

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Удосконалення технології виробництва хлібобулочних
виробів, збагачених мінеральними елементами,
із впровадженням розробки у хлібопекарський цех**

Виконала: студентка VI курсу, групи МХм-61
спеціальності _____

181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

Ціко Ю.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Кравченко Х.Ю.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Кравець О.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
 Кафедра Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« » _____ 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 «Харчові технології»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Ціко Юлії Миколаївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів, збагачених мінеральними елементами, із впровадженням розробки у хлібопекарський цех

Керівник роботи Кравченко Христина Юріївна, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 27 » 11 2024 року № 4/7-1133

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2024

3. Вихідні дані до роботи булочка «Туристична для здоров'я», рослинна сировина з високим вмістом мінеральних речовин

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Анотація. Вступ. Науково-дослідна частина. Техніко-економічне обґрунтування. Проектно-технологічна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайній ситуації. Висновки.

Перелік посилань

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

План цеху – 1 л. А1

Поздовжній розріз – 1 л. А1

Поперечний переріз – 1 л. А1

Апаратурно-технологічні схеми виробництва – 2 л. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання 27 листопада 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд літературних джерел відповідно до теми кваліфікаційної роботи		
2	Опрацювання методів досліджень		
3	Виконання експериментальних досліджень і опрацювання результатів		
4	Оформлення науково-дослідної частини		
5	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту		
6	Підбір та розрахунок технологічного обладнання		
7	Викреслювання плану цеху		
8	Викреслювання розрізу та перерізу цеху		
9	Викреслювання апаратурно-технологічних схем		
10	Виконання розділу «Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях»		
11	Оформлення роботи		

Студентка

(підпис)

Ціко Юлія Миколаївна

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кравченко Христина Юріївна

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Збагачення харчових продуктів, в тому числі й хлібобулочних виробів природними біологічно-активними компонентами рослинного і тваринного походження, а також мінеральними речовинами є важливим завданням харчової промисловості. Проблема нестачі мінеральних елементів в раціоні спостерігається серед різних верств населення. Це пов'язано з неправильним вибором продуктів, прихильністю до ресторанів швидкого харчування, порушенням обміну речовин. Хлібобулочні вироби користуються великим попитом, вони становлять основу енергетичної складової щоденного раціону завдяки високому вмісту вуглеводів. Крім того, хліб містить вітаміни групи В та клітковину. Дієтологи радять віддавати перевагу цільнозерновому хлібу, а також житньому. Однак популярність пшеничних виробів все ж залишається на високому рівні. Збагачення пшеничного хліба біологічно цінними компонентами, в тому числі селеном та йодом, підвищить рівень споживання важливих для людини поживних речовин.

Ключові слова: мінеральні речовини, селен, бразильський горіх, фейхоа, йод, удосконалення

ANOTATION

Enrichment of food products, including bakery products, with natural biologically active components of plant and animal origin, as well as minerals, is an important task of the food industry. The problem of a lack of mineral elements in the diet is observed among different segments of the population. This is due to the wrong choice of products, a preference for fast food restaurants, and metabolic disorders. Bakery products are in great demand, they form the basis of the energy component of the daily diet due to their high carbohydrate content. In addition, bread contains B vitamins and fiber. Nutritionists advise giving preference to whole grain bread, as well as rye bread. However, the popularity of wheat products still remains at a high level. Enriching wheat bread with biologically valuable components, including selenium and iodine, will increase the level of consumption of nutrients important for humans.

Keywords: minerals, selenium, Brazil nut, feijoa, iodine, improvement

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	10
1.1. Аналітичний огляд літературних джерел	10
1.1.1. Характеристика мінеральних речовин для профілактики ендокринних захворювань.	10
1.1.2. Фейхоа, як джерело йоду.....	12
1.1.3. Бразильські горіхи, як джерело селену.....	16
1.1.4. Патентний пошук	20
1.2. Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження.....	21
1.3. Результати досліджень.....	21
1.3.1. Обґрунтування вибору сировини та її особливості	21
1.3.2. Дослідження впливу додавання збагачувальної сировини на фізико-хімічні та органолептичні показники якості виробів	25
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	30
РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	33
3.1. Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту.....	33
3.1.1. Вихідні дані.....	33
3.1.2. Розрахунок продуктивності печей.....	35
3.1.3. Розрахунок пофазних рецептур	37
3.1.4. Розрахунок виходу виробів.....	42
3.1.5. Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів	48
3.2. Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва ...	54
3.2.1. Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту	54
3.2.2. Обґрунтування та опис технології запроєктованого асортименту	54
3.2.3. Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроєктованого асортименту.	56

3.3. Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту	58
3.3.1. Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання	58
3.3.2. Розрахунок і вибір технологічного обладнання	62
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	65
4.1. Охорона праці	65
4.1.1. Загальні вимоги безпеки до виробничого обладнання з технологічних процесів	65
4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях	69
ВИСНОВКИ	72
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	73
ДОДАТКИ	79

ВСТУП

Мікроелементи – речовини, відповідальні за реалізацію всіх функцій організму. До есенціальних – незамінних – мікроелементів належать деякі речовини, серед яких і йод, і селен. Під час військового стану важливо вживати продукти, які збагачені йодом і селеном, оскільки ці поживні речовини мають ключове значення для зміцнення імунної системи та захисту організму від шкідливого впливу стресу і змін у середовищі. Таким чином, споживання продуктів збагачених цими поживними речовинами може бути корисним під час сьогодення, коли організму потрібно додатковий захист.

Функціональні булочні вироби з селеном і йодом можуть бути корисними для забезпечення організму цими важливими мікроелементами. Селен відомий своїми антиоксидантними властивостями, які допомагають захищати клітини від стресу. Йод, у свою чергу, є важливим для здоров'я щитоподібної залози і може запобігти захворюванням, пов'язаним з його недостатньою кількістю в організмі.

Результати Національного дослідження йодного статусу в Україні продемонстрували, що за останні 20 років ситуація з йодним забезпеченням не покращилася. Населення досі відчуває дефіцит йоду, а використання солі, йодованої щонайменше до 15 мг/кг у домогосподарствах залишається на тому самому низькому рівні. Тому доцільно створювати продукцію функціонального призначення, а саме хлібобулочних виробів з додаванням збагачувальних добавок.

Актуальність теми: використання додаткових інгредієнтів багатих на йод та селен дає змогу збільшити асортимент виробництва булочних виробів, надати виробам функціонального та профілактичного призначення.

Метою даної роботи є виробництво функціональних булочних виробів, з використанням нетрадиційної рослинної сировини, що багата на йод та селен. Використання рослинних добавок, а саме фейхоа та бразильських горіхів, що є джерелом йоду та селену, значно розширює асортимент, підвищує біологічну цінність виробів, має профілактичне значення для ендокринної системи.

Виконуючи кваліфікаційну роботу магістра, результати досліджень опубліковано на міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 11 грудня 2024 року.

Кваліфікаційна робота на тему: Удосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів, збагачених мінеральними елементами, із впровадженням розробки у хлібопекарський цех. Робота складається з чотирьох розділів, з переліку посилань із позицій, листів графічної частини та додатків. Загалом обсяг роботи становить 88 сторінок, в яких застосовано 52 формула, а також представлено 21 таблиці та 14 рисунків.

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1. Аналітичний огляд літературних джерел

1.1.1. Характеристика мінеральних речовин для профілактики ендокринних захворювань.

Останні роки кардинально змінили наше життя. На жаль, не в кращу сторону. Страх, злість, паніка, апатія не завжди проходять безслідно. Часто пережитий стрес позначається на нашому фізіологічному стані і починаються проблеми зі здоров'ям. Серед наслідків тривалого стресу – гормональний збій.

Загальноприйнятим спостереженням є те, що гормональний дисбаланс частіше зустрічається у жінок, рідше у чоловіків. На здоров'я та емоції, як правило, впливає недостатня кількість або надлишок гормонів, присутніх в організмі. Якщо вчасно не втрутитися, це може з часом ще більше ускладнити здоров'я та стати передумовою пов'язаних з цим захворювань.

Спочатку коронавірус, а тепер війна. Великий відсоток людей забезпечені гормональними проблемами протягом останнього часу, що стикалися з сильним стресом, відзначають ендокринологи. Ендокринна система миттєво порушується від сильних емоцій. Також все це провокує збільшення частоти захворювань на цукровий діабет і проблеми з щитовидною залозою. Цукровий діабет є найпоширенішим із ендокринних захворювань. До прогресування хвороб і частішого звернення людей до лікарів призводять стрес, незбалансоване харчування, а також малорухливий спосіб життя [1].

Для оптимальної роботи щитовидної залози необхідне достатнє споживання як йоду, так і селену. Йод є важливим компонентом гормонів щитовидної залози тироксину (Т4) і трийодтироніну (Т3), і дефіцит порушує синтез цих гормонів. Селен необхідний для біосинтезу та функціонування йодтироніндейодиназ, які контролюють перетворення Т4 в Т3. Крім того, селензалежні глутатіонпероксидази беруть участь у захисті від окисного пошкодження щитовидної залози. Основними джерелами йоду є морська риба і

морепродукти, курятина, молочні продукти, рукола, шпинат, журавлина, фейхоа, хурма [2].

Селен присутній у щитовидній залозі у високих концентраціях, і це свідчить про те, що селенопротеїни можуть значно сприяти цілісності та функціонуванню залози. Селензалежна глутатіонредуктаза та селенопротеїни важливі завдяки своїй антиоксидантній активності, яка життєво необхідна для захисту організму. Селен впливає на метаболічні шляхи шляхом зміни активності селенопротеїнів і відіграє роль у захисті клітин від окислювального стресу. Концентрація селену регулює експресію селенопротеїнів. Різні концентрації селену можуть по-різному впливати на імунітет і енергетичний обмін [3].

Існують різні хімічні форми селену. Зокрема, селенат натрію (Se^{+4}) безпосередньо активує природні клітини-кілери, має антилейкемічну дію та протиракові властивості [4,5]. Ці протиракові властивості були доведені клінічними та експериментальними дослідженнями. Дефіцит селену погіршує роботу імунної системи, впливаючи на тимус, який відповідає за виробництво макрофагів і лімфоцитів. Навпаки, надлишок селену також токсичний. Повідомлялося про випадання волосся, ураження шкіри та нігтів, ослаблення кісток, нудоту та діарею при споживанні понад 400 мкг/день [6]. Селен можна отримувати з рослинних і тваринних джерел. Основними джерелами селену в раціоні є бразильські горіхи, цільнозернові продукти, крупи, риба, яловичина, яйця.

Захворювання щитовидної залози проявляються, коли щитовидна залоза не в змозі забезпечити організм достатньою кількістю гормонів. Зоб – це збільшення щитовидної залози, і найпоширенішою причиною захворювання вважається недостатнє споживання йоду в щоденному раціоні. Багатовузловий зоб – це поширений стан, який характеризується повільним ростом м'яких вузлів у щитовидній залозі.

Тривога та депресія – це психічні розлади, які зазвичай спостерігаються в суспільстві та пов'язані з хронічними захворюваннями, такими як порушення

функції щитовидної залози. Відомо, що негативні наслідки хронічних захворювань впливають на психічне здоров'я [7].

Селен і йод є необхідними мікроелементами для нормального функціонування організму. Ці два елементи відіграють важливу роль у метаболізмі щитовидної залози. Було продемонстровано потенційний зв'язок між захворюваннями щитовидної залози та психічними розладами [8].

Дефіцит йоду все ще є проблемою охорони здоров'я в усьому світі, оскільки понад 1200 мільйонів мешканців піддаються ризику, оскільки щоденне споживання йоду не досягає оптимального рівня. Хоча як ізольований дефіцит йоду, так і селену може сам по собі викликати захворювання, комбінований дефіцит цих мікроелементів сприяє пошкодженню клітин, фіброзній дегенерації та повній атрофії щитовидної залози, що є типовим для мікседематозного кретинізму, коли йодні добавки самі по собі не можуть відновити функцію щитовидної залози. Тому необхідно розробляти профілактичні та дієтичні стратегії з додаванням йоду та селену для продуктів масового вживання, такі як хлібобулочні вироби [9].

1.1.2. Фейхоа, як джерело йоду

Фейхоа – вічнозелений багаторічний чагарник, з родини миртових. Він походить з Бразилії та Південної Америки, але комерційно вирощується в Каліфорнії та Новій Зеландії, але також культивується в регіонах із середземноморським кліматом. Як правило, цю рослину вирощують заради ароматних і солодких плодів. Рослина має зеленувато-сіре листя і блідо-сіру кору.

Плоди фейхоа мають овальну форму і розміром приблизно з куряче яйце. М'якоть насіння желеподібна, кремового кольору. Плоди мають воскову лаймово-зелену шкіру. Фрукт має гострий смак, але надзвичайно солодкий і ароматний. Загальний смак фруктів схожий на суміш полуниці, ківі, ананаса, лимона або айви [10].

Рослини фейхоа живуть понад 45 років. У різних народів і епох вирощували і створювали численні сорти фейхоа [10].



Рисунок 1.1 – Дерево фейхоа

Переваги вживання фейхоа

- Високий вміст йоду

Йод – основна цінність у плодах фейхоа. Йоду в цій ягоді в три рази більше, ніж у морепродуктах. На фейхоа немає алергії навіть при переїданні. Вживання фейхоа допомагає при гіпотиреозі, а також швидше загоює травми. У разі ран і пошкоджень велика кількість поживних речовин у фейхоа сприяє швидшому відновленню тканин [10].

- Протизапальна дія

Термін «запальне захворювання кишечника» часто використовується для опису хвороби Крона та виразкового коліту. Виявлено протизапальну дію в м'якоті фейхоа, це має величезний потенціал для використання в лікуванні та профілактиці запальних захворювань, таких як запальні захворювання кишечника [10].

- Антибактеріальні властивості

Проведено дослідження для оцінки антибактеріальних властивостей фейхоа, для цього використовувався водний екстракт тропічного *Feijoa sellowiana* (Berg). Фруктовий екстракт значно зменшив виробництво хемілюмінесценції

імунними клітинами, що свідчить про потенційний протизапальний або імунорегуляційний ефект фруктового екстракту [10].

- Антиоксидантні властивості

Катехіни, флавоноїди та інші фенольні хімічні речовини відповідають за антиоксидантну активність. Фейхоа є хорошим джерелом антиоксидантів [10].

