикою визначення хімічного складу та енергетичної цінності продуктів харчування» [66].

Залежність між технологічними властивостями кексів збагачених молочною сироваткою визначали методом кореляційного та дисперсійного аналізів за допомогою Microsoft Office 2010 [12, 76].

Економічну ефективність розраховували, враховуючи витрати на зберігання та реалізаційні ціни 2023 р. Математичну обробку даних проводили, використовуючи пакет стандартних програм «Microsoft Office 2013».

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Відповідно до ДСТУ 4505:2005 кекс це борошняний кондитерський виріб, який випечений із здобного тіста та може бути з начинками або без; з додаванням цукатів, фруктів, горіхів, родзинок або різних інших добавок; з використанням дріжджів, хімічних розпушувачів. Борошняні кондитерські вироби є невід'ємною частиною раціону харчування для населення [25, 26].

Правильне використання молочної сироватки дозволяє не тільки підвищити харчову цінність готових виробів, а й помітно поліпшити органолептичні характеристики продукції (збільшити питомий об'єм, поліпшити стан м'якушки і забарвлення шкірки, уповільнити черствіння, підвищити смак і запа.).

Головною перешкодою на шляху широкого використання молочної сироватки в практичному хлібопеченні є надзвичайно низька стабільність цього продукту при зберіганні. Кислотність молочної сироватки істотно підвищується буквально за кілька годин зберігання в умовах підвищених температур. Перекислим молочною сироватка стає не придатною для застосування.

Показник упікання борошняних кондитерських виробів обумовлений випаровуванням із тістової заготовки частини води та незначних кількостей спирту, вуглекислого газу, летких кислот та інших летких речовин [34, 80].

В результаті проведених досліджень встановлено, що показник упікання кексів змінювався залежно від вмісту молочної сироватки та становив 2,77–3,9 % (рис. 3.1). Найменший цей показник у варіанті контроль – без додавання молочної сироватки – 2,78 %. Високими показниками характеризувалися варіанти з додаванням 5, 15, 35 та 40 % молочної сироватки, де показник упікання

становив – 3,72, 3,8, 3,85 та 3,9 відповідно. У решти варіантах досліді на рівні 3,14–3,63 %.

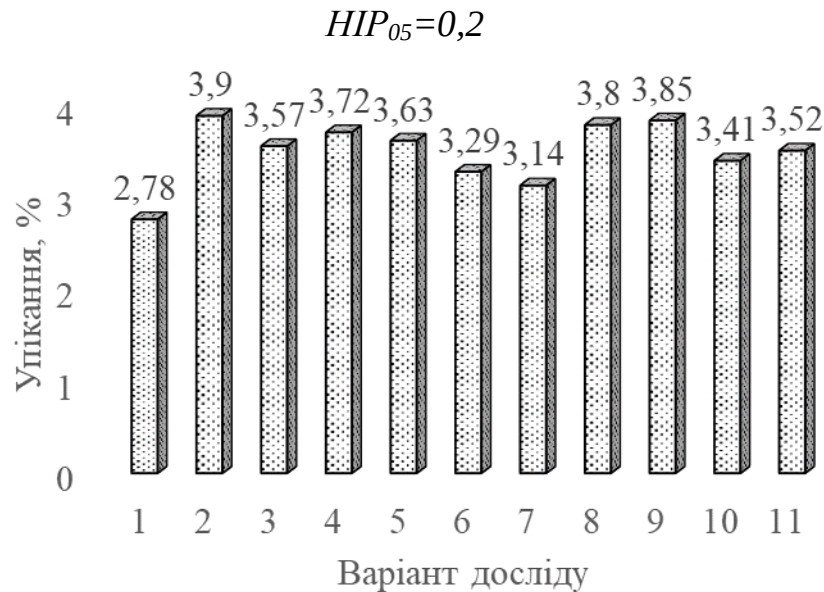


Рис. 3.1 Уп'якання кексів збагачених молочною сироваткою:

1 – контроль (без пюре); 2 – 5% молочної сироватки; 3 – 10% молочної сироватки; 4 – 15% молочної сироватки; 5 – 20% молочної сироватки; 6 – 25% молочної сироватки; 7 – 30% молочної сироватки; 8 – 35% молочної сироватки; 9 – 40% молочної сироватки; 10 – 45% молочної сироватки; 11 – 50% молочної сироватки.

Усушка кексів збагачених молочною сироваткою змінювалась не істотно і коливалась в межах 1,0–1,4 % (рис. 3.2).

Плодоовочеві добавки містять пектинові речовини, які, взаємодіючи з різними функціональними групами білків та крохмалю борошна, утворюють термостійкі білково-полісахаридні комплекси, що мають підвищену гідрофільну здатність. В результаті зростає частка міцно зв'язаної вологи у виробі та втрати вологи скорочуються. Тому при збільшенні концентрації молочної сироватки до маси тіста від 35,0 до 50,0 % усушка готових виробів зменшувалась та становила від 1,0 до 1,2 %

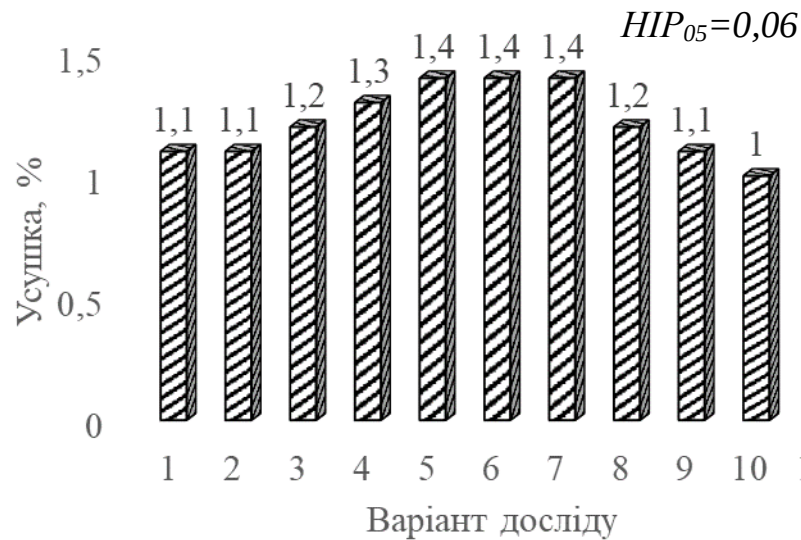


Рис. 3.2 Усушка кексів збагачених
молочною сироваткою:

1 – контроль (без пюре); 2 – 5% молочної сироватки; 3 – 10% молочної сироватки; 4 – 15% молочної сироватки; 5 – 20% молочної сироватки; 6 – 25% молочної сироватки; 7 – 30% молочної сироватки; 8 – 35% молочної сироватки; 9 – 40% молочної сироватки; 10 – 45% молочної сироватки; 11 – 50% молочної сироватки.