- Чудове джерело вітаміну С

Вітамін С впливає на синтез білка колагену, який будує та відновлює сполучні тканини по всьому тілу, а також на здоров'я імунної системи. Збільшене споживання вітаміну С з їжею може знизити ризик захворювань, включаючи хвороби серця, артрит, подагру та інші, а також захищають від розвитку раку, застуди та вірусів. Плід і шкірка фейхоа також містять фітохімічні речовини, які сприяють здоров'ю імунної системи та мають цитопротекторні властивості [10].

- Зміцнення травної системи

Фейхоа має значний запас клітковини, яка полегшує перистальтику та посилює виділення шлункового соку, що покращує травлення, запобігає розладам і захищає організм від більш серйозних захворювань, таких як рак товстої кишки. Крім того, клітковина може виводити холестерин із кровоносних судин і артерій [10].

- Підтримування здоров'я серця

Вживання фейхоа знижує ризик серцевих захворювань, одночасно підтримують здоровий артеріальний тиск. Високий вміст калію та низький вміст натрію в фейхоа може допомогти знизити ризик розвитку гіпертонії [10].

- Протиракова активність

Дослідження використання екстракту із плодів фейхоа та отримані з нього сполуки показали, що мають вибірково цитотоксичну дію, викликають апоптоз, порушують клітинний цикл проти гематологічних пухлин, а також ефективні проти чутливих і стійких ракових клітин [10].

- Підтримування пам'яті, фокусу і концентрації

Неврологічні переваги кількох інгредієнтів фейхоа, включаючи калій, фолієву кислоту та різні антиоксиданти. Хвороба Альцгеймера та зниження когнітивних функцій менш поширені у людей, які споживають фолієву кислоту. Окрім покращення пізнання, концентрації та активності нейронів, калій пов'язаний з регулюванням кровообігу в мозку. У фейхоа також хороший рівень вітаміну В₆ [10].

- Зменшує ризик підвищення рівня цукру в крові

Глікемічний індекс фейхоа підходить людям з діабетом 2 типу. Їжа з високим глікемічним індексом, така як білий рис і білий хліб, швидко перетравлюється, підвищуючи рівень цукру в крові та інсуліну після їжі, а потім різко знижує рівень цукру в крові. Фейхоа з часом всмоктується в кровообіг, запобігаючи падінню цукру, потягу та перепадів настрою [10].

- Прискорює метаболізм

Вітамін В має вирішальне значення для всіх процесів організму, включаючи вироблення гормонів, синтез білків і еритроцитів, стимуляцію діяльності нервової системи та виробництво енергії в клітинах. У фейхоа збалансований вміст вітаміну В, який є корисним фактором [10].

- Підходить під час вагітності

Фейхоа – це поживний фрукт, багатий на фолієву кислоту, яка є важливою для вагітних жінок і допомагає запобігти анемії. Фейхоа також багатий залізом, і його високий рівень кров'яних клітин оптимально забезпечує ріст дитини [10].



Рисунок 1.2 – Плоди фейхоа

Використання фейхоа

Загалом фрукти є джерелом антиоксидантів, які важливі в харчуванні людини. В останні роки цим фруктам приділяється більша увага, оскільки їх регулярне споживання допомагає запобігти ряду захворювань. Антиоксиданти, присутні у фруктах, особливо фенольні сполуки, діють як відновники по відношенню до активних форм кисню. Фейхоа легко культивується і має великий ринковий потенціал щодо споживання сирих плодів. Споживання шкірки фрукта, яка традиційно розглядається як неїстівна частина фейхоа, може стати важливим джерелом поживних речовин і функціональних сполук, особливо якщо вона включена в спеціальні рецепти [11].

Результати досліджень показують, що плоди фейхоа є цінним джерелом харчових волокон, мінералів (калію), поліфенолів (наприклад, флавонів), вітаміну С і В5, а також демонструють широкий спектр антимікробної активності. Фруктова шкірка має потенціал для вилучення функціональних інгредієнтів для харчової промисловості. Спостережуваний широкий спектр антимікробної активності екстрактів плодів фейхоа в якості природних харчових консервантів [12].

Борошно з шкірки фейхоа є джерелом біоактивних сполук, таких як харчові волокна, мінерали, моносахариди, фенольні сполуки з антиоксидантною здатністю та каротиноїди, що використовується у функціональних харчових продуктах [13].

1.1.3. Бразильські горіхи, як джерело селену

Бразильський горіх – горіхи з бразильського горіхового дерева (*Bertholletia excelsa*) родом з Південної Америки. Дерево бразильського горіха виявлено, що росте на твердому, добре дренованому ґрунті вздовж річки Амазонки, в таких країнах, як Бразилія, Перу, Колумбія, Венесуела і Еквадор. Дерево належить до родини Lecythidaceae і є тропічним вічнозеленим деревом, яке може досягати висоти понад 50 метрів. Бразильські горіхи круглі, близько 6 см в діаметрі, з

твердою оболонкою. Окремий горіх має витягнуту овальну форму і легкий кремовий колір [14].



Рисунок 1.3 – Дерево бразильського горіха *Bertholletia excelsa*

Дерева дають досить великі плоди з твердою шкаралупою, схожі на кокосові горіхи, які містять від 10 до 24 їстівних насіння (горіхів).

Хоча люди, ймовірно, їли бразильські горіхи ще з епохи палеоліту, перша згадка про них у західних джерелах була лише в 1500-х роках. Іспанський дослідник познайомив їх у 1569 році, а голландці привезли їх до Європи в 1600-х роках.

Також бразильські горіхи все ще далеко не найпопулярніші горіхи в США, але вони набувають популярності, особливо серед тих, хто дотримується кето-та веганської дієт. Мало того, дослідження показують, що вони можуть принести значні переваги для здоров'я.

Порція бразильських горіхів містить рекомендовану добову норму селену. Один горіх містить 96 мікрограмів, що набагато більше, ніж у багатьох інших видах горіхів.

Інші поживні речовини бразильського горіха включають: вітамін В1, вітамін В₆, вітамін Е, кальцій, мідь, магній, марганець, фосфор, цинк [15].



Рисунок 1.4 – Плоди бразильського горіха

Селен – мікроелемент, який потрібен організму в дуже невеликих кількостях. Він відіграє ключову роль у багатьох аспектах здоров'я. Він підтримує гормони щитовидної залози, метаболізм і репродукцію. Він також захищає клітини від пошкодження та інфекції [15, 16].



Рисунок 1.5 – Бразильські горіхи

Переваги вживання бразильських горіхів

- Підтримування здоров'я серця

Селен у бразильських горіхах пов'язаний із меншим ризиком ішемічної хвороби серця. Результати дослідження за участю здорових дорослих показали, що з'їдання в середньому чотирьох бразильських горіхів може бути достатнім для покращення ліпідного профілю шляхом зниження рівня ліпопротеїнів

низької щільності «поганого» холестерину та підвищення рівня ліпопротеїнів високої щільності до 24 годин. Дослідники повідомили, що користь може тривати до 30 днів, не викликаючи токсичності печінки або нирок у здорових людей [17].

- Підтримування функцій щитовидної залози

Селен у бразильських горіхах може допомогти зберегти щитовидну залозу здоровою. Підтримка необхідної концентрації селену може допомогти запобігти захворюванням щитовидної залози та зберегти загальний стан здоров'я [18]. Якщо виникають захворювання щитовидної залози, селен може також допомогти полегшити симптоми таких захворювань щитовидної залози як: Тиреоїдит Хашимото: аутоімунне захворювання, при якому тканина щитовидної залози поступово руйнується та виникає гіпотиреоз (низький рівень гормонів щитовидної залози) [19]; Хвороба Грейвса: захворювання щитовидної залози, що призводить до гіпертиреозу (надлишковий рівень гормонів щитовидної залози) [20].

- Протизапальна дія

Бразильські горіхи багаті антиоксидантами, речовинами, які захищають тіло від впливу нестабільних молекул, які називаються вільними радикалами. Антиоксиданти включають такі поживні речовини, як вітамін Е, селен і поліфеноли, такі як еллагова кислота та галова кислота [21].

- Підтримування здоров'я мозку

Селен підтримує важливі функції мозку центральної нервової системи, такі як пам'ять, координація, моторика. Дослідження показують, що користь селену для здоров'я мозку зумовлена його антиоксидантними властивостями та впливом на запалення. Селен також може підтримувати важливі шляхи передачі сигналів мозку під час нейротрансмісії [22].

- Підтримування міцності кісток

Бразильські горіхи є хорошим джерелом магнію, необхідної поживної речовини для підтримки щільності кісток. Магній сприяє формуванню кісток і підтримує клітини, що регулюють кісткову тканину. Дослідження показують, що

більш високий рівень магнію призводить до більшої мінеральної щільності кісток [20].

- Лікування діабету

Деякі дослідження показують, що селен у бразильських горіхах може допомогти знизити рівень інсуліну та підвищити чутливість до інсуліну, покращуючи рівень цукру в крові у людей з діабетом 2 типу [20].

- Підтримування імунітету

Бразильські горіхи містять близько 10% рекомендованої добової норми цинку. Нормальний рівень цинку необхідний для активації Т-лімфоцитів, типу білих кров'яних клітин, які допомагають захистити тіло від інфекцій, включаючи застуду та пневмонію [20].

Використання бразильських горіхів

Зазвичай бразильські горіхи можна знайти в продуктових магазинах як очищені, так і неочищені. Зберігають їх у прохолодному сухому місці. Бразильські горіхи мають гладку консистенцію та ніжний смак [16].

Бразильські горіхи можна їсти сирими, вареними або смаженими. Їх можна використовувати як закуски або в салатах. Бразильські горіхи також можна додавати в морозиво, шоколад, цукерки, печиво. Якщо бразильські горіхи дрібно нарізати або подрібнити, їх можна змішувати в різних тістечках та солодощах. Їх також використовують в рецептах домашнього соусу песто та готують з них енергетичні веганські страви [15, 23, 24].

1.1.4. Патентний пошук

Після пошуку патентів, пов'язаних з цією темою кваліфікаційної роботи, було зроблено висновок, що питання виробництва хлібобулочних виробів з додаванням плодів фейхоа та бразильських горіхів є перспективним.

Оскільки при пошуку патентів в межах України не виявлено результатів, тему виробництва хлібобулочних виробів з додаванням обраної сировини збагаченої йодом та селеном можна вважати актуальною, сучасною, потрібною в даний час.

1.2. Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження

Метою кваліфікаційної роботи: розробка рецептури та удосконалення технології виробництва булочки «Туристична» з додаванням обраної сировини збагаченої йодом та селеном

Завдання кваліфікаційної роботи:

- Обрати сировину яка містить у своєму складі йод та селен
- Розробити удосконалену рецептуру булочних виробів
- Провести пробне випікання виробів з обраною сировиною багату на йод та селен
- Дослідити якість готових виробів

Об'єкт дослідження: технологія виробництва булочки «Туристична» з фейхоа та бразильськими горіхами

Предмет досліджень: фейхоа, бразильські горіхи, показники якості булочки «Туристична» з фейхоа та бразильськими горіхами

Методи досліджень: Загальні та доступні для визначення якості борошна, напівфабрикатів та хлібобулочних виробів.

1.3. Результати досліджень

1.3.1. Обґрунтування вибору сировини та її особливості

Для початку ми підібрали рослинну сировину, що містить велику кількість йоду та селену, щоб збагатити хлібобулочні вироби. Проаналізувавши харчову цінність, хімічний склад, корисність, ми обрали сировину багату на йод – фейхоа, на селен – бразильські горіхи рис.1.6 - 1.7.



Рисунок 1.6 – Фейхоа



Рисунок 1.7 – Бразильські горіхи

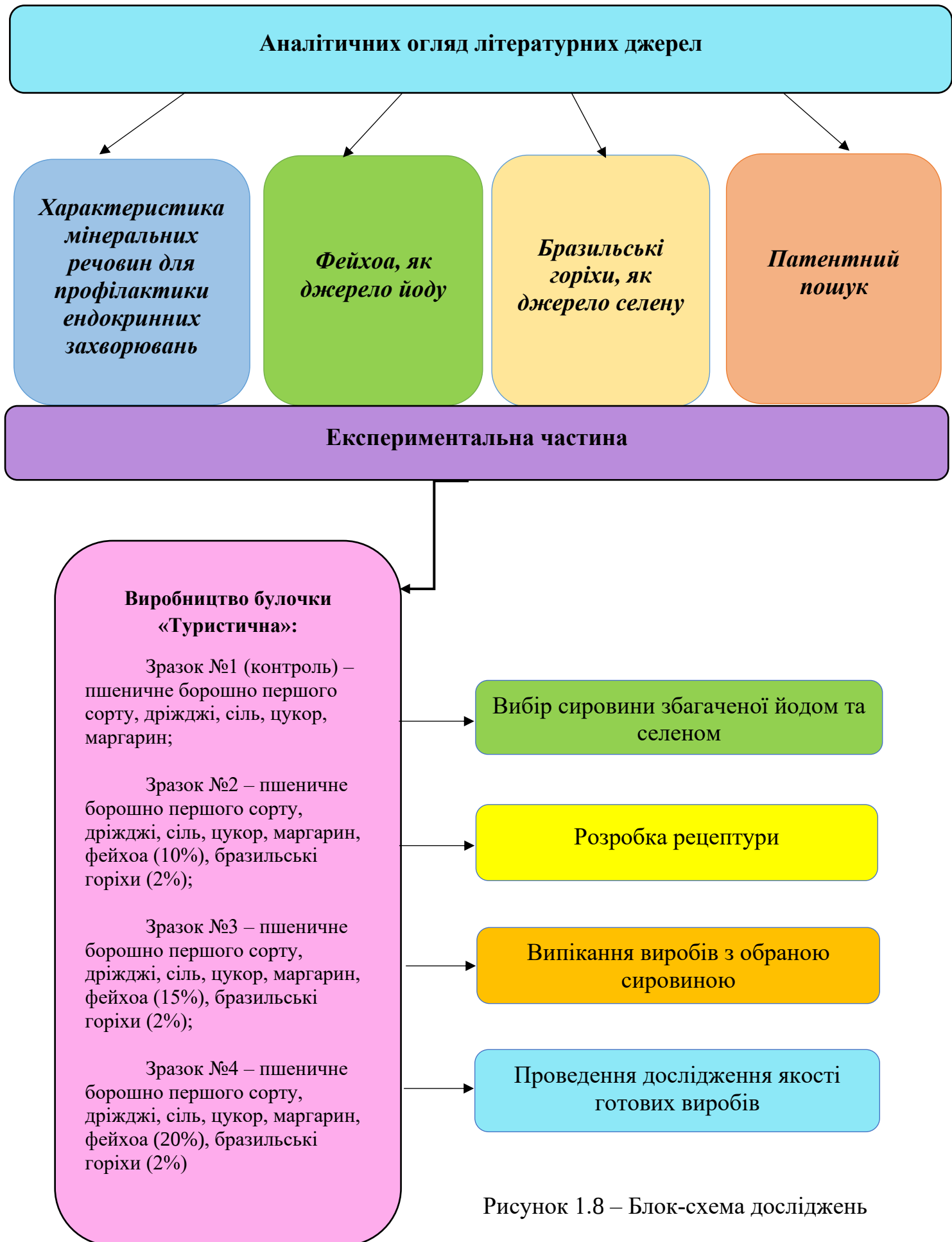


Рисунок 1.8 – Блок-схема досліджень

Булочку «Туристична» готували безопарним способом. Для цього приготували сольовий розчин, розчин цукру, дріжджову суспензію (співвідношення 1:3). Приготували 4 заміси: 1 заміс – контрольний виріб; 2 заміс – з додаванням фейхоа 10 %, бразильських горіхів 2%; 3 заміс – з додаванням фейхоа 15 %, бразильських горіхів 2%; 4 заміс – з додаванням фейхоа 20 %, бразильських горіхів 2%.

Для замісу тіста додали дріжджову суспензію, воду, маргарин, просіяне борошно, приготовлені цукровий та сольовий розчини. В кожний заміс, крім контролю, було додано по 2% дрібно подрібнених бразильських горіхів та перетертого пюре фейхоа (попередньо пробланшувавши плоди) доданого в кількості 10%, 15%, 20%. Далі вимішали тісто та залишили вистоявати 140 хв.



Рисунок 1.9 – Процес замісу тіста

Зразок №1 (контроль) – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №2 – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин, фейхоа (10%), бразильські горіхи (2%);

Зразок №3 – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин, фейхоа (15%), бразильські горіхи (2%);

Зразок №4 – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин, фейхоа (20%), бразильські горіхи (2%)

Після процесу вистоювання зроблено обминання тіста та формування овальних заготовок. Сформовані заготовки викладали у спеціальні форми, для вистоювання ще 30 хв.



Рисунок 1.10 – Вистоювання заготовок

Далі вироби ставили в піч нагріту до 220°C, тривалість випікання булочок 19 хв.



Рисунок 1.11 – Готові булочки «Туристична для здоров'я»



Рисунок 1.12 – Готові булочки в розрізі «Туристична для здоров'я»

Зразок №1 (контроль) – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №2 – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин, фейхоа (10%), бразильські горіхи (2%);

Зразок №3 – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин, фейхоа (15%), бразильські горіхи (2%);

Зразок №4 – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин, фейхоа (20%), бразильські горіхи (2%)

Після випікання досліджували якість готових виробів.

Через 4 години після випікання булочок провели органолептичну оцінку якості готових виробів, визначали стан скоринки, еластичність, пористість м'якушки, смак та аромат.

1.3.2. Дослідження впливу додавання збагачувальної сировини на фізико-хімічні та органолептичні показники якості виробів

Органолептичну оцінку якості булочок проведено дегустаторами, результати показані в таблицях 1.1 та 1.2

Таблиця 1.1 – Органолептична оцінка якості булочки «Туристична для здоров'я»

Показники	№1 контроль	№2	№3	№4
Зовнішній вигляд	Овальна	Овальна	Овальна	Овальна
Колір скоринки	Світло коричнева скоринка	Світло коричнева скоринка	Світло коричнева скоринка	Світло коричнева скоринка
Стан м'якушки: Колір	Світло жовтий	Світло жовтий з вкрапленнями бразильського горіха	Світло жовтий з вкрапленнями и бразильського горіха	Жовтий більш виражений з вкрапленнями бразильського горіха
Рівномірність	Рівномірний	Помітні горіхи	Помітні горіхи	Помітні горіхи
Еластичність	Еластичний	Еластичний	Еластичний	Еластичний
Пористість: за крупністю	Без пустот. Без ущільнень. Після натискання м'якушка приймає свою початкову форму			
за рівномірністю	Без слідів непромісу та ущільнень			

Визначено дегустаторами, що булочки з добавками мали приємний солодкуватий аромат фейхоа, цікавий смак в поєднанні з бразильськими горіхами. Дегустатори відзначили, що найкращий зразок №2 з доданою кількістю фейхоа 10%, бразильські горіхи 2%, оскільки відчувалося гармонійне поєднання добавленої сировини. В зразках №3 та №4 фейхоа було надто відчутне на смак, тому дегустатори поставили нижчі оцінки. Оцінювання проводили за 5-бальною шкалою. Проаналізували показники булочок: смак, зовнішній вигляд, колір, запах. Результати оцінювання показані в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Дегустаційна оцінка якості готових булочок

Взірець	П.І.П.	Показники, бали				Середній бал
		Зовнішній вигляд	Колір	Смак	Запах	
Зразок 1 (контроль)	Божик Л.	5	5	4	4	4,5
	Демченко М.	5	5	5	4	4,7 5
	Пацула М.-Д.	5	5	4	4	4,5
	Пік В.	5	5	5	4	4,7 5
	Якшина Н.	5	5	4	4	4,5
Зразок 2	Божик Л.	5	5	5	5	5
	Демченко М.	5	5	5	5	5
	Пацула М.-Д.	5	5	5	5	5
	Пік В.	5	5	5	5	5
	Якшина Н.	5	5	5	5	5
Зразок 3	Божик Л.	5	5	5	5	5
	Демченко М.	5	5	5	5	5
	Пацула М.-Д.	5	5	4	5	4,7 5
	Пік В.	5	5	5	5	5
	Якшина Н.	5	5	4	5	4,7 5
Зразок 4	Божик Л.	4	4	4	4	4
	Демченко М.	5	5	4	4	4,5
	Пацула М.-Д.	4	4	4	5	4,7 5
	Пік В.	4	4	5	5	4,7 5
	Якшина Н.	5	5	4	5	4,5

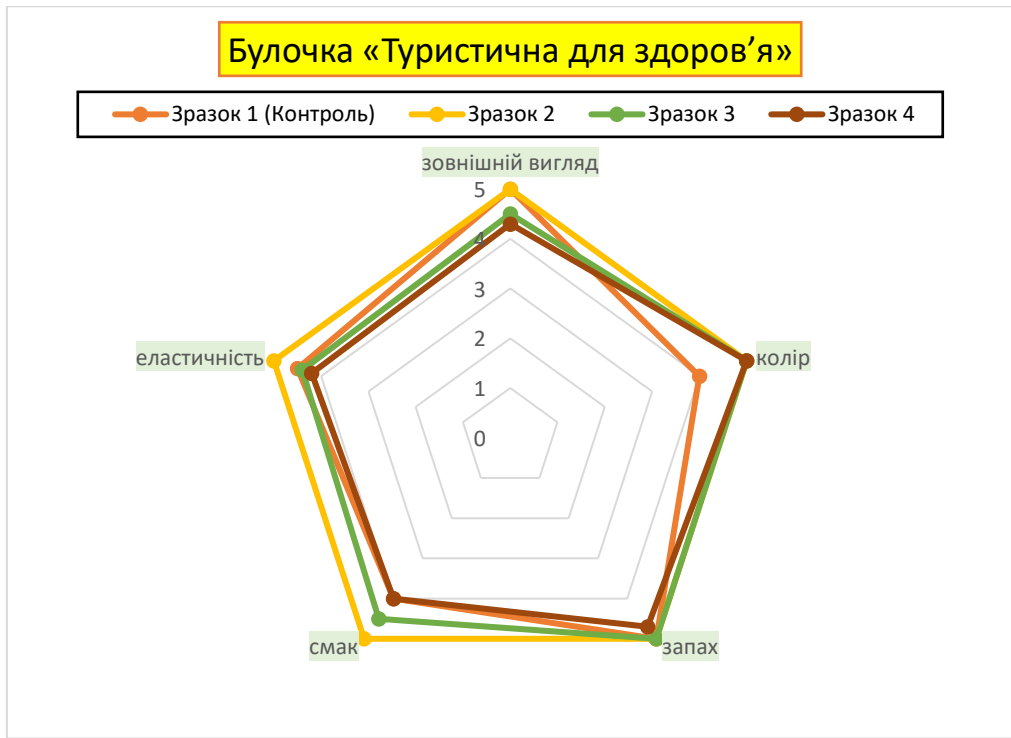


Рисунок 1.13 – Аналіз флейвору дослідних виробів

Зразок №1 (контроль) – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №2 – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин, фейхоа (10%), бразильські горіхи (2%);

Зразок №3 – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин, фейхоа (15%), бразильські горіхи (2%);

Зразок №4 – пшеничне борошно першого сорту, дріжджі, сіль, цукор, маргарин, фейхоа (20%), бразильські горіхи (2%)

Через 5 години після випікання булочок визначили фізико-хімічні показники якості, такі як: кислотність, вологість, пористість виробів.

Таблиця 1.3 – Фізико-хімічні показники якості булочки «Туристична для здоров'я»

Показники	Згідно ДСТУ	Контроль №1	№2	№3	№4
Вологість м'якушки, %, не більше	39	37	39	38	40
Кислотність, °Т, не більше	3,0	2,8	3,0	2,9	3,1
Пористість, %, не більше	68	67	68	67	66

Визначали пористість з допомогою приладу Журавльова. Проаналізовано, що додавання пюре фейхоа в кількості 15% та 20% незначно проте зменшує пористість (зразки №3 та №4), порівняно з контролем.

Результати зміни крихкуватості м'якушки булочки «Туристична для здоров'я» при зберіганні показані в табл. 1.4

Таблиця 1.4 – Зміна крихкуватості булочки «Туристична для здоров'я» під час зберігання

Булочні вироби	Крихкуватість м'якушки булочок, %			
	Тривалість зберігання булочок, год			
	2	24	48	72
Зразок №1	2,50	3,48	4,52	5,60
Зразок №2	2,32	3,35	4,44	5,54
Зразок №3	2,35	3,37	4,47	5,57
Зразок №4	2,36	3,40	4,49	5,59

Результати досліджень показують, що під час зберігання крихкуватість м'якушки найвища у зразка №1 (контроль), порівняно з іншими зразками.

В удосконалених виробках крихкуватість нижча, що позитивно впливає на термін придатності

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Конструювання хлібобулочних виробів в Україні та за кордоном поділяються на дві групи: основну складають традиційні вироби, переважно прості рецептури, попит на який постійний і майже не змінюється; та іншу динамічну групу, що включає такі сегменти товарів, як оздоровчі, профілактичні, дієтичні, товари преміум-класу тощо.

Питома вага мобільних груп у загальному обсязі продажу хлібобулочних виробів може змінюватися залежно від економічного та соціального статусу країни, рівня заробітної плати, попиту на товар з точки зору каналів збуту на ринку, ступеня інформованості населення, споживачів здорового харчування тощо. [37,38].

Таким чином, частка товарів масового споживання в Україні, а саме хліб з пшеничного, житнього або суміші житнього та пшеничного борошна, перевищує 70%. Водночас хліб і хлібобулочні вироби мають малий білковий склад і нестачу деяких мікроелементів та складають 68,4% у структурі виробництва вітчизняних хлібобулочних виробів [39,40,41].

В європейських країнах виробництво хлібобулочних виробів оздоровчо-профілактичної дії становить 20% асортиментної структури великих підприємств, а дрібних виробників – 50% з'являються на внутрішньому ринку. Проте впровадження їх виробництва в Україні просувається повільно, особливо серед потужних компаній галузі [42,43].

Концепція розвитку пекарської справи в різних державах, перехід від першої до другої, удосконалення політики компаній щодо забезпечення наступного асортименту: функціональна та професійна випічка для традиційного харчування та особливості окремих груп. Дієтичні продукти профілактичного та лікувального призначення для населення, які діють в умовах, несприятливих шкідливими факторами, в екологічно несприятливих районах та обраних за професійними ознаками групами тощо, які регулюють

фізико-хімічні властивості хлібобулочних продуктів, хімічний склад, харчову, детоксикаційну, антиоксидантну [44,45].

В умовах інтеграції України в міжнародне співтовариство питання підвищення ефективності виробництва та інвестиційної привабливості є вкрай актуальним для вітчизняних хлібопекарських підприємств, оскільки приготування хліба має високі енергетичні, матеріальні та трудові витрати, збільшує вартісні фактори ціни та на продукцію [45].

Рослинна сировина є справжньою скарбницею БАР, яка володіє фізіологічними властивостями, містить високоактивні речовини, тому може замінити небезпечні харчові добавки синтетичного походження в заходах розробки та всебічно підвищити якість. У зв'язку з цим розробка теоретичних основ і технічних рішень щодо застосування лікарської та пряної сировини в хлібопекарстві має велике значення для коригування характеристик борошняних виробів та стандартизації процесу формування якості продукції. Дослідження досвіду хлібопечення в Європі та США, які пройшли подібні етапи розвитку у другій половині минулого століття, свідчать, що одним із наслідків стало зміна пріоритетів організації виробництва, сортової політики. Продукти, приготовлені за старовинною технологією з використанням натуральних дріжджів. В останнє десятиліття найпоширеніші тренди хлібобулочних виробів: «органічні», «без добавок/консервантів», «етнічні», «за давньою технологією», «з низьким вмістом/без алергенів» та особливі «без глютену», «Хліб з функціональними властивостями», а серед смаків хлібобулочних виробів найпопулярнішим є «натуральний (без особливого аромату)» [44,45].

Оскільки люди споживають велику кількість хлібобулочних виробів, навіть невеликі кількості хімічно небезпечних сполук, хоча і невеликої інтенсивності можуть збільшити постійне навантаження на організм людини, що є фактором ризику для здоров'я. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, широке використання синтетичних речовин як харчових добавок у виробництві продуктів харчування викликає алергію у 12-18% населення. У

зв'язку з цим у всьому світі неухильно зростає інтерес до використання культурних і дикорослих лікарських, пряних та ароматичних, нетрадиційних рослин. У харчовій промисловості світовий попит на цю сировину зростає протягом останніх років, а виробництво щорічно збільшується на 20-30% [45].

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

3.1.1. Вихідні дані

Вихідні дані приймають, виходячи з нормативної документації: стандартів на готову продукції, рецептур виробів на 100 кг борошна, технологічних інструкцій на виробництво виробів і довідкової літератури.

Вихідні дані для розрахунків оформляють у вигляді таблиці, в яку вносять показники, необхідні для здійснення розрахунків (табл. 3.1) [31,32].