Вологість кексів є важливим показником, оскільки, за підвищеної вологості знижується поживність виробу, адже за допомогою води у ньому зменшується вміст поживних речовин. Виробам з високою вологістю притаманне швидке пліснявіння [63].

Встановлено, що при додаванні молочної сироватки вологість кексів збільшувалась з 21,4 при внесенні 5,0% молочної сироватки до 36,1 % при внесенні 50,0 % (рис. 3.3). Найменший показник вологості у варіанті – 17,1 %.

Найбільшою вологістю характеризувалися варіанти з вмістом 40, 45 та 50 % молочної сироватки – 33,4, 33,2 та 36,1 % відповідно.

Збільшення вологості кексів зумовлене наявністю рідкою консистенцією молочної сироватки, яка має високі гідрофільні властивості.



Рис. 3.3 Вологість кексів збагачених молочною сироваткою:

1 – контроль (без пюре); 2 – 5% молочної сироватки; 3 – 10% молочної сироватки; 4 – 15% молочної сироватки; 5 – 20% молочної сироватки; 6 – 25% молочної сироватки; 7 – 30% молочної сироватки; 8 – 35% молочної сироватки; 9 – 40% молочної сироватки; 10 – 45% молочної сироватки; 11 – 50% молочної сироватки.

При внесенні до тіста молочної сироватки в кількості від 5,0 до 50,0 % до його маси збільшується об'єм кексів (рис. 3.4).

Найнижчий об'єм у варіанті контроль (без додавання молочної сироватки) – 418 см³/100 г. Найвищий об'єм при внесенні 40, 45 та 50 % молочної сироватки до маси тіста – 500, 502, 505 см³/100 г. Таке підвищення об'єму кексів можна пояснити збільшенням кількості молочної сироватки в рецептурі.

У решти варіантах цей показник становив 420–465 см³/100 г залежно від кількості молочної сироватки.

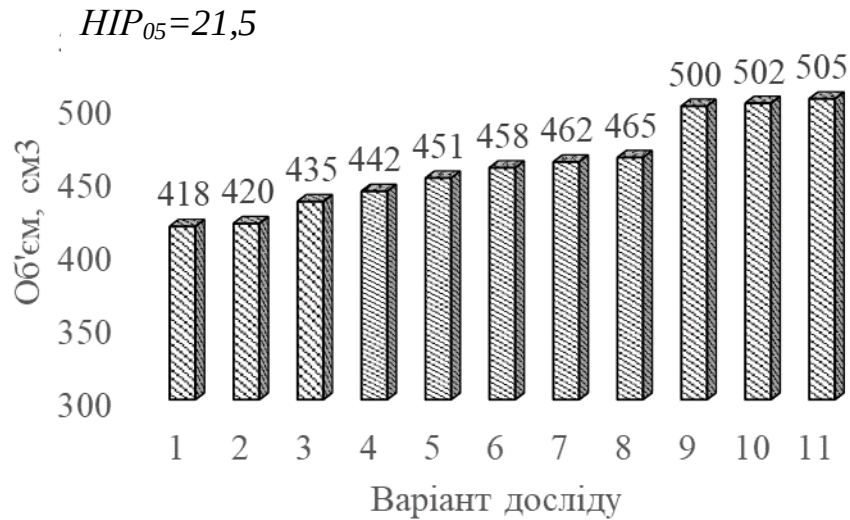


Рис. 3.4 Об'єм кексів збагачених молочною сироваткою:

1 – контроль (без пюре); 2 – 5% молочної сироватки; 3 – 10% молочної сироватки; 4 – 15% молочної сироватки; 5 – 20% молочної сироватки; 6 – 25% молочної сироватки; 7 – 30% молочної сироватки; 8 – 35% молочної сироватки; 9 – 40% молочної сироватки; 10 – 45% молочної сироватки; 11 – 50% молочної сироватки.

Відомо, що наслідком підвищення вологості, кислотності м'якшу є його ущільнення, про що й свідчить зниження пористості випечених кексів (рис. 3.5).

Очевидно, що відсутність у молочній сироватці клейковинних білків є основною причиною зниження інтенсивності процесів бродіння, підвищення густини тіста та його розпушування. Як наслідок – при додаванні молочної сироватки, пористість випечених кексів – не розвинена, пори дрібні та товстостінні.

Так, пористість кексів становила 28,4–55,6 %. Найвищим цей показник був при додаванні 5 % молочної сироватки – 55,6 %, що на 5,4 % більше порівняно з контролем. При збільшенні кількості молочної сироватки пористість кексів зменшувалась.