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків

Показники і параметри, одиниці виміру	Умовні позначення	Булочка «Туристична для здоров'я»	Батон «Київський»
1	2	3	4
Показники якості виробів:			
Маса виробу, кг	$G_{\text{вир}}$	0,2	0,3
Вологість, % не більше	$W_{\text{в}}$	37	42
Кислотність, град, не більше	K	3,0	3,0
Пористість, % не менше	П	-	68
Розмір виробу, мм:			
Довжина	l	180	270
Ширина	b	90	120
Рецептура на 100 кг борошна, кг			
Борошно пшеничне першого сорту	$G_{\text{б.пш}}^{1.с}$	100,0	100
Дріжджі хлібопекарські пресовані	$G_{\text{др}}$	3,0	1,5
Сіль кухонна харчова	$G_{\text{с}}$	1,5	1,3
Цукор – пісок	$G_{\text{к}}$	3,0	-
Маргарин столовий 82%	$G_{\text{м}}$	7,0	-
Патока	$G_{\text{п}}$	-	4,0
Борошно бразильського горіха	$G_{\text{б.г}}^{1.с}$	2,0	-
Пюре фейхоа	$G_{\text{ф}}$	10,0	-
Разом	-	126,5	106,8
Основні показники технологічних режимів:			
Вологість опари, %	$W_{\text{о}}$	-	48

Прод.табл. 3.1

1	2	3	4
Вологість тіста, %	W_T	38	43
Плановий вихід, %	-	131,5	131,0
Тривалість бродіння опари, хв	T_o	-	210
Тривалість бродіння тіста, хв	T_T	90	50
Спосіб приготування	-	Безопарний	Густі опари
Тривалість вистоювання, хв	$T_{\text{вис}}$	20 – 30	30 – 60
Концентрація сольового розчину	-	-	25
Кратність розведення дріжджів водою	-	-	1:3
Марка печі	-	Г4 – ПРЕ	
Спосіб випікання	-	На листах	На листах
Розміри листів, мм		660×600	660×600
Тривалість випікання, хв	$T_{\text{вип}}$	13 – 19	22 – 26
Технологічні витрати і затрати:			
Втрати борошна до замішування тіста, % до маси борошна	g_b	0,02 – 0,06	
Втрати борошна від замішування до випікання, % до маси борошна	g_T	0,03 – 0,05	
Втрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста	$C_{\text{сух}}$	3,3	
Втрати борошна під час оброблення тіста, % до маси тіста	$g_{\text{обр}}$	0,6 – 1,0	
Втрати на упікання, % до маси тіста	$g_{\text{уп}}$	6,0 – 12,0	
Втрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{укл}}$	0,5 – 0,8	
Втрати від усихання хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{ус}}$	2,5 – 4,0	
Масова частка крихт і лому, % до маси борошна	$g_{\text{кр}}$	0,03	
Втрати за рахунок не точності маси виробів, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{шт}}$	0,04 – 0,05	
Втрати від перероблення хліба, % до маси борошна	$g_{\text{бр}}$	Близько 0,02	

3.1.2. Розрахунок продуктивності печей

Розрахунок виробничої продуктивності ліній виконується на основі розрахунку потужності печі [32].

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку виробничої продуктивності печей

Виріб	Маса виробу, кг.	Кількість виробів на листі, штук		Тривалість випікання, хв.
		По довжині	По ширині	
Булочка «Туристична для здоров'я»	0,2	5	3	18
Батон «Київський»	0,3	4	2	23

Вироби булочка «Туристична для здоров'я» та батон «Київський» будуть випікатись на листах. Спочатку проводимо розрахунок кількості виробів по ширині та довжині листа (розміри листів 660×600мм) [32].

Розрахунок кількості виробів по довжині листа за формулою:

$$N_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{L' - a}{l' + a} \quad (3.1)$$

L' , l' – відповідно довжина листа і виробу;

a – відстань між виробами.

Для булочки «Туристична для здоров'я»:

$$N_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{660 - 30}{180 + 30} = 3 \text{ шт.}$$

Для батона «Київський»:

$$N_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{660 - 30}{270 + 30} = 2 \text{ шт.}$$

Розрахунок кількості виробів по ширині листа за формулою:

$$n_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{B' - a}{b' + a} \quad (3.2)$$

B' , b' – відповідно ширина листа та виробу.

Для булочки «Туристична для здоров'я»:

$$n_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{600 - 30}{90 + 30} = 5 \text{ шт.}$$

Для батона «Київський»:

$$n_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{600-30}{120+30} = 4 \text{ шт.}$$

Годинну продуктивність розраховуємо за формулою:

$$P_{\text{год}} = \frac{(N_{\text{л}}^{\text{в}} + n_{\text{л}}^{\text{в}}) * n * g * 60}{t} \quad (3.3)$$

де n – кількість листів на контейнері;

g – маса виробу, кг;

t – час випікання, хв.

Для булочки «Туристична» годинна продуктивність становитиме:

$$P_{\text{год}} = \frac{(3*5)*20*0,2*60}{18} = 200 \text{ кг/год}$$

Для батона «Київський»:

$$P_{\text{год}} = \frac{(2*4)*10*0,3*60}{23} = 62,6 \text{ кг/год}$$

Продуктивність за добу для булочки «Туристична для здоров'я» становитиме:

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{год}} * T_{\text{печі}} \quad (3.4)$$

де $T_{\text{печі}}$ – кількість годин роботи печі, год. $T_{\text{печі}} = 18,5$ години при тризмінній роботі.

$$P_{\text{доб}} = 200 * 18,5 = 3700 \text{ кг/доб}$$

Випічка булочок з 18⁰⁰ до 24⁰⁰ не проводиться.

Проводимо розрахунок добової продуктивності для батона «Київський» відповідно до формули (3.4):

$$P_{\text{доб}} = 62,6 * 23 = 1439,8 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 3.3 – Виробнича продуктивність цеху

№з/п	Марка печі	Асортимент виробів	Продуктивність за годину	Тривалість роботи печі за добу, год	Продуктивність за добу, кг
1	Г4 – ПРЕ	Булочка «Туристична для здоров'я»	200	18,5	3700
2	Г4 – ПРЕ	Батон «Київський»	62,6	23	1439,8
	Разом				3700

Формуємо графік роботи печі Г4 – ПРЕ:

№ з/п	Марка печі	Години роботи					
		Перша зміна		Друга зміна		Третя зміна	
		6		12		18	
1	Г4 – ПРЕ						
		7		15		23	
2	Г4 – ПРЕ						

Рисунок 3.1 – Графік роботи печей

Умовні позначення:

	– робота печі
	– профілактика

3.1.3. Розрахунок пофазних рецептур

Тісто для булочки «Туристична для здоров'я» замішують безопарним способом в машині періодичної дії марки А2 – ХТБ (V діжі = 140 л.) [32, 34].

Кислотність тіста з борошна першого сорту 3,0 град. Час бродіння тіста – 120 хв.

У зв'язку із низькою вологістю виробу та особливістю приготування тіста, проводимо перерахунок рецептури на 70 кг борошна.

$$\text{Дріжджі: } \frac{70 \cdot 3,0}{100} = 2,1 \text{ кг.}$$

$$\text{Сіль: } \frac{70 \cdot 1,5}{100} = 1,1 \text{ кг.}$$

$$\text{Цукор: } \frac{70 \cdot 3,0}{100} = 2,1 \text{ кг.}$$

$$\text{Маргарин: } \frac{70 \cdot 7,0}{100} = 4,9 \text{ кг.}$$

Обчислюємо вміст сухих речовин у компонентах тіста:

Таблиця 3.4 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині тіста булочки «Туристична для здоров'я»:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Частка вологи в сировині, в %	Частка вологи в сировині, в кг
Борошно пшеничне першого сорту	70,0	14,5	85,5	59,85
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,1	75,0	25	0,5
Сіль кухонна харчова	1,1	-	-	1,1
Цукор білий	2,1	-	-	2,1
Маргарин столовий	4,9	17	83	4,1
Борошно бразильського горіха	2,0	14,5	85,5	0,5
Пюре фейхоа	10,0	85,0	15,0	1,5
Разом	92,2	-	-	69,65

Визначаємо масу сухих речовин, кг:

Борошно пшеничне першого сорту:

$$\frac{70 \cdot 100}{100} = 59,85 \text{ кг.}$$

Дріжджі :

$$\frac{2,1 \cdot 25}{100} = 0,5 \text{ кг.}$$

Маргарин столовий:

$$\frac{4,9 \cdot 83}{100} = 4,1 \text{ кг.}$$

Борошно бразильського горіха:

$$\frac{2 \cdot 25}{100} = 0,5 \text{ кг.}$$

Пюре фейхоа:

$$\frac{10 \cdot 15}{100} = 1,5 \text{ кг.}$$

Розрахунок маси тіста проводимо за формулою:

$$G_T = \frac{G_{с.р} \cdot 100}{100 - W_T} \quad (3.5)$$

де $G_{с.р}$ – маса сухих речовин в тісті, кг;

W_T – вологість тіста, %;

$$W_T = W_B + 1 = 37 + 0,5 = 37,5\%$$

$$G_T = \frac{69,65 \cdot 100}{100 - 37,5} = 111,44 \text{ кг}$$

Кількість води на заміс тіста становить:

$$G_B^T = G_T - G_{сир} \quad (3.6)$$

$$G_B^T = 111,44 - 92,2 = 19,24$$

Необхідну сировину для замісу тіста завантажуюмо у нерозчиненому вигляді безпосередньо в діжу тістомісильної машини

Таблиця 3.5 – Пофазна рецептура для виробництва булочки «Туристична для здоров'я», кг на 70 кг. борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Тісто
Борошно пшеничне I сорту	70,0	70,0
Дріжджі	2,1	2,1
Сіль	1,1	1,1
Цукор	2,1	2,1
Маргарин столовий	4,9	4,9
Вода	19,24	19,24
Борошно бразильського горіха	2,0	2,0
Пюре фейхоа	10,0	10,0
Разом	111,44	111,44

Для батона «Київський» тісто відповідно до літературних рекомендацій варто готувати на густих опарах. Опара з борошна I сорту має кислотність 4,0 град, кислотність тіста становить 3,0 град. Тривалість бродіння опари – 210 хв; тіста – 50 хв. Приготування напівфабрикатів буде проходити також в машинах періодичної дії А2 – ХТБ ($V_d = 140$ л) [31,32, 34].

Щоб розрахувати пофазну рецептуру необхідно знати масу завантажених борошна та води в опару.

Таблиця 3.6 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині тіста батона «Київський»:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Частка вологи в сировині, в %	Частка вологи в сировині, в кг
Борошно пшеничне першого сорту	100,0	14,5	85,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,5	75	25	0,375
Сіль кухонна харчова	1,3	-	-	1,3
Патока	4,0	22	78	3,12
Разом	80,2	-	-	90,29

За формулою (3.5) розраховуємо масу тіста:

$$W_T = W_B + 1; W_T = 42 + 1 = 43 \% [32].$$

$$G_T = \frac{90,29 \cdot 100}{100 - 43} = 158,4 \text{ кг.}$$

Кількість води на заміс тіста за формулою (3.6) становить:

$$G_B^T = 158,4 - 106,8 = 51,6$$

Для батона «Київський» сировину передбачену рецептурою необхідно вводити у вигляді розчинів.

Сіль у розчин за формулою:

$$G_{c.p} = \frac{G_c \cdot 100}{C_{c.p}} \quad (3.7)$$

де $G_{c.p}$ – концентрація розчину, % 25% – концентрація сольового розчину

$$G_{c.p} = \frac{1,3 \cdot 100}{25} = 5,2 \text{ кг.}$$

Маса води в сольовому розчині:

$$G_B^{c.p} = G_{c.p} - G_c \quad (3.8)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{с.р}} = 5,2 - 1,3 = 3,9 \text{ кг.}$$

Дріжджі в суспензію дріжджову:

$$G_{\text{д.р}} = G_{\text{др}} + G_{\text{др}} * n \quad (3.9)$$

n – кількість розведень, ($n = 3$)

$$G_{\text{др.с}} = 1,5 + 1,5 \times 3 = 6,0 \text{ кг.}$$

Кількість води в суспензії:

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = G_{\text{др.с}} - G_{\text{др}} \quad (3.10)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с}} = 6 - 1,5 = 4,5 \text{ кг.}$$

Розраховуємо масу води в тісті з урахуванням замін:

$$G_{\text{в}}^3 = G_{\text{в}} - [G_{\text{в}}^{\text{с.р}} + G_{\text{в}}^{\text{др.с}}] \quad (3.11)$$

$$G_{\text{в}}^3 = 51,6 - [3,9 + 4,5] = 43,2 \text{ кг.}$$

Від загального борошна в тісті 50 % борошно, це борошно вносимо в опару.

Виходячи з маси сухих речовин розраховуємо масу опари.

Таблиця 3.7 – Співвідношення сухих речовин та вологі в сировині опари:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Маса сухих речовин в %	Маса сухих речовин в кг
Борошно пшеничне першого сорту	50	14,5	85,5	42,75
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,5	75	25	0,375
Разом	51,5	-	-	43,125

Проводимо розрахунок виходу опари:

$$G_o = \frac{G_{\text{с.р}} * 100}{100 - W_o} \quad (3.12)$$

$G_{\text{с.р}}$ – маса сухих речовин в опарі, кг;

W_o – вологість опари, %; $W_o = 48$ %

$$G_o = \frac{43,125 * 100}{100 - 48} = 82,93 \text{ кг.}$$

Масу води в опарі розраховуємо за формулою:

$$G_{\text{в}}^o = G_o - G_{\text{сир}} \quad (3.13)$$

$$G_B^0 = 82,93 - 51,5 = 31,43 \text{ кг.}$$

Маса води в опарі, за винятком тієї, що входить із суспензією дріжджовою становитиме:

$$G_B^{1.0} = G_B^0 - G_B^{\text{др.с}} \quad (3.14)$$

$$G_B^{1.0} = 31,43 - 4,5 = 26,93 \text{ кг.}$$

Проводимо розрахунок маси води, що вноситься при замісі тіста за формулою:

$$G_B^{1.т} = G_B - G_B^{1.0} \quad (3.15)$$

$$G_B^{1.т} = 51,6 - [3,9 + 4,5 + 26,93] = 16,27 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.8 – Пофазна рецептура для виробництва батона «Київський», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Опара	Тісто
Борошно пшеничне першого сорту	100	50	50
Дріжджова суспензія	6	6	-
Сольовий розчин	5,2	-	5,2
Патока	4,0	-	4,0
Опара	-	-	82,92
Вода	43,2	26,93	16,27
Разом	158,4	82,93	158,4

3.1.4. Розрахунок виходу виробів

Вихід хлібобулочних виробів розраховується з огляду на вихід тіста, а також технологічні витрати та затрати, при його виготовленні [31,32]:

Розрахунок виходу булочки «Туристична для здоров'я»:

$$B_x = G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + B_{шт}), \quad (3.16)$$

де B_6 – втрати борошна до замішування напівфабрикатів;

B_T – втрати борошна та тіста від початку замішування до посадки тістових заготовок в піч;

$Z_{бр}$ – затрати під час бродіння напівфабрикатів;

$Z_{\text{обр}}$ – затрати під час оброблення тіста;

$Z_{\text{уп}}$ – затрати під час упікання;

$Z_{\text{укл}}$ – зменшення маси хліба під час його транспортування від печі, та укладання на вагонетки, або контейнери;

$Z_{\text{ус}}$ – затрати під час зберігання хліба (усихання);

$V_{\text{шт}}$ – втрати від неточності маси хліба при приготування штучних виробів;

Згідно формули визначаємо середньозволожену вологість сировини [32]:

$$W = \frac{G_6 \cdot W_6 + G_{\text{др}} \cdot W_{\text{др}} + G_{\text{с}} + G_{\text{п}} \cdot W + G_{\text{м}}}{G_6 + G_{\text{др}} + G_{\text{с}} + G_{\text{п}}} \quad (3.17)$$

$W_6 + W_{\text{д}} + W_{\text{п}}$ – вологість борошна, дріжджів, патоки, %.

$$W = \frac{100 \cdot 14,5 + 3,0 \cdot 75 + 1,5 + 3,0 + 7,0 \cdot 17}{126,5} = 21,17 \%$$

Знаходимо масу тіста за формулою:

$$G_{\text{т}} = \frac{G_{\text{сир}} \cdot (100 + W_{\text{сир}})}{(100 - W_{\text{т}})} \quad (3.18)$$

де $G_{\text{сир}}$ – маса сировини у тісті з 100 кг борошна, кг.;

$$G_{\text{т}} = 126,5 \cdot \frac{100 - 21,17}{100 - 37,5} = 159,55 \text{ кг.}$$

Втрати і затрати, що розраховуються, виражаємо у перерахунку на масу тіста у кілограмах.

Визначаємо втрати борошна в тісті до замішування тіста V_6 , кг:

$$V_6 = \frac{g_6 \cdot (100 - W_6)}{100 - W_{\text{т}}} \quad (3.19)$$

де g_6 – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_6 = 0,02-0,06 \%$

$$V_6 = \frac{0,03 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 37,5} = 0,04 \%$$

Визначаємо втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, $V_{\text{т}}$, кг:

$$V_{\text{т}} = \frac{g_{\text{т}} \cdot (100 - W_{\text{сер}})}{100 - W_{\text{т}}} \quad (3.20)$$

де $g_{\text{т}}$ – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_{\text{т}} = 0,03-0,05 \%$

$W_{\text{сер}}$ – вологість середня, %

$$W_{\text{сер}} = \frac{W_{\text{т}} + W_{\text{б}}}{2} \quad (3.21)$$

$$W_{\text{сер}} = \frac{37,5 + 21,17}{2} = 29,34 \%$$

$$B_{\text{т}} = \frac{0,06 * (100 - 29,34)}{100 - 37,5} = 0,07 \%$$

Затрати на оброблення тіста $Z_{\text{обр}}$, за формулою:

$$Z_{\text{обр}} = \frac{g_{\text{обр}} * (W_{\text{т}} - W_{\text{б}})}{100 - W_{\text{т}}} \quad (3.22)$$

де $g_{\text{обр}}$ – затрати борошна під час оброблення тіста, % до маси борошна,
 $g_{\text{обр}} = 0,6 - 1\%$

$$Z_{\text{обр}} = \frac{4 * (37,5 - 14,5)}{100 - 37,5} = 1,5 \%$$

Визначаємо витрати при бродінні напівфабрикатів, $Z_{\text{бр}}$, кг:

$$Z_{\text{бр}} = \frac{C_{\text{сух}} * 0,96 * (G_{\text{сир}} - g_{\text{обр}}) * (100 - W_{\text{сер}})}{1,96 * 100 * (100 - W_{\text{т}})^2} \quad (3.23)$$

де $C_{\text{сух}}$ – затрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста;
 $g_{\text{обр}}$ – затрати борошна під час оброблення тіста, % до маси борошна;
 $g_{\text{обр}} = 0,6 - 1,0 \%$

$$Z_{\text{бр}} = \frac{0,95 * 3,3 * (126,5 - 1,5) * (100 - 29,34)}{1,96 * 100 * (100 - 37,5)^2} = 4,5 \%$$

Затрати від упікання, $Z_{\text{уп}}$, кг:

$$Z_{\text{уп}} = \frac{g_{\text{уп}} * [G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{т}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}})]}{100} \quad (3.24)$$

де $g_{\text{уп}}$ – затрати на упікання, % до маси тістової заготовки; $g_{\text{уп}} = 6,0 - 12,0 \%$

$$Z_{\text{уп}} = \frac{9 * [159,55 - (0,04 + 0,07 + 1,5 + 4,5)]}{100} = 13,54 \%$$

Затрати під час укладання, $Z_{\text{укл}}$, кг.:

$$Z_{\text{укл}} = \frac{g_{\text{укл}} * [G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{т}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}})]}{100} \quad (3.25)$$

де $g_{\text{укл}}$ – затрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба;
 $g_{\text{укл}} = 0,5 - 0,8$

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,4 * [159,55 - (0,04 + 0,07 + 1,5 + 4,5 + 13,54)]}{100} = 0,55 \%$$

Затрати від усихання, Z_{yc} , кг:

$$Z_{yc} = \frac{g_{yc} * [G_T - (B_6 + B_T + 3B_p + 3B_{op} + 3B_{up} + 3B_{ukl})]}{100} \quad (3.26)$$

де g_{yc} – затрати під час усихання, % до маси гарячого хліба; $g_{yc} = 2,5-4$ %

$$Z_{yc} = \frac{3,0 * [159,55 - (0,04 + 0,07 + 1,5 + 4,5 + 13,54 + 0,55)]}{100} = 4,1 \%$$

Втрати від неточності маси штучних виробів, $B_{шт}$, кг:

$$B_{шт} = \frac{g_{шт} * [G_T - (B_6 + B_T + 3B_p + 3B_{op} + 3B_{up} + 3B_{ukl} + 3Z_{yc})]}{100} \quad (3.27)$$

де $g_{шт}$ – втрати внаслідок відхилення маси хліба, % до маси гарячого хліба;
 $g_{шт} = 0,4-0,5$ %

$$B_{шт} = \frac{0,6 * [159,55 - (0,04 + 0,07 + 1,5 + 4,5 + 13,54 + 0,55 + 4,1)]}{100} = 0,8\%$$

$$B_x = 159,55 - (0,04 + 0,07 + 1,5 + 4,5 + 13,54 + 0,55 + 4,1 + 0,8) = 131,5 \%$$

Фактичний вихід булочки «Туристична для здоров'я» становить 131,5% і тому повністю збігається з плановим [31].

Таблиця 3.9 – Зведена таблиця розрахунку виходу булочки «Туристична для здоров'я»

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Втрати і витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	g_T %	155,7	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_6 , % до маси борошна	0,03	B_6	0,04
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	g_T , % до маси тіста	0,06	B_T	0,07
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках	$g_{сух}$ % до СР тіста	3,3	$3_{бр}$	4,5
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}$, % до маси борошна	4	$3_{обр}$	1,5

Витрати на упікання	$g_{уп}, \% \text{ до маси тіста}$	9	$З_{уп}$	13,54
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{укл}, \% \text{ до маси гарячого хліба}$	0,4	$З_{укл}$	0,55
Витрати від усихання хліба	$g_{ус}, \% \text{ до маси гарячого хліба}$	3,0	$З_{ус}$	4,1
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}, \% \text{ до маси гарячих виробів}$	0,6	$В_{шт}$	0,8
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста				28,05

Розрахунок виходу батона «Київський»:

Кількість вологи в сировині батона «Київський» визначаємо за формулою (3.17):

$$W_{сер} = \frac{100 \cdot 14,5 + 1,5 \cdot 75 + 1,3 + 4 \cdot 22}{100 + 1,5 + 1,3 + 4,0} = 15,4 \%$$

Масу тіста визначаємо за формулою (3.18):

$$C_T = \frac{106,8 \cdot (100 - 15,4)}{100 - 43} = 158,5 \text{ кг.}$$

Обчислюємо втрати борошна в тісті до замішування тіста B_6 , кг за формулою (3.19):

$$B_6 = \frac{0,03 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 43,0} = 0,04\%$$

Проводимо розрахунок втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, B_T , кг за формулою (3.20):

$$W_{сер} = \frac{43 + 15,4}{2} = 29,2 \%$$

$$B_T = \frac{0,06 \cdot (100 - 29,2)}{100 - 43} = 0,07 \%$$

За формулою (3.22) розраховуємо затрати на оброблення тіста $З_{обр}$:

$$Z_{\text{обр}} = \frac{2,5 \cdot (43 - 14,5)}{100 - 43} = 1,25 \%$$

Розраховуємо за формулою (3.23) витрати при бродінні напівфабрикатів, $Z_{\text{бр}}$, кг:

$$Z_{\text{бр}} = \frac{0,95 \cdot 3,3 \cdot (106,8 - 1,25) \cdot (100 - 29,2)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 43)^2} = 2,09 \%$$

Затрати від упікання, $Z_{\text{уп}}$, кг за формулою (3.24):

$$Z_{\text{уп}} = \frac{10 \cdot [158,5 - (0,04 + 0,07 + 1,25 + 2,09)]}{100} = 15,5 \%$$

За формулою (3.25) розраховуємо затрати під час укладання, $Z_{\text{укл}}$, кг:

$$Z_{\text{укл}} = \frac{0,7 \cdot [158,5 - (0,04 + 0,07 + 1,25 + 2,09 + 15,5)]}{100} = 0,97 \%$$

У відповідності до формули (3.26) розраховуємо затрати від усихання, $Z_{\text{ус}}$, кг:

$$Z_{\text{ус}} = \frac{4,0 \cdot [158,5 - (0,04 + 0,07 + 1,25 + 2,09 + 15,5 + 0,97)]}{100} = 5,5 \%$$

Втрати від неточності маси штучних виробів, $V_{\text{шт}}$, кг розраховуємо за формулою (3.27):

$$V_{\text{шт}} = \frac{0,7 \cdot [158,5 - (0,04 + 0,07 + 1,25 + 2,09 + 15,5 + 0,97 + 5,5)]}{100} = 1,1 \%$$

За формулою (3.16) розраховуємо фактичний вихід батона «Київський»:

$$V_x = 158,5 - (0,04 + 0,07 + 1,25 + 2,09 + 15,5 + 0,97 + 5,5 + 1,1) = 131,98 \%$$

Вихід плановий для батона «Київський» становить 131%, отож фактичний вихід є сходяється з плановим [31].

Таблиця 3.10 – Зведена таблиця розрахунку виходу батона «Київський»

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу хліба		Втрати і витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	g_t , %	158,5	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_b , % до маси борошна	0,03	V_b	0,04

Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	$g_T, \% \text{ до маси тіста}$	0,06	B_T	0,07
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках	$g_{\text{сух}} \% \text{ до СР тіста}$	3,3	$З_{\text{бр}}$	2,09
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{\text{обр}}, \% \text{ до маси борошна}$	2,5	$З_{\text{обр}}$	1,25
Витрати на упікання	$g_{\text{уп}}, \% \text{ до маси тіста}$	10	$З_{\text{уп}}$	15,5
Витрати під час укладання гарячого хліба	$g_{\text{укл}}, \% \text{ до маси гарячого хліба}$	0,7	$З_{\text{укл}}$	0,97
Витрати від усихання хліба	$g_{\text{ус}}, \% \text{ до маси гарячого хліба}$	4,0	$З_{\text{ус}}$	5,5
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{\text{шт}}, \% \text{ до маси гарячих виробів}$	0,7	$B_{\text{шт}}$	1,1
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста				26,52

3.1.5. Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів

Для булочки «Туристична для здоров'я»:

Ритм замішування та кількість діж розраховуємо, виходячи з витрат борошна за годину для замішування напівфабрикатів [31,32].

Спочатку проводимо розрахунок максимальної маси борошна, що може бути завантажена у діжу G_D^b , кг, за формулою:

$$G_D^b = \frac{V_D \cdot q}{100}, \text{ кг} \quad (3.28)$$

де V_D – об'єм діжі, дм^3 ; $V_D = 140 \text{ дм}^3$.

q – норма завантаження борошна на 100 дм^3 об'єму діжі, кг ($q = 36$)

$$G_d^6 = \frac{140 \cdot 36}{100} = 50,4 \text{ кг/год}$$

Далі, за формулою розраховуємо кількість діж необхідних для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$G_{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{B_{\text{п}}}, \text{ кг/год} \quad (3.29)$$

де $P_{\text{год}}$ – годинна продуктивність печі, кг/год;

$B_{\text{пл}}$ – плановий вихід виробу

$$G_{\text{год}} = \frac{200 \cdot 100}{131,5} = 152,09 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{G_6^{\text{год}}}{G_6^d} \quad (3.30)$$

де $G_6^{\text{год}}$ – годинні витрати борошна на приготування напівфабрикату (до них входять і годинні витрати борошна на приготування закваски), кг/год.

$$D_{\text{год}} = \frac{152,09}{50,4} = 3 \text{ шт.}$$

Тоді, за формулою ритм замішування, хв, становитиме:

$$r = \frac{60}{D_{\text{год}}} \quad (3.31)$$

$$r = \frac{60}{3} = 20 \text{ хв}$$

Розрахований ритм не перевищує максимально допустимий ритм для замішування тіста з борошна першого сорту – 30 хв. [31,32].

Кількість діж розраховуємо, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів.

Зайнятість діж t_d хв, розраховуємо за формулою:

$$t_d^T = t_{\text{зам}}^T + t_{\text{бр}}^T + t_{\text{дод}} \quad (3.32)$$

де $t_{\text{зам}}^T$ – тривалість замішування тіста, хв.;

$t_{\text{бр}}^T$ – тривалість бродіння тіста, хв.

$$t_d^T = 10 + 90 + 10 = 110 \text{ хв.}$$

Необхідну кількість діж для приготування опари і тіста визначаємо за формулою:

$$D_T = \frac{t_D^T}{r} \quad (3.33)$$

$$D_T = \frac{110}{30} = 3,6 = 4 \text{ шт.}$$

Отже на технологічний процес необхідно одну тістомісильну машини марки А2 – ХТБ та 4 діжі.