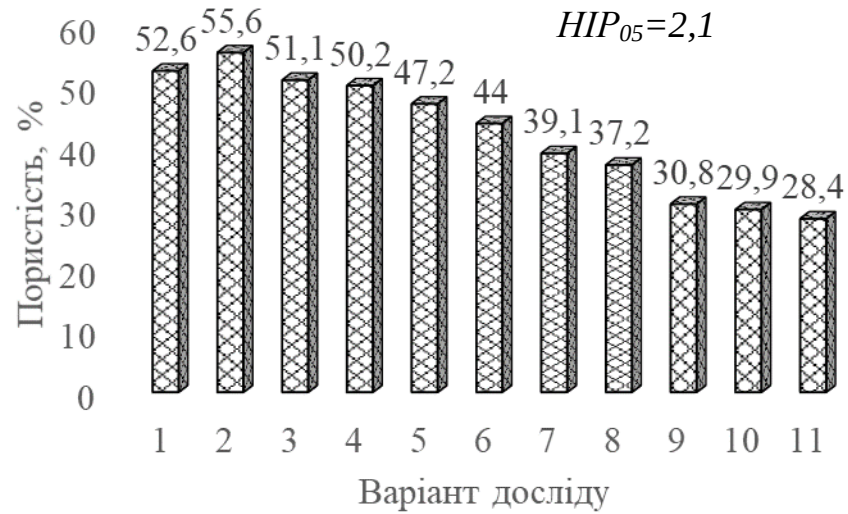


Рис. 3.5 Пористість кексів збагачених молочною сироваткою:

1 – контроль (без пюре); 2 – 5% молочної сироватки; 3 – 10% молочної сироватки; 4 – 15% молочної сироватки; 5 – 20% молочної сироватки; 6 – 25% молочної сироватки; 7 – 30% молочної сироватки; 8 – 35% молочної сироватки; 9 – 40% молочної сироватки; 10 – 45% молочної сироватки; 11 – 50% молочної сироватки.

Кислотність кексів перебувала в межах норми, а різниця між дослідними зразками становила від 0,1 до 0,4 град (рис. 3.6).

Сироватка підвищує кислотність кексів. Однак вона не інтенсифікує нагромадження кислоти, а тільки підвищує кислотність за рахунок наявних у ній кислот.

Встановлено, що у варіанті контроль 1,1 %, найменший показник кислотності, а при додаванні молочної сироватки в кількості 10,0 % цей показник знизився до 3,9 %, а при збільшенні вмісту молочної сироватки кислотність збільшувалась до 4,2–4,3 %, залежно від варіанту досліджу.

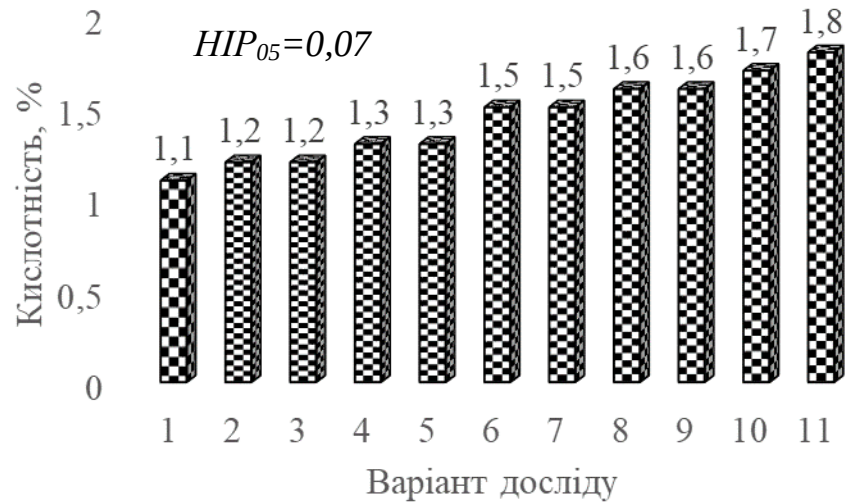


Рис. 3.6 Кислотність кексів збагачених молочною сироваткою:

1 – контроль (без пюре); 2 – 5% молочної сироватки; 3 – 10% молочної сироватки; 4 – 15% молочної сироватки; 5 – 20% молочної сироватки; 6 – 25% молочної сироватки; 7 – 30% молочної сироватки; 8 – 35% молочної сироватки; 9 – 40% молочної сироватки; 10 – 45% молочної сироватки; 11 – 50% молочної сироватки.

При замісі тіста викорисовуючи молочну сироватку можна отримати кекс з рівномірно пофарбованою золотисто-жовтою скоринкою без підривів, тріщин з тонкостінною пористістю та еластичним м'якушем, яскраво вираженими смаком, запахом (табл. 1) (додаток Б, рис. Б.1, Б.2).

Отримані результати показали, що середній бал дослідних зразків кексу становить 5,8–9,0. Найвищий бал у варіантах контроль та при внесенні 5,0 та 10 % молочної сироватки – 9,0. Найнижча оцінка при внесенні 45,0 та 50,0% молочної сироватки, що становить відповідно 6,2 та 5,8 балів.

Отже, найкращі результати оцінювання кексу отримали зразки з додаванням 15,0 та 20,0 % молочної сироватки. У решти варіантах середній бал

становив 7,0–7,8. Таким чином, найкращими показниками якості має кекс з внесенням 20 % молочної сироватки.

Таблиця 3.1

Оцінювання кексу з додаванням молочної сироватки

Варіант досліджу (кількість молочної сироватки, %)	Показник, бал					Середнє
	Поверхня	Колір м'якуша	Запах і смак	Пористість за крупністю	Пористість за рівномірністю	
Контроль	9	9	9	9	9	9,0
5	9	9	9	9	9	9,0
10	9	9	9	9	9	9,0
15	7	9	9	9	9	8,6
20	7	9	7	9	9	8,2
25	7	9	7	9	7	7,8
30	7	9	5	9	7	7,4
35	7	9	5	9	7	7,4
40	7	9	3	9	7	7,0
45	7	9	3	7	5	6,2
50	7	9	1	7	5	5,8

Розрахунок харчової цінності отриманого кексу показав збільшення натрію, кальцію, вітаміну С та А. За рахунок введення молочної сироватки у кількості 20,0 % у кексах спостерігається зменшення енергетичної цінності на 16,7 %, що є затребуваним у прихильників продукції зниженої калорійності.

Таким чином, харчова цінність кексу збагаченого молочною сироваткою стала більш сприятливою для споживання.