Температуру води на замішування напівфабрикату розраховуємо за формулою:

$$t_B^T = t_{H/\phi} + \frac{G_6^T * C_6(t_0 - t_6)}{G_B^T * C_B} + n \quad (3.34)$$

де $t_{H/\phi}$, t_6 – відповідно температура н/ф і борошна, °C; $t_T = 28^\circ\text{C}$; $t_6 = 20^\circ\text{C}$;

C_6 , C_B – теплоємність борошна і води, кДж/кг*к (відповідно $C_6=1,257$, $C_B=4,19$);

n – поправка, яка залежить від пори року (влітку приймають 1°C).

$$t_B^T = 30 + \frac{70 * 1,257 * (28 - 20)}{28,9 * 4,19} + 1 = 36,8^\circ\text{C}$$

До таблиці технологічних режимів також вносимо розрахункову величину маси шматків $n_{\text{шм}}^T$, кг, приймаючи до уваги прийняті технологічні затрати на упікання та усування:

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{G_{\text{хл}} * 100 * 100}{(100 - G_{\text{уп}}) * (100 - G_{\text{ус}})} \quad (3.35)$$

де $G_{\text{вир}}$ – маса готового виробу, кг ($G_{\text{вир}} = 0,2$ кг);

$G_{\text{уп}}$ – упікання, %; $G_{\text{ус}}$ – усування, %

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{0,2 * 100 * 100}{(100 - 13,5) * (100 - 4)} = 0,24 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.11 – Технологічний режим приготування булочки «Туристична для здоров'я» [31,32].

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	°C	30
Кінцева кислотність	град	3,0
Вологість	%	38

Тривалість бродіння	хв	120
Маса шматків тіста	кг	0,24
Тривалість вистоювання	хв	20
Температура у вистійній шафі	°C	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	75
Тривалість випікання	хв	18
Температура пекарної камери	°C	200

Для батона «Київський»:

За формулою (3.28) розраховуємо максимальну масу борошна, що може бути завантажена у діжу $G_{\text{д}}^{\text{б}}$, кг:

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{140 \cdot 35}{100} = 49 \text{ кг/год}$$

Згодом, формулою (3.29) та (3.30) обраховуємо кількість діж необхідних для годинної продуктивності печі:

$$G_{\text{год}} = \frac{62,6 \cdot 100}{131,0} = 47,7 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{47,7}{49} = 1 \text{ шт.}$$

Ритм замішування, хв, становитиме:

$$r = \frac{60}{1} = 60 \text{ хв.}$$

Розрахований ритм перевищує максимально допустимий ритм для замішування тіста з борошна першого сорту – 30 хв вдвічі.

Тоді необхідно провести уточнене завантаження діжі борошном $G_{\text{б.у}}$, хв, за формулою:

$$G_{\text{б.у}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{д}} \cdot r_{\text{max}}}{r} \quad (3.36)$$

$$G_{6,y} = \frac{49 \cdot 30}{60} = 24 \text{ хв.}$$

Кількість діж розраховуємо, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів.

Зайнятість діж t_d хв, обчислюємо за формулою (3.33):

$$t_d^T = 6 + 210 + 8 + 50 + 10 = 284 \text{ хв.}$$

Для приготування опари і тіста необхідну кількість діж розраховуємо за формулою (3.34):

$$D_T = \frac{284}{24} = 12 \text{ шт.}$$

Отже на технологічний процес необхідно дві тістомісильні машини марки А2 – ХТБ, одна для замішування опари, інша для замішування тіста, та 12 діж.

Температуру води на замішування напівфабрикатів розраховуємо за формулою (3.25):

$$t_B^0 = 28 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (28 - 20)}{26,92 \cdot 4,19} + 1 = 33,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температуру води для замішування тіста t_B^T $^\circ\text{C}$, визначаємо за формулою:

$$t_B^T = t_T + \frac{G_6^T \cdot C_6 \cdot (t_T - t_6)}{G_B \cdot C_B} + \frac{G_0 \cdot C_0 \cdot (t_T - t_0)}{G_B^0 \cdot C_0} \quad (3.37)$$

де t_T – задана температура тіста, $^\circ\text{C}$; $t_T = 30^\circ\text{C}$;

G_6^T – кількість борошна в тісті, кг;

t_0 – температура борошна, $^\circ\text{C}$;

C_0 – теплоємність напівфабрикату, кДж*К;

G_0 – кількість напівфабрикату, кг;

t_0 – температура напівфабрикату, $^\circ\text{C}$;

G_B^T – кількість води, внесеної у тісто, кг.

Розраховуємо теплоємність напівфабрикату, (опари) $C_{н/ф}$ за формулою:

$$C_{н/ф} = \frac{G_6^0 \cdot C_6 + G_B^0 \cdot C_B}{G_0} \quad (3.38)$$

де G_6^0 – кількість борошна в опарі, кг;

G_B^0 – кількість води, внесеної в опару, кг;

$G_{н/ф}$ – кількість опари, кг;

C_6 і C_B – теплоємність відповідно борошна і води, кДж*К.

$$C_{H/\Phi} = \frac{50 \cdot 1,257 + 26,92 \cdot 4,19}{82,92} = 2,11 \text{ кДж/кг*К}$$

$$t_B^T = 30 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (30 - 20)}{16,28 \cdot 4,19} + \frac{82,92 \cdot 2,11 \cdot (30 - 28)}{26,92 \cdot 4,19} = 42,3^\circ\text{C}$$

Проводимо обчислення розрахункової величини маси шматків $n_{\text{шм}}^T$, кг, за формулою (3.26):

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{0,3 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 15,5) \cdot (100 - 5,5)} = 0,37 \text{ кг.}$$

Таблиця 3.12 – Технологічний режим приготування батона «Київський»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Опара	Тісто
Початкова температура	°C	28	30
Кінцева кислотність	град	4,0	3,0
Вологість	%	48	43
Тривалість бродіння	хв	210	50
Маса шматків тіста	кг	-	0,37
Тривалість вистоювання	хв	-	50
Температура у вистійній шафі	°C	-	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	-	75
Тривалість випікання	хв	-	23
Температура пекарної камери	°C	-	200

3.2. Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва

3.2.1. Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту

В якості сировини для виробництва хліба використовують:

ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 20- 07- 1999. К.: Галузовий стандарт України, 1999. 13 с.

ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 30-07-2007. К. – Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.

ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови. Чинний від 01-11-2023. К.: Держспоживстандарт України, 2018. 20 с. (Національний стандарт України).

ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. К. – Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Національний стандарт України).

ДСТУ 4465:2005 Маргарин. Загальні технічні умови. К. – Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Український науково-дослідний інститут олії та жирів).

ДСТУ 4498:2005 Патока крохмальна. Технічні умови. К. – Держспоживстандарт України, 2005. 18 с. (Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості (УкрНДІЦП))

ДСТУ 7183:2010 Плоди субтропічних культур свіжі. Технічні умови

ТУУ 10.8-2619514456-001 Бразильський горіх. Технічні умови

3.2.2. Обґрунтування та опис технології запроєктованого асортименту

Булочка «Туристична для здоров'я» масою 0,2 кг.

Особливістю виробництва даної булочки є додавання до її рецептурного складу борошна бразильського горіха та пюре фейхоа [31,32].

Для булочки «Туристична для здоров'я» використовується безопарний метод виробництва, усі рецептурні інгредієнти додаються у машину-тістоміс (л.5, п.34). Наповнювачем рідких компонентів (л.5, п.37) дозують воду відповідної температури і суспензію з дріжджів – це перші етапи виробництва.

Надалі з увімкненим тістомісом при перемішуванні безперервному додається дозована кількість компонентів [31,35].

Наступним етапом є замішування тіста, для цього додається вода, згідно рецептурних розрахунків, розчини сольовий і цукровий, маргарин а також наші нетрадиційні складники: бразильський горіх у вигляді борошна та пюре фейхоа. Це відбувається з поміччю рідинного наповнювача (л.5, п.37) і поетапно вноситься залишкова маса борошна за допомогою дозатора сипучих компонентів (л.5, п.35). Замішування тіста відбувається на машині-тістомісі (л.5, п.34) протягом 8 – 12 хв., залежно від якісних показників борошна. Замішене тісто переносять в діжі (л.5, п.38) де відбувається бродіння, час – 140 хв. [31,34].

Тісто яке вибродило діжеперекидачем (л.5, п.39) вивантажується у воронку тістоділителя (л.5, п.40) де відбувається розділення на шматки 0,27 кг, потім по стрічковому транспортері (л.5, п.42) надходять на округлення (л.5, п.43), а потім на стіл для оброблення заготовки (л.5, п.44) де проводиться остаточне формування і укладання їх на листи. Листи з булочкою «Туристична для здоров'я» переміщують на люльки вистійної шафи (л.5, п.45), де відбувається остаточна розстойка виробів протягом 30 хвилин [31,35].

Вистояні тістові заготовки на листах з коликів вистійної шафи переносять (л.5, п.46) в хлібопекарну піч (л.5, п.47), у якій відбувається випічка виробів 19 хв., $t = 220^{\circ}\text{C}$ у зволоженій пекарній камері [31,34].

Батон «Київський» масою 0,4 кг

Основні технологічні операції аналогічні, як для виробництва попереднього виробу. Відмінність заключається в замісі тісті та у додаванні у нього патоки [31].

У машину для тісто замішування (л.5, п.34) подається опара, борошно дозатором (л.5, п.35), дозатором рідких компонентів (л.3, п.37) подаються сольовий розчин, патока (л.5, п.36). Замішують – 10-12 хв. t тіста – $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Потім тісто бродить в діжках (л.5, п.38) протягом 40 хв. [31,34].

За допомогою діжеперекидача (л.5, п.39) тісто подається в воронку тістоподільника (л.5, п.40), де ділить на шматки масою 0,5 кг. Формування

батону «Київський» проводиться в напівавтоматі «Фортуна» (л.5, п.44). Вироби викладаються на листи. Листи складають на контейнери (л.5, п.45), Наступним кроком є завантаження в шафу для вистоювання на 30 хвилин марки MIWE GVA (л.5, п.46) [31,35].

Розстоювання тістової заготовки в основному полягає в тому, щоб відновити структуру тіста, яка була частково зруйнована в процесі формування, розпушити тістову заготовку і дати їй можливість повністю бродити.

Вагонетки завантажуються у вистійну шафу, де тістові заготовки вистоюються протягом 30 хв. при температурі 35-40°C та відносній вологості 75-80%. Вистояні тістові заготовки на вагонетках завантажуються в піч (л.5, п.47), де випікаються протягом 22 хв. при температурі 220°C.

Випечені вироби після випікання збризкуються водою для зменшення усихання, перевантажують лотки вагонеток (л.5, п.45) і відправляються в експедицію [31,34,35].

3.2.3. Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроектованого асортименту.

Технологічний і хімічний контроль на хлібозаводах полягає в детальному контролі якості основних і допоміжних інгредієнтів, що надходять у виробництво, і контролі технічного перебігу [33].

Таблиця 3.13 – Схема контролю якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції

Стадії технологічного процесу, які потребують контролю випромінювання	Найменування засобів випромінювання	Межі показників по шкалі	Інтервали зважувань	Клас точності, ціна поділки, похибки
1	2	3	4	5
1.Дозування борошна	КБД-С	0-100 кг	0-100 кг	+/- 1,0%
2.Визначення кислотності напівфабрикату і готової продукції	Ваги лабораторні загального призначення	0-200 гр	0-200 г	+/-0,5гр 4 клас

Прод. табл.3.13

1	2	3	4	5
3.Визначення щільності розчинів	Ареометр загального призначення, тип А	700-1840 кг/м ³	-	Ціна поділу +/- 1кг/м ³ Похибка +/- 1%
4.Контроль тривалості бродіння і вистойки напівфабрикатів	Годинники електронні	1-12 год	1-12 год	Ціна поділу 1хв
5.Контроль точності ділення тіста на куски, маси випікання штучних виробів	Ваги настільні циферблатні РМ-10Ц134	0-1000 гр	100-2500г	Ціна поділу 5г, Похибка +/- 0,5од. +/-2,5гр
6.Визначення температури напівфабрикатів і готових виробів	Термометри технічні, термометри контактні для лабораторних пристроїв ТЗК	0-100 °С 0-300 °С	0-100 °С 0-300 °С	Ціна поділу 1°С Похибка +1°С
7.Визначення вологості у напівфабрикатах і готових виробках	Сушильна шафа СЕШ-3М	5-40 °С 5-40 °С	5-40 °С відносна вологість 0-93%	Похибка 2% Похибка 2%
8.Контроль температури і відносної вологості повітря у камері для ви стойки	Гігрометр ГС-210 Гігрометр психрометричний ВІТ-2	0-100 0-200 0-300	0-100 0-200 0-300	+/-1 °С
9.Контроль температури пекарної камери	Термометр манометричний ТГ-2С-712	Мпа 0,1 0,25 1,6 2,5 4	-	+/-3% 1,5 1,0 1,0 клас точності
10.Контроль параметрів пару пекарної камери	Манометр пружинний тип МШО1-100	0-100 хв 0-60 хв	-	Клас точності 2,5
11.Контроль температури пекарної камери	Термометри манометричні ТГ2С-712	0-100 50-150 0-150 0-200	0-100 50-150 0-150 0-200	Клас точн. 1,5 1,5 1,0 1,0
12.Визначення лінійних розмірів	Металічна лінійка штангенцикуль	-	-	Ціна поділу 1мм Клас точності 0,5
13.Дозування рідких компонентів	КБД-Р	0-100 кг	0-100 кг	+/- 1,0%

3.3. Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту

3.3.1. Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання

Розрахунок витрат сировини для булочки «Туристична для здоров'я»:

Розраховуємо годинні витрати борошна, $G_6^{\text{год}}$, кг/год за формулою:

$$G_6^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} * 100}{V_{\text{пл}}} \quad (3.39)$$

$$G_6^{\text{год}} = \frac{200 * 100}{131,5} = 152,09 \text{ кг/год}$$

Добова витрата борошна $G_6^{\text{доб}}$, кг/доб, складає:

$$G_6^{\text{доб}} = G_6^{\text{год}} * 18,5 \quad (3.40)$$

$$G_6^{\text{доб}} = 152,09 * 18,5 = 2813,6 \text{ кг/доб}$$

Розраховуємо добову витрату сировини за формулою:

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} * C}{100} \quad (3.41)$$

де C – маса дріжджів.

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{2813,6 * 3,0}{100} = 84,4 \text{ кг/доб}$$

Розраховуємо добову витрату солі, кг:

Для розрахунку добової витрати солі використовуємо показник витрати товарної кухонної солі, G_c^T , % до маси борошна, який обчислюю за формулою:

$$G_c^T = \frac{C_s * 100}{(100 - W_c) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * H} \quad (3.42)$$

$$G_c^T = \frac{1,5 * 100}{(100 - 0,25) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * 0,85} = 1,52 \text{ кг}$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} * G_c^T}{100} \quad (3.43)$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{2813,6 * 1,52}{100} = 42,76 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба цукру становить:

$$G_{\text{п}}^{\text{доб}} = \frac{2813,6 * 3,0}{100} = 84,4 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба маргарину:

$$G_{\text{м}}^{\text{доб}} = \frac{2813,6 \cdot 7}{100} = 197 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба борошна бразильських горіхів:

$$G_{\text{б.г}}^{\text{доб}} = \frac{2813,6 \cdot 2}{100} = 56,3 \text{ кг/доб}$$

Добова потреба пюре фейхоа:

$$G_{\text{п.ф}}^{\text{доб}} = \frac{2813,6 \cdot 10}{100} = 281,4 \text{ кг/доб}$$

Добові потреби сировини для батона «Київський»:

$$G_{\text{б}}^{\text{год}} = \frac{62,6 \cdot 100}{131} = 47,7 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{б}}^{\text{доб}} = 47,7 \cdot 23 = 1097,1 \text{ кг/доб}$$

За формулами (3.41) та (3.42) здійснюю розрахунок добової потреби солі для батона «Київський»:

$$G_{\text{с}}^{\text{т}} = \frac{1,3 \cdot 100}{(100 - 0,25) \cdot \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 \cdot 0,85} = 1,32 \text{ кг}$$

$$G_{\text{с}}^{\text{доб}} = \frac{1097,1 \cdot 1,32}{100} = 14,48 \text{ кг/доб}$$

Потреба дріжджів на добу:

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{1097,1 \cdot 1,5}{100} = 16,45 \text{ кг/доб}$$

Потреба патоки на добу:

$$G_{\text{п}}^{\text{доб}} = \frac{1097,1 \cdot 4,0}{100} = 43,88 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 3.14 – Добові витрати сировини

Сировина	Булочка «Туристична для здоров'я»	Батон «Київський»	Разом
Борошно пшеничне 1 сорту	2813,6	1097,1	3910,7
Дріжджі хлібопекарські пресовані	84,4	16,45	100,85
Сіль кухонна харчова	42,76	14,48	57,24
Цукор – пісок	84,4	-	84,4
Патока	-	43,88	43,88
Маргарин	197	-	197
Борошно бр горіха	56,3	-	56,3
Пюре фейхла	281,4	-	281,4

Таблиця 3.15 – Сумарний запас сировини для виробництва виробів

Найменування сировини	Добові витрати	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання	Запас діб	Необхідний запас сировини, кг
Борошно пшеничне 1 сорту	3910,7	В мішках	6 – 8 місяців	7	27 374,9
Дріжджі хлібопекарські пресовані	100,85	В ящиках, на полицях	12 діб	3	302,55
Сіль кухонна харчова	57,24	В мішках	1 рік	15	858,6
Цукор – пісок	84,4	В мішках	1 рік	15	1 266
Патока	43,88	У цистернах	1 рік	15	658,2
Маргарин	197	У ящиках	15 діб	5	985
Борошно бразильського горіха	56,3	В мішках	6 місяців	7	394,1
Пюре фейхоа	281,4	У цистернах	6 місяців	3	844,2

Проводимо розрахунок необхідних для зберігання сировини площ

Розраховуємо площу для зберігання борошна:

$$F = \frac{G_6 * f}{g * k} * \mu \quad (3.44)$$

де G_6 – маса борошна, що зберігається, кг;

f – площа штабеля, m^2 ; ($f = 1,25 \times 1,0$);

g – маса мішка, кг; ($g = 50 \text{ кг}$);

k – кількість мішків у штабелі, шт.; ($k = 24$);

μ – коефіцієнт, що враховує проїзди, проходи; ($\mu = 1,25$)

$$F = \frac{27374,9 * (1,25 * 1,0)}{50 * 24} * 1,25 = 35,6 \text{ м}^2$$

Розраховуємо потрібну площу складу для сировини за формулою:

$$F_c = \frac{G_{\text{зап}}}{g_{\text{сер}}} \quad (3.45)$$

де $G_{\text{зап}}$ – запас сировини, що зберігається;

$g_{\text{сер}}$ – середнє навантаження на 1 м^2 , кг/м^2 (для солі – 800, для цукру – 800, для маргарину – 400, для дріжджів – 540).

Площа складу для солі:

$$F_c^c = \frac{858,6}{800} = 1,07 \text{ м}^2$$

Площа для цукру – піску:

$$F_{\text{ц}}^c = \frac{1266}{800} = 1,5 \text{ м}^2$$

Для маргарину столового:

$$F_{\text{м}}^c = \frac{985}{400} = 2,4 \text{ м}^2$$

Для патоки:

$$F_{\text{п}}^c = \frac{658,2}{660} = 1,0 \text{ м}^2$$

Розраховую необхідну площу холодильної камери для зберігання дріжджів:

$$F_{\text{др}}^c = \frac{302,55}{540} = 0,56 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.16 – Розрахунок площі складу тарного зберігання сировини

Вид сировини	Необхідний запас, т	Середнє навантаження	Площа для зберігання, м^2
Борошно пшеничне вищого сорту	27,3	-	$F = 35,6 \text{ м}^2$
Дріжджі хлібопекарські пресовані	0,3	0,54	$F = 0,3 \div 0,54 = 0,56 \text{ м}^2$
Сіль кухонна харчова	0,85	0,8	$F = 0,85 \div 0,8 = 1,07 \text{ м}^2$
Цукор – пісок	1,2	0,8	$F = 1,2 \div 0,8 = 1,5 \text{ м}^2$
Патока	0,65	0,66	$F = 0,65 \div 0,66 = 1 \text{ м}^2$
Маргарин столовий	0,98	0,4	$F = 0,98 \div 0,4 = 2,4 \text{ м}^2$
Разом	-	-	42,13 м^2

Таким чином площа складу для тарного зберігання сировини становитиме

$$F_{\text{заг}} = 35,6 + 0,56 + 1,07 + 1,5 + 1 + 2,4 = 42,13 \text{ м}^2$$

3.3.2. Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Поділ булочок вагою 0,2 кг проводять на напівавтоматах і вкладають на листи по 15 штук.

Поділ тістових заготовок для батона «Київський» також проводитиметься вручну. Для визначення точності поділу використовуємо настільні ваги SW–10.

Тістозакатну машину, та тістоокруглювач розраховуємо, а приймають згідно практичних та літературних рекомендацій [32].

Проводимо розрахунок кількості лотків за годину для зберігання виробів, за формулою:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}}}{n * g_{\text{в}}} \quad (3.46)$$

$P_{\text{год}}$ – годинна продуктивність печі, кг/год;

$g_{\text{в}}$ – маса виробу, кг;

n – кількість виробів на лотку, шт.;

Для булочки «Туристична для здоров'я»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{200}{16 * 0,2} = 62 \text{ шт.}$$

Для батона «Київський»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{62,6}{20 * 0,3} = 10 \text{ шт.}$$

Кількість контейнерів за годину для зберігання виробів визначаємо за формулою:

$$N_{\text{год}} = \frac{N_{\text{л}}^{\text{год}}}{N_{\text{л}}} \quad (3.47)$$

$N_{\text{л}}$ – кількість лотків на контейнері ($N_{\text{л}} = 8$ шт.).

Для булочки «Туристична для здоров'я»:

$$N_{\text{год}} = \frac{62}{8} = 8 \text{ шт.}$$

Для батона «Київський»:

$$N_{\text{год}} = \frac{10}{8} = 1,25 = 2 \text{ шт.}$$

Розраховуємо ритм заповнення контейнерів, хв за формулою:

$$R = \frac{60}{N_{\text{год}}} \quad (3.48)$$

Для булочки «Туристична для здоров'я»:

$$R = \frac{60}{8} = 7,5 \text{ хв.}$$

Для батона «Київський»:

$$R = \frac{60}{2} = 30 \text{ хв}$$

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання:

$$N_B = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}}}{n_B * g_B * N_B} \quad (3.49)$$

Для булочки «Туристична для здоров'я»:

$$N_B = \frac{200 * 8}{16 * 0,2 * 8} = 63 \text{ шт.}$$

Для батона «Київський»:

$$N_B = \frac{62,6 * 8}{20 * 0,3 * 8} = 10 \text{ шт.}$$

Кількість контейнерів марки А2-ХМТ-25 для зберігання булочки «Туристична для здоров'я» розраховуємо за формулою [32]:

$$N_{\text{заг}} = N * 2 + 20 \% \quad (3.50)$$

$$N_{\text{заг}} = 63 * 2 + 20 \% = 151 \text{ шт.}$$

Для батона «Київський»:

$$N_{\text{заг}} = 10 * 2 + 20 \% = 24 \text{ шт.}$$

Кількість контейнерів для зберігання обох виробів:

$$N_{\text{заг}} = 151 + 24 = 175 \text{ шт.}$$

Визначаємо площу хлібосховища для виробів за формулою:

$$S_{\text{хл}} = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}} * 30}{1000} \quad (3.51)$$

де $P_{\text{год}}$ – годинна продуктивність печі, кг/год;

$t_{\text{зб}}$ – період зберігання, год.

Для булочки «Туристична для здоров'я»:

$$S_{\text{хл}} = \frac{200 * 8 * 30}{1000} = 48 \text{ м}^2$$

Для батона «Київський»:

$$S_{\text{хл}} = \frac{62,6 \cdot 8 \cdot 30}{1000} = 15 \text{ м}^2$$

Розраховуємо площу експедиції:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \cdot S_{\text{хл}} \quad (3.52)$$

Для булочки «Туристична для здоров'я»:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \cdot 48 = 9,6 \text{ м}^2 \text{ приймаємо } 10 \text{ м}^2$$

Для батона «Київський»:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \cdot 15 = 3 \text{ м}^2$$

Загальна площа експедиції:

$$S_{\text{експ}} = 48 + 3 = 51 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.17 – Специфікація основного технологічного обладнання [32, 34, 35].

№з/п	Найменування обладнання	Кількість	Технічна характеристика
1	Просіювач ПМП – 800	2	510×510×680
2	Дозатор борошна Ш2 - ХДА	2	1540×870×1930
3	Бак холодної води	1	-
4	Бак гарячої води	1	-
5	Дріжджемішалка Х – 14	1	-
6	Солерозчинник ХСР 3/2	1	-
7	Цукророзчинник Х – 15	1	-
8	Жиророзчинник Х – 15Д	1	-
9	Дозатор рідких компонентів Ш2 – ХДБ	2	1600×600×1500
10	Тістомісильна машина А2 – ХТБ (Vg=140л)	4	-
11	Діжа	16	Об'єм 140 л
12	Тістоподільник А2 – ХТН	2	2700×915×115
13	Тістоокруглювач Т1 – ХТН	2	1250×1230×1430
14	Напівавтомат «Фортуна»	2	2160×910×1335
15	Вистійна шафа MIWE GVA	10	2840×1500×2700
16	Піч «Г4-ПРЕ	2	1450×2200×220
17	Контейнери А2 – ХТМ – 25	175	900×836×1737

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

4.1.1. Загальні вимоги безпеки до виробничого обладнання з технологічних процесів

Основними вимогами безпеки, що ставляться до конструкцій машин та механізмів у харчовій промисловості зокрема, є безпека для здоров'я та життя людей, надійність та зручність експлуатації [48].

Безпека виробничого обладнання забезпечується:

- вибором безпечних принципів дії, конструктивних схем, елементів конструкції;
- використанням засобів механізації, автоматизації та дистанційного керування;
- застосуванням в конструкції засобів захисту;
- дотриманням ергономічних вимог;
- включенням вимог безпеки в технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту та транспортування і зберігання обладнання;
- застосуванням в конструкції відповідних матеріалів.

Дотримання цих вимог в повному обсязі можливе лише на стадії проектування. Тому у всіх видах проектної документації передбачаються вимоги безпеки. Вони містяться в спеціальному розділі технічного завдання, технічних умов та стандартів на обладнання, що випускається [48].

При виборі принципу дії машини необхідно враховувати всі потенційно можливі небезпечні та шкідливі виробничі чинники. Наприклад, при високих рівнях шуму редукторів слід використовувати спеціальні зубчасті зачеплення зі зниженим шумоутворенням, при високих рівнях вібрацій – з елементами, котрі обертаються рівномірно (замість кривошипно-шатунних та кулачкових). Вибираючи конструктивну схему обладнання, необхідно всі рухомі частини обладнання розташовувати в корпусах, станинах, котрі повинні бути

компактними, мати якомога менше гострих країв, граней, частин, котрі виступають [46].

Необхідно досягати того, щоб захисні пристрої конструктивно суміщались з машиною і були її складовою частиною. Наприклад, огороження абразивного круга повинне конструктивно поєднуватися з системою місцевої витяжної вентиляції. При виборі елементів, що працюють під навантаженням, важливо враховувати їх надійність та жорсткість. На етапі проектування всі такі пристрої та вузли розраховують на міцність з врахуванням їх жорсткості та виду навантажень (статичні, динамічні).

Застосування в конструкціях машин засобів механізації та автоматизації дозволяє суттєво знизити травматизм. Застосування в конструкціях машин засобів захисту – один з основних напрямків забезпечення безпеки обладнання. Використовуються огорожувальні, запобіжні та гальмівні засоби захисту, засоби автоматичного контролю та сигналізації, знаки безпеки та дистанційне керування.

Дистанційне керування дозволяє здійснювати контроль та регулювання його роботи з ділянок, досить віддалених від небезпечної зони. Завдяки цьому забезпечується безпека праці. Дотримання ергономічних вимог сприяє забезпеченню зручності експлуатації, зниженню втомлюваності та травматизму. Основними ергономічними вимогами до виробничого обладнання є врахування фізичних можливостей людини та її антропометричних характеристик, забезпечення максимальної зручності при роботі з органами керування. Вимоги безпеки містяться в технічній документації з монтажу, експлуатації, ремонту, транспортування та зберігання виробничого обладнання [46, 47].