Таблиця 3.2

Харчова та енергетична цінність кексу (на 100 г продукту)

Найменування показника	Кекс (контроль)	Кекс збагачений молочною сироваткою (20,0 %)
Білки, г	5,7	7,3
Жири, г	16,2	12,5
Вуглеводи, г	56,8	40,2
Клітковина, %	0,54	0,54
Енергетична цінність, ккал	387	329
Вміст мінеральних речовин, мг:		
Na, (натрій)	148	179
K, (калій)	87	118
Ca, (кальцій)	25	35
Mg, (магній)	21	29
P, (фосфор)	89	85
Fe, (залізо)	2	2
Вітаміни, мг:		
B ₁ , (тіамін)	0,27	0,27
B ₂ , (рибофлавін)	0,14	0,14
PP, (ніацин)	0,72	0,72
C	-	0,15
A	-	0,24

Отже, внесення 15,0–20,0 % молочної сироватки до складу кексу сприяє покращенню органолептичних властивостей та підвищенню вмісту білка, харчової цінності виробу.

Для встановлення оптимальної концентрації вмісту молочної сироватки використовували метод математичного планування.

Встановлено, що основними факторами, що впливають на показники якості кексів збагачених молочної сироватки, є:

X_1 – кількість борошна пшеничного, %;

X_2 – кількість молочної сироватки, %;

X_3 – кількість олії, %.

Межі зміни входних факторів наведені в таблиці 3.3.

Вихідними критеріями для оптимізації були:

Y_1 – об'єм збагачених кексів, %;

Y_2 – органолептична оцінка збагачених кексів, бал.

Таблиця 3.3

Межі зміни входних факторів			
Умови планування	Межі зміни факторів		
	X_1	X_2	X_3
Основний рівень	96	6	0,5
Інтервал варіювання	2	2	0,25
Верхній рівень	100	10	0,75
Нижній рівень	90	2	0,25

Програма проведення дослідження закладена в матрицю планування експерименту та представлена в додатку Б, табл. Б1.

В результаті отримано нелінійні рівняння регресії, які описують цей процес:

$$Y_1 = 59,982 + 0,546X_1 + 2,048X_2 + 1,675X_3 - 1,428X_1X_2 + 0,119X_1X_3 - 0,698X_2X_3 - 0,125X_1 - 0,274X_2 - 2,061X_3. \quad (3.1)$$

$$Y_2 = 91,886 + 4,789X_1 + 1,562X_2 + 2,196X_3 - 1,556X_1X_2 + 0,320X_1X_3 - 1,465X_2X_3 - 0,892X_1 - 1,652X_2 - 6,952X_3. \quad (3.2)$$

За отриманими рівняннями регресії виділено фактори, що мають найбільший вплив на вихідні параметри збагачених кексів. Встановлено, що молочна сироватка має великий вплив на формування об'єму кексів та їх загальної органолептичної оцінки.

Аналізуючи отримані поверхні відгуку можна зробити висновок що концентрація молочної сироватки має істотний вплив на якість збагачених кексів (рис. 3.7, 3.8).

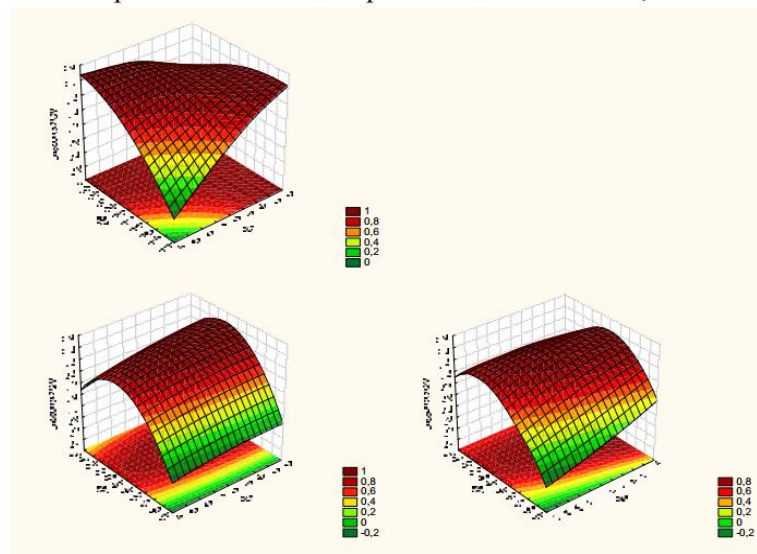


Рис. 3.7 Области рівних значень функції бажаності розглянутих факторів (об'єм збагачених кексів)

З рисунку 3.7, видно, що об'єм збагачених кексів збільшується при додаванні молочної сироватки в кількості 5,0–50,0 %.

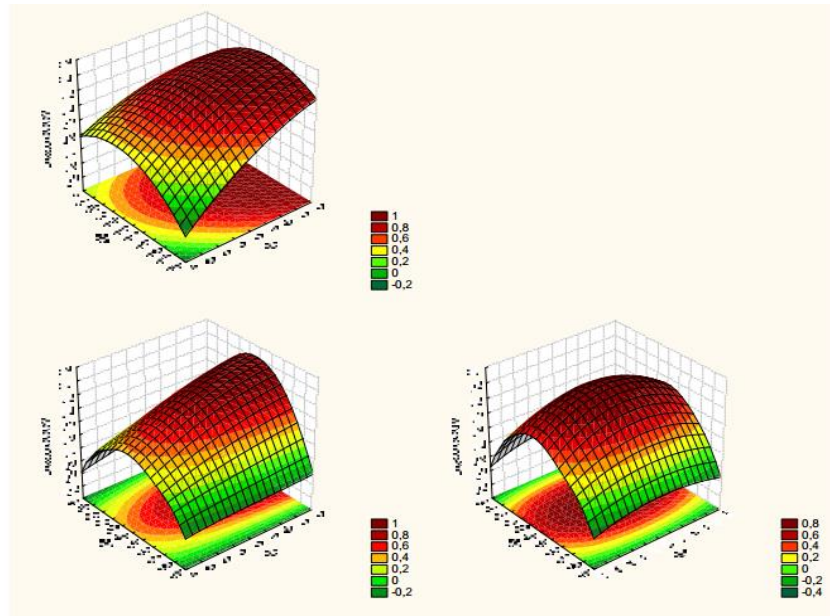


Рис. 3.8 Области рівних значень функції бажаності розглянутих факторів (органолептична оцінки збагачених кексів)

Встановлено, що оптимальними межами зміни факторів є додавання молочної сироватки в кількості 20,0 % до маси пшеничного борошна.

З метою визначення мікробіологічних показників проведено дослідження впливу молочної сироватки на наявність мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, бактерії групи кишкових паличок (БГКП), патогенних мікроорганізмів в процесі зберігання. Результати досліджень представлені в таблиці 3.3.

У дослідних зразках кексу не виявлено мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, патогенних мікроорганізмів, БГКП, пліснявих грибів і дріжджів.

Таблиця 3.3

Мікробіологічні показники кексів збагачених молочною сироваткою

Показник	Допустимі рівні за нормативною документацією	Фактичний вміст у кексах	
		Контроль (без добавок)	20% молочної сироватки
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КОЕ в 1г, не більше	$5 \cdot 10^3$	не виявлено	не виявлено
БГКП (коліформи)	не допускається	не виявлено	не виявлено
Патогенних мікроорганізмів, у т.ч. Salmonella, в 25 г	не допускається	не виявлено	не виявлено
Плісняві гриби, КУО в 1г, не більше	100,0	не виявлено	не виявлено
Дріжджі, КУО в 1г, не більше	50,0	не виявлено	не виявлено

Отже, в результаті проведених досліджень встановлено, що збагачення кексів молочною сироваткою дає можливість не тільки покращити якість та харчову цінність, але й збільшує термін їх зберігання.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Технологія виготовлення кексів збагачених молочною сироваткою включає:

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

Апаратурно-технологічна схема виробництва кексів збагачених молочною сироваткою представлена на рисунку 4.1.

Вся сировина, що надходить на виробництво, очищують (у разі неозхідності), просіюють, пропускають через магнітні колонки для видалення металевих та механічних домішок, рідку сировину обов'язково проціджують. На виробництво борошно надходить борошновозом. Спочатку 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 АМ-100НК 8. Потім борошно надходить у бункер під вагами 9, а далі у виробничий бункер 10 пневмотранспортом під тиском повітря, що надходить з ресивера 4. Повітря з бункера підвагами виходить, очищаючись через рукавний фільтр.

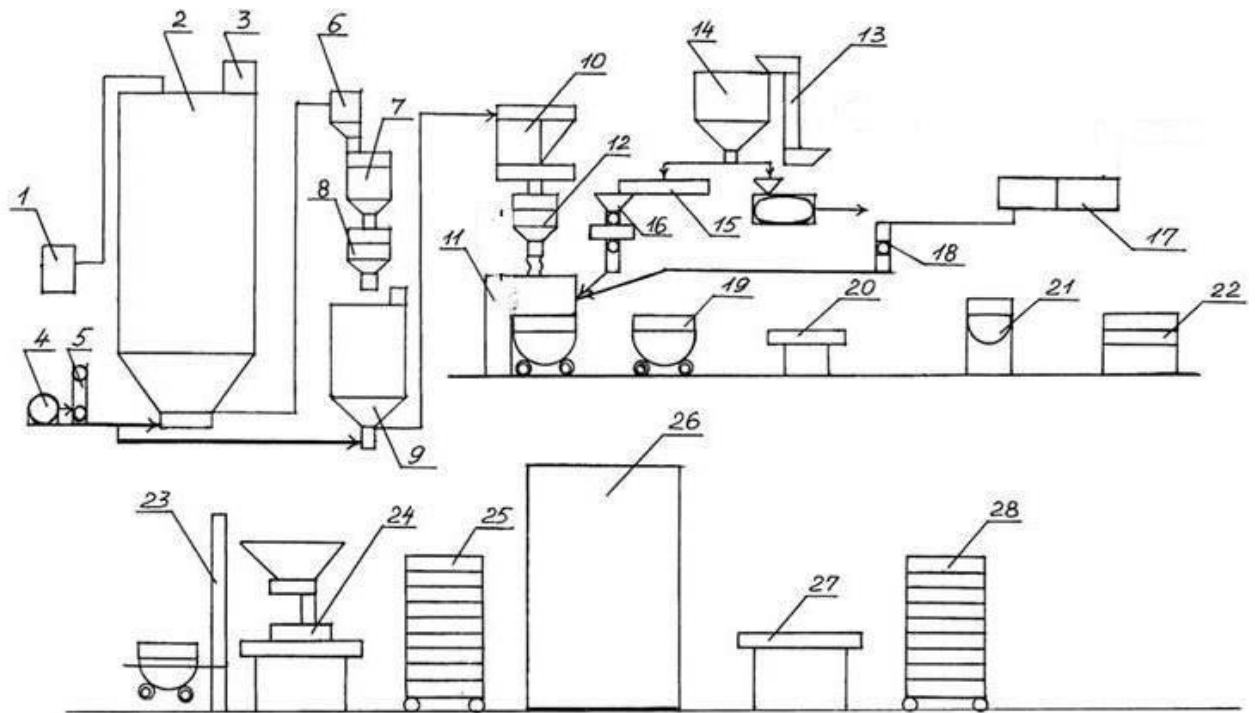


Рис. 4.1. Апаратурно-технологічна схема виробництва кексів з цільнозернового тритикалевого борошна збагачених шротом з насіння розторопші:

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 та олія надходять у бідонах, після розморожування його переливають у ємність із ситовою перегородкою 17 (діаметром 1,5 мм).

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

Приготування тіста для виробництва кексів починається в збивальній

машині МК-49 11, куди вводять меланж та цукор і збивають 7–10 хвилин, вручну додають сіль. І збивають ще 5–7 хвилин, поступово вливаючи олію дозатором марки Ш5-ХКМ 18. До збитої маси додають есенцію, розчин амонію, ретельно перемішують. Борошно додають за допомогою дозатора 10 та замішують тісто впродовж 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 ($t = 180\text{--}210^{\circ}\text{C}$, 40–45 хвилин).

Випечені вироби охолоджують до температури $60\text{--}70^{\circ}\text{C}$ на контейнері в камері, що охолоджує, потім вироби витягають із форм, для остаточного охолодження. На циркуляційному столі 27 кекси пакують в ящики-лотки і проводять обробку поверхні кексів цукровою пудрою. Готові кекси збагачені молочною сироваткою 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).

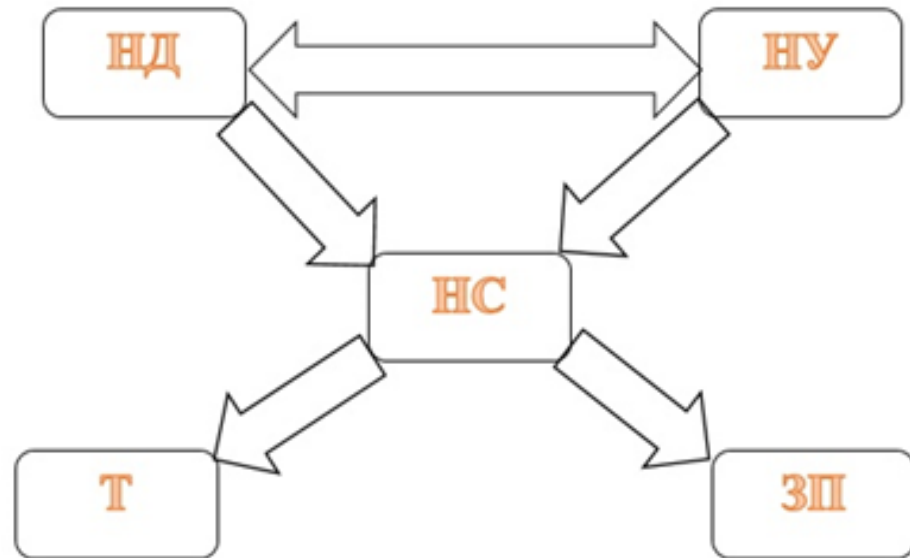


Рис. 5.1 Модель небезпечної ситуації під час випікання печива з багатокомпонентних борошняних сумішей

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 збагачений молочною сироваткою.

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:

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

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

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

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

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

$$\Pi_r = n_1 n_2 g_{\text{кл}} \times 60 / t_{\text{вип}}$$

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);

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

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

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

Добова продуктивність (кг) визначається за формулою:

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

$t_{\text{роб.ч}}$ – 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 молочною сироваткою	8	300	2400	320	768

Техніко-економічні показники виробництва представлені в таблиці 6.2. Отже, при додаванні 10% молочної сироватки при випіканні кексу збагаченого молочною сироваткою термін окупності становить 1,4 роки з рівнем рентабельності 16,1 %.

Таблиця 6.2

Техніко-економічні показники виробництва

Найменування показника	Кекс збагачений молочною сироваткою
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, %	16,1
Роздрібна ціна, грн/шт.	12,5
Термін окупності, років	1,4

ВИСНОВКИ

1. Огляд літератури показав, що молочна сироватка володіє високою харчовою цінністю, дієтичними властивостями та має велику популярність у харчуванні населення. Молочна сироватка має безліч корисних властивостей, багата на кальцій, натрій, і калій магній та вітаміни B₁, B₂, B₁₂, A, C.
2. В результаті проведених досліджень встановлено, що показник упікання кексів збагачених молочною сироваткою змінювався залежно від вмісту та становив 2,78–3,90 %.
3. Усушка кексів збагачених молочною сироваткою змінювалась не істотно та становила 1,0–1,4% .
4. Встановлено, що при додаванні молочної сироватки вологість кексів збільшувалась з 21,4 при внесенні 5% молочної сироватки до 36,1 % при внесенні 50,0 %. Найбільшу вологість мають зразки з вмістом 40, 45 та 50 % молочної сироватки – 33,4; 33,2 і 36,1 % відповідно.
5. При внесенні до тіста молочної сироватки в кількості від 5,0 до 50,0 % до його маси збільшується об'єм кексів.
6. Пористість кексів становила 28,4–55,6 %. Найвищим цей показник був при додаванні 5,0 % молочної сироватки – 55,6 %, що на 5,4 % більше порівняно з контролем. При збільшенні кількості молочної сироватки пористість кексів зменшувалась.
7. Кислотність кексів перебувала в межах норми 1,0–1,4 град. Введення молочною сироваткою до складу кексів сприяло інтенсифікації кислото накопичення, що сприяло підвищенню перетравності виробу. За органолептичними показниками найкращі результати отримали зразки з додаванням 15 та 20 % молочної сироватки.
8. Розрахунок харчової цінності кексів показав збільшення вмісту кальцію, калію, натрію, вітаміну C та A.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В результаті проведених досліджень новий продукт – кекс збагачений молочною сироваткою, яка містить безліч різних корисних компонентів з високими органолептичними показниками.

На хлібопекарських підприємствах рекомендовано випікати кекси з додаванням молочної сироватки в кількості 15–20 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Белінська К. О. Удосконалення технології функціональних дитячих молочноборошняних продуктів з використанням нетрадиційних видів молока: автореф. дис. ... канд. техн. Наук. К., 2017. 23с.
2. Вербій В. П., Денисенко Т. М. Вплив харчового збагачувача на фізичні властивості пшеничного тіста. Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2005. № 11(12). С. 22–24.
3. Городиська О. В., Самохвалова Н. В., Савченко О. М. та інш. Дослідження безпеки виноградних порошків як альтернативи какаопорошку у кондитерській глазурі. 2018. Т. 12. № 3. С. 64–70.
4. Гніцевич В. А., Юдіна Т.І., Дейниченко Л.Г. Технологія та біологічна цінність молочнобілкових копреципітатів. Товари і ринки. 2016. №2. С.148–158.
5. Денисенко Т. М. Використання цикорлаку у виробництві борошняних кондитерських виробів. Сучасні проблеми товарознавства. 2002. С. 232–234.
6. Денисенко Т. М. Борошняні кондитерські вироби підвищеної біологічної цінності. Вісник КНТЕУ. Спецвипуск наукових робіт молодих вчених. 2005. No 3. С. 181–186.
7. Дейниченко Г.В., Юдіна Т.І., Ветров В.М. Нові види копреципітатів та їх використання в харчових технологіях: монографія. Донецьк: Донеччина. 2010. 176 с.
8. Дейниченко Г. В., Мазняк З. О., Золотухіна І. В. Ультрафільтраційні процеси та технології раціональної переробки білкововуглеводної молочної сировини: монографія. Харків: Факт. 2008. 208 с.
9. Дорохович А. М., Горзей О. В. Дослідження технології мафінів як великої технологічної системи. Харчова промисловість. 2017. № 21.

10. Дорохович А. М. Хімічний склад «ідеального» харчового продукту і шляхи наближення до нього складу реальних харчових продуктів. Харчова промисловість. 2016. № 20. С. 41–47.
11. Дробот В. І., Грищенко А. М. Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенового хліба. Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2013. Вип. 30. С. 52 –58.
12. Дзюндзя О., Звагольська К. Аналіз нетрадиційної борошняної сировини для виробництва хлібобулочних виробів. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2021. №1. С. 22–29.
13. Калакура М. М., Ратушенко А. Т., Бублик Г. А. Оптимізація якості кондитерських виробів із використанням яблучного порошку. Технологический аудит и резервы производства. 2016. № 3 С. 12–17.
14. Мазаракі А.А., Пересічний М.І., Кравченко М.Ф. та ін Технологія продуктів функціонального призначення. Монографія. К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2012. 116 с.
15. Мирошник Ю. А., Доценко В. Ф. Досвід використання порошоків з нетрадиційної рослинної сировини в технології борошняних кондитерських виробів. Modern engineering and innovative technologies. 2019. Issue 8, Part .2. С. 65–71
16. Мирошник Ю. А., Медвідь І.М., Шидловська О.Б., Доценко В. Ф. Використання порошоків калини, горобини та обліпихи в технології бісквітного напівфабрикату. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2014. Вип. 46, Том 1. С. 166- 170.
17. Павлов О.В. Збірник рецептур борошняних кондитерських і здобних булочних виробів: Навчально-практичний посібник. Видання перероблене і доповнене. Київ: ПрофКнига, 2018. 336с.
18. Павлюченко О.С., Дочинець І.В., Машовець М.Ю. Доцільність

використання сироваткових білків у технології кексів. *Хранение и переработка зерна*. 2017. № 1 (209). С.53–55.

19. Рожновська К. О., Положишникова Л. О. Технологія напівфабрикатів кондитерських виробів з використанням концентрату сироваткових білків, отриманого методом ультрафільтрації. *Актуальні питання розвитку науки та забезпечення якості освіти у XXI столітті*. Полтава: ПУЕТ, 2020. С. 280–283.

20. Тележенко Л. М., Дідух Г. В., Капчан В. І. Модифіковані сироваткові білкові концентрати як збагачувачі харчових продуктів. *Young Scientist. ОНАХТ*. Одеса, 2017. № 5 (45). С. 495–500.

21. Українець, А.І., Емельянова Н.О., Потапенко С.І. Змінення хімічного складу злаків, як сировини для лікувально-оздоровчого харчування в процесі їх солодощення. *Харчова промисловість*. К.: НУХТ, 2005. №4. С. 73–75.

22. Черевко О., Головка М. Функціональні харчові продукти. *Харчова і переробна промисловість*. 2006. № 6. С. 18–19.

23. Шульга, О. С., Каменчук Т. В., Шульга С. І. Яблучний порошок як добавка для підвищення харчової цінності карамелі. *Ukrainian food journal*. 2012. № 2. С. 59–61.

24. Юдіна Т.І., Безрученко О.М., Павлюченко В.О. Обґрунтування складу борошняної сировини у технології безглютенових кексів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ. 2019. Вип. 19, т. 1. С. 179–186.

25. Abdelghafor R. F., Mustafa A.I., Ibrahim A.M.H. Quality of bread from composite flour of sorghum and hard white winter wheat. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 2011. № 3. P. 9–15.

26. Ayo J.A., Okoliko A. Effect of SprayDrying Temperature of Egg White Powder on the Quality of Meringue. *Journal of Arid Agriculture*. 2003. № 13. P. 18–

20.

27. Atapattu N., Mendis A.P. Evaluation of Canistel (*Pouteria campechiana*) Fruit Meal as a Feed Ingredient for Poultry. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 2013. №3. P. 177–183.

28. Akinwande B. A., Ade-Omowaye B. I. O., Olaniyan S.A. Quality evaluation of ginger-flavoured soy-cassava biscuit. *Nutrition and Food Science*. 2008. № 35. P. 128–135.

29. Akubor P. I. Functional properties and performance of cowpea/plantain/wheat flour blends in biscuits. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2003. № 58(3). P. 1–8.

30. Bolarinwa I. F., Lim P. T., Muhammad K. Quality of gluten-free cookies from germinated brown rice flour. *Food research*. 2019. 3(3). 199–207.

31. Bugusu B.A., Campanella O., Hamaker B.R. Improvement of sorghum – wheat composite dough rheological properties and bread making quality through zein addition. *Cereal Chem*. 2001. 78(1). P. 31–35.

32. Costa D.S.A. Wondracek D.C. Lopes, R.M. Carotenoids composition of canistel (*Pouteria campechiana* (kunth) Bachni). *Revista Brasileira de Fruticultura, Jabot cabal*. 2010. № 32. P. 903 – 906.

33. De Lanerolle M. S., Priyadarshani A. B., Sumithraarachchi D. The carotenoids of *Pouteria campechiana* (Sinhala: Ratalawulu). *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*. 2008. 36(1) № 95–98.

34. Dhingra S, Jood S. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat bread supplemented with soybeans and barley flour. *Food Chem*. 2005. № 77(4):479-488.

35. Dokic L., Nikolic I., Soronja-Simovic, D. et al. Sensory characterization of cookies with chestnut flour. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, 2014. № 8(5). P. 416–419.

36. Donno D., Mellano M. G., Riondato I. Traditional and Unconventional

Dried Fruit Snacks as a Source of Health-Promoting Compounds. Antioxidants (Basel, Switzerland), 2019. № 8(9). P. 396.

37. Elsayed A.M., Tanbouly N.D., Mustafa S.F. at ell Chemical Composition and biological activities of *Pouteria campechiana* (kunth) Baehni. Journal of Medicinal Plants Research. 2016. № 10 (16). P. 209–215.

38. Evangelista-Lozano S., Robles-Jímarez H. R., Pérez-Barcena J. F. at ell Fruit characterization of *Pouteria campechiana* in three different stages of maturity. FRUITS. 2021. № 76(3). P. 116–122.

39. Eyenga E. F., Mouafo H. T., Achu M. B. L. at ell. 2021. Optimization of the Formulation of Rice Biscuits Supplemented with *D. Edulis* (L.) Powder Using Response Surface Methodology. International Journal of Food Science, 2021. №8. P. 49–55.

40. Fillion L., Kilcast D. Consumer perception of crispness and crunchiness in fruits and vegetables. Food quality and preference. 2002. № 13(1). P. 23–29.

41. Gajanayaka P.R., Jemziya M.B.F., Rifath M.R.A. Production and Nutritional Evaluation of Protein Enriched Cookies Incorporated with Winged Beans (*Psophocarpus tetragonolobus*). Journal of the Bangladesh Agricultural University. 2021. 19(4). P. 542–547.

42. Gujral, H.S., Mehta, S., Samra, I.S. Effect of wheat bran, coarse wheat flour, and rice flour on the instrumental texture of cookies. International Journal of Food Properties. 2003. 6(2). P. 329–340.

43. Ho L. H., Abdul Latif N. W. B. Nutritional composition, physical properties, and sensory evaluation of cookies prepared from wheat flour and pitaya (*Hylocereus undatus*) peel flour blends. Cogent Food and Agriculture. 2016. № 2(1). P. 63–69.

44. Ikuomola D. S., Otutu O. L., Oluniran D. D. Quality assessment of cookies produced from wheat flour and malted barley (*Hordeum vulgare*) bran blends. Cogent Food and Agriculture. 2017. № 3(1). P. 34–41.

45. Jayathunge K.G., Kapilarathne R.A., Tillakaratne B.M.. Development of methodology for production of dehydrated tomato powder and study the acceptability of the product. *Journal of Agricultural Technology*. 2012. Vol.8. № 2. P. 751–759.
46. Lanerolle M., Priyadarshani A. M., Sumithraarachchi D. B. The carotenoids of *Pouteria campechiana*. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 2008. 36(1). P. 95–98.
47. Malunga L.N, Izydorczyk M., Beta T. Effect of water-extractable arabinoxylans from wheat aleurone and bran on lipid peroxidation and factors influencing their antioxidant capacity. *Bioact. Carbohydr.Dietary Fibre*. 2017. №10. P. 20–26.
48. Mohammed I., Ahmed A.R., Senge B. Dough rheology and bread quality of wheat–chickpea flour blends. *Industrial Crops & Products*. 2012. № 36. 196–202.
49. Nakov G., Stamatovska V., Ivanova N. ell Psysico chemical characteristics of functional biscuits and in vivo determination of glucose in blood after consumption of functional biscuits. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 2018. P. 25–32.
50. Noah A. A., Adedeji M. A. Quality assessment of cookies produced from wheat and red kidney bean flour. *International Journal of Food and Nutritional Sciences*. 2020. №2 P. 1–4.
51. Noor Aziah A. A., Mohamad Noor A. Y. 2012. Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flour. *International Food Research Journal*. 2012. № 19. P. 1539–1543.
52. Noor Aziah A.A., Komathi C.A.. Acceptability attributes of crackers made from different types of composite flour. *International Food Research Journal*. 2009. № 16. P. 479–482.
53. Ndife J., Abdulraheem L.O., Zakari U.M. Evaluation of the nutritional

and sensory quality of functional breads produced from whole wheat and soya bean flour blends. *Afr. J. Food Sci.* 2011. № 5(8). P. 466–472.

54. Okafor J. N., Ozumba A. U., Solomon H. M. Production and acceptability of chinchin fortified with oyster mushroom. *Nigeria Food Journal*. 2002. № 18. P. 19–20.

55. Paragados D. A. Acceptability of canistel (*Lacuma nervosa* A. DC) fruit flour in making cookies. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*. 2014. Vol, 2(1). P. 46–49.

56. Pertiwi S. R., Nurhalimah S., Aminullah A. Optimization on process of ripe canistel (*Pouteria campechiana*) fruit flour based on several quality characteristics. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2020. № 23. P. 28–31.

57. Pratima A., Yadave M C. Effect of incorporation of liquid dairy by-product chemical characteristic of soy fortified biscuits. *Journal Food Science Technology*. 2000. № 37. P. 158–161.

58. Sanni S. A., Adebawale A. A., Olayiwola I. O. et al. Chemical composition and pasting properties of iron fortified maize flour. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 2008. № 6. P. 172–175.

59. Sethuraman G. V. Nutritional composition of canistel (*Pouteria Campechiana* (Kunth) Baehni. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2020. № 5(6). P. 53–57.

60. Sethuraman G., Nizar N. M. M., Muhamad F. N. et al. Nutritional composition of canistel (*Pouteria campechiana* (kunth) Baehni). *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2020. № 5(6). P. 53–57.

61. Silva G. M., Jemziya M. B. F., Gunathilaka S., Rikasa, A. M. Development of an ice cream composite with canistel fruit (*Pouteria campechiana*). 2021. P. 21–26.

62. Sharma H. R., Chauhan G. S. Physical, sensory and chemical characteristics of wheat breads supplemented with fenugreek. *J. Food Sci. Technol.*

2000. № 37. P. 91–94.

63. Stamatovska, V., Nakov, G., Pavlovska, G. et al. Production of biscuits with inulin and determination of their characteristics. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, UDC. 2018. № 664 (33). P. 547–455.

64. Sudha M. L., Baskaran V., Leelavathi K. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*. 2007. № 104(2). P. 686–692.

65. Ubbor S. C., Akobundu E. N. T. Quality characteristics of cookies from composite flours of watermelon seed, cassava and wheat. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2009. № 8. P. 1097–1102.

ДОДАТКИ