Загальні вимоги до виробничих процесів регламентуються стандартами. Вони передбачають:

- усунення безпосереднього контакту працівників з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, котрі справляють небезпечну дію;

- заміну технологічних процесів та операцій, пов'язаних з виникненням небезпечних та шкідливих виробничих факторів, та операціями, при виконанні котрих ці фактори відсутні або мають меншу інтенсивність;
- комплексну механізацію та автоматизацію виробництва,
- застосування дистанційного керування технологічними процесами та операціями за наявності небезпечних і шкідливих виробничих факторів,
- герметизацію обладнання,
- застосування засобів колективного захисту працівників;
- раціональну організацію праці та відпочинку з метою профілактики монотонності та гіподинамії, а також зниження важкості праці;
- своєчасне отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів на окремих технологічних операціях;
- запровадження систем керування технологічними процесами, котрі забезпечують захист працівників та аварійне вимкнення виробничого обладнання;
- своєчасне видалення та знешкодження відходів виробництва, котрі є джерелами небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- забезпечення пожежо- та вибухобезпеки.

Значною мірою безпека виробничих процесів залежить від організації та раціональності планування хлібопекарських цехів, ділень, від рівня облаштованості робочих місць, виконання вимог безпеки до виробничих приміщень, зберігання, транспортування, складання вихідних матеріалів, заготовок та готової продукції, а також від видалення відходів, їхньої утилізації, від дотримання вимог безпеки, що ставляться до виробничого персоналу [47].

Розташування виробничого обладнання, вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва у виробничих приміщеннях та на робочих місцях не повинно бути небезпечним для персоналу. Розташування виробничого обладнання та комунікацій, котрі є джерелами небезпечних та шкідливих виробничих факторів, відстань між одиницями обладнання, а також між обладнанням і стінами виробничих будівель, споруд

повинні відповідати діючим нормам технологічного проектування, будівельним нормам і правилам

Конструкція робочого місця, його розміри та взаємне розташування його елементів повинні відповідати антропометричним, фізіологічним і психофізіологічним характеристикам людини, а також характеру роботи. Облаштоване згідно з вимогами стандартів робоче місце забезпечує зручне положення людини [47].

Організація робочих місць повинна забезпечувати стійке положення та вільність рухів працівника, безпеку виконання трудових операцій виключати або допускати лише в деяких випадках роботу в незручну позиціях, котрі зумовлюють підвищену втомлюваність [47].

Загальні принципи організації робочого місця:

- на робочому місці не повинно бути нічого зайвого; всі необхідні для роботи предмети повинні знаходитись поряд з працівником, але не заважати йому;
- ті предмети, котрими користуються частіше, розташовуються ближче, ніж ті предмети, котрими користуються рідше;
- предмети, котрі беруть лівою рукою, повинні знаходитись зліва, ті предмети, котрі беруть правою рукою, повинні знаходитись правіше;
- небезпечніше, з точки зору можливості травмування працівника обладнання повинне розташовуватись вище, ніж менш небезпечні. Однак слід враховувати, що важкі предмети під час роботи зручніше легше опускати, ніж піднімати;
- робоче місце не повинне захащуватися заготовками і готовим деталями;
- організація робочого місця повинна забезпечувати необхідну оглядовість.

Засоби відображення інформації повинні бути розташовані в зонах інформаційного поля робочого місця з врахуванням частоти та значущості інформації, типу засобів відображення інформації, точності і швидкості спостереження та зчитування [47,48].

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Забезпечення стійкості роботи цеху бездріжджових виробів до дії проникаючої радіації та радіоактивного забруднення місцевості внаслідок аварії на атомній електростанції (ядерного вибуху).

Радіаційна безпека персоналу, населення і оточуючого середовища вважається забезпеченою, якщо дотримуються основні принципи радіаційної безпеки (виправданості, оптимізації, не перевищення) і вимоги радіаційного захисту, встановлені діючими нормами радіаційної безпеки та санітарними правилами [50].

Принцип виправданості передбачає заборону всіх видів діяльності з використанням джерел радіоактивного випромінювання, за яких отримана для людини та суспільства користь не перевищує ризику можливої шкоди, яка може бути заподіяною випромінюванням. Цей принцип повинен застосовуватись на стадії прийняття рішення уповноваженими органами при проектуванні нових джерел випромінювання та об'єктів підвищеної радіаційної безпеки, видачі ліцензій та затвердженні нормативно-технічної документації на використання джерел випромінювання, а також при зміні умов їх експлуатації. В умовах радіаційної аварії принцип виправданості стосується не джерел випромінювання та умов опромінення, а захисних заходів, при цьому як величину користі слід оцінювати попереджену даними заходами дозу. Заходи ж, що направлені на відновлення контролю над джерелами випромінювання, мають проводитись в обов'язковому порядку [49,50].

Принцип оптимізації передбачає підтримання на максимально низькому рівні як індивідуальних (нижче лімітів, встановлених діючими нормами), так і колективних доз опромінення, з врахуванням соціальних та економічних факторів. В умовах радіаційної аварії, коли замість лімітів доз діють більш високі рівні втручання, принцип оптимізації має застосовуватись до захисних заходів з врахуванням попередженої дози опромінення і збитків, пов'язаних з втручанням.

Принцип не перевищення вимагає запобігання перевищення встановлених діючими нормами радіаційної безпеки індивідуальних лімітів доз

та інших нормативів радіаційної безпеки. Даного принципу повинні дотримуватись всіма організаціями та особами, від яких залежить рівень опромінення людей [50].

Радіаційна безпека харчового підприємства та прилеглої до нього території забезпечується за рахунок:

- якості проекту радіаційного об'єкту;
- обґрунтованого вибору району та майданчика для розміщення радіаційного об'єкту;
- фізичного захисту джерел радіактивного випромінювання;
- зонування території навколо найнебезпечніших об'єктів та всередині них; умов експлуатації технологічних систем;
- санітарно-епідеміологічної оцінки та ліцензування діяльності з джерелами випромінювання;
- санітарно-епідеміологічної оцінки виробів та технологій;
- наявності системи радіологічного контролю;
- планування та проведення заходів з забезпечення радіаційної безпеки персоналу та населення за нормальної роботи об'єкту, його реконструкції та виведення з експлуатації;
- підвищення радіаційно-гігієнічної грамотності персоналу та населення [46,49].

Забезпечення стійкості роботи цеху бездріжджових виробів до дії проникаючої радіації та радіоактивного забруднення внаслідок аварії на атомній електростанції є важливим завданням для збереження безпеки персоналу та забезпечення неперервності виробництва. Для досягнення цих цілей розроблені спеціальні технічні та інженерні рішення, такі як будівництво захисних споруд, розвиток систем раннього передавання та евакуації, а також технології очищення та захисту від радіації працівників та населення. Міжнародні стандарти безпеки в ядерній галузі почали низькі вимоги щодо захисту від радіації, які слід вивести при розробці та експлуатації ядерних установок [49,50].

Деякі можливі заходи для досягнення цього:

1. Проектування та будівництво:

- Врахування можливості радіаційного забруднення при проектуванні та будівництві цеху.

- Застосування високоякісних матеріалів і конструкцій для створення бар'єрів проти проникаючої радіації.

2. Системи відслідковування та вимірювання:

- Встановлення систем моніторингу радіації для негайного виявлення збільшення рівня радіації.

- Розробка систем вимірювання для постійного контролю рівня радіації в повітрі, воді та на поверхнях обладнання.

3. Захист персоналу:

- Навчання персоналу щодо процедур та заходів індивідуального захисту в разі радіаційної аварії.

- Забезпечення працівників відповідними засобами індивідуального захисту, такими як захисний одяг та респіратори.

4. Планування евакуації та захисні заходи:

- Розробка планів евакуації та тренування персоналу для швидкої та безпечної евакуації з зони можливого радіаційного забруднення.

- Забезпечення наявності захисних приміщень або укриттів для персоналу в разі необхідності.

5. Безпека технологічних процесів:

- Використання автоматизованих технологічних процесів для мінімізації присутності персоналу в зонах можливого радіаційного забруднення.

- Врахування альтернативних технологій, які можуть зменшити ризик виникнення радіаційного забруднення [49,50].

Отже, дані заходи повинні бути ретельно прогресивними та враховувати конкретні характеристики виробництва та місцевості, а саме при роботі цеху бездріжджових виробів. Крім того, важливо систематично проводити тренування та аудити для впевненості у високому рівні готовності до дії у випадку радіаційної аварії.

ВИСНОВКИ

Метою роботи було розробити та удосконалити технологію виробництва булочки «Туристична», обравши сировину багату на йод та селен. Виконуючи роботу було розроблено нові рецептури булочок з використанням фейхоа та бразильських горіхів. Надали назву «Туристична для здоров'я».

Зробили пробні випічки булочок та провели оцінку якості. Дегустатори відмітили гармонійне поєднання фейхоа та бразильських горіхів у кількості 10% і 2% у зразку №2. Булочки мали приємний зовнішній вигляд, солодкий аромат, цікавий смак з кислинкою.

Збагачення хлібобулочних виробів йодом та селеном є важливим з погляду забезпечення організму цими необхідними мікроелементами. Йод необхідний для здоров'я щитовидної залози, тоді як селен має антиоксидантні властивості і важливий для правильної роботи імунної системи. Додавання їх до хлібобулочних виробів може допомогти у підтримці загального здоров'я організму.

Проаналізували технологію виробництва та прийшли до висновків, що удосконалена технологія не вимагатиме додаткового обладнання та суттєвих фінансових вливань.

Можна зробити висновок що удосконалена технологія та рецептура не тільки підвищать харчову цінність готового виробу, але і значно не вплине на цінову політику.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вплив хронічного стресу на гормональний статус URL: <https://www.bsmu.edu.ua/blog/vplyv-hronichnogo-stresu-na-gormonalnyj-status/> (дата звернення 2.08.2024)
2. Selenium and iodine supplementation: effect on thyroid function of older New Zealanders URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002916523232797> (дата звернення 2.08.2024)
3. Selenium-fascinating microelement, properties and sources in food. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30987088/> (дата звернення 12.08.2024)
4. Pathophysiological significance of protein hydrophobic interactions: An emerging hypothesis. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29317059/> (дата звернення 15.08.2024)
5. Application of sodium selenite in the prevention and treatment of cancers URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5755498/> (дата звернення 15.08.2024)
6. . Current knowledge on the importance of selenium in food for living organisms: a review. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27171069/> (дата звернення 17.08.2024)
7. Prevalence and determinants of depression and anxiety symptoms in surgical patients. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27162587/> (дата звернення 17.08.2024)
8. The Relationship between Iodine and Selenium Levels with Anxiety and Depression in Patients with Euthyroid Nodular Goiter URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7418102/> (дата звернення 20.08.2024)
9. Effects of Iodine and Selenium on the Thyroid Function URL: <https://novapublishers.com/shop/effects-of-iodine-and-selenium-on-the-thyroid-function/> (дата звернення 20.08.2024)

10. Feijoa nutrients URL: <https://natureclaim.com/nutrition/info/feijoa/>
(дата звернення 20.08.2024)
11. Phenolic content and antioxidant activity of fruit of Brazilian genotypes of feijoa
URL:<https://www.scielo.br/j/pab/a/LyySctYrV9RtLCcZ8sQQMnw/?lang=en> (дата звернення 20.08.2024)
12. Nutritional Characteristics and Antimicrobial Activity of Australian Grown Feijoa (Acca sellowiana) URL:
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6770449/> (дата звернення 20.08.2024)
13. Feijoa (Acca sellowiana) peel flours: A source of dietary fibers and bioactive compounds
URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212429220311275>
(дата звернення 22.08.2024)
14. Brazil nuts and associated health benefits: A review URL:
https://www.researchgate.net/publication/223004187_Brazil_nuts_and_associated_health_benefits_A_review (дата звернення 22.08.2024)
15. Health Benefits of Brazil Nuts URL:
<https://www.webmd.com/diet/health-benefits-brazil-nuts> (дата звернення 22.08.2024)
16. Selenium URL: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/>(дата звернення 22.08.2024)
17. A Single Consumption of High Amounts of the Brazil Nuts Improves Lipid Profile of Healthy Volunteers URL:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2013/653185> (дата звернення 22.08.2024)
18. Selenium: An Element of Life Essential for Thyroid Function URL:
<https://www.mdpi.com/1420-3049/26/23/7084> (дата звернення 22.08.2024)
19. Selenium Supplementation for Autoimmune Thyroiditis: A Systematic Review and Meta-Analysis URL:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2014/904573> (дата звернення 22.08.2024)

20. Brazil Nuts: Benefits of Selenium in Small Quantities URL: <https://www.verywellhealth.com/brazil-nuts-7974834> (дата звернення 22.08.2024)

21. Brazil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096399691730474X?via%3Dihub> (дата звернення 25.08.2024)

22. Importance of selenium and selenoprotein for brain function: From antioxidant protection to neuronal signalling URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0162013415300799?via%3Dihub> (дата звернення 25.08.2024)

23. Бразильські горіхи ядро URL: https://zemledar.ua/brazilski-gorikhi-siri?srsId=AfmBOopT73HcWhhylkP6ILcspBtHth1JBWJqNddkH3eoZNP9jb_i89m (дата звернення 25.08.2024)

24. Бразильський горіх: корисні властивості та шкода URL: <https://fitomarket.com.ua/ua/fitoblog/brazilskij-oreh-sekrety-zamorskogo-gostja> (дата звернення 25.08.2024)

25. ДСТУ 7183:2010 Плоди субтропічних культур свіжі. Технічні умови. Чинний від 27-12-2010. К.: Держспоживстандарт України, 2010.

26. ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 20-07-1999. К.: Галузевий стандарт України, 1999. 13 с.

27. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. К. – Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Національний стандарт України).

28. ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови. Чинний від 01-11-2023. К.: Держспоживстандарт України, 2018. 20 с. (Національний стандарт України).

29. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 30-07-2007. К. – Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.

30. ДСТУ 4465:2005 Маргарин. Загальні технічні умови. К. – Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Український науково-дослідний інститут олії та жирів).

31. Дробот В. І. Довідник інженера-технолога хлібопекарного виробництва./ В. І. Дробот Київ: Урожай, 2024. 580 с.
32. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: Навчально-методичний посібник. / В. І. Дробот – Київ. Кондор, 2016. 330 с.
33. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів. / .В. І. Дробот. Київ. Кондор, 2015. 958 с.
34. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв./ Лісовенко О. Київ. Наукова думка, 2010. 287с.
35. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв / В.Ф.Петько, О.І.Гапонюк, Є.В.Петько, А.В.Ульяницький; За ред. О.І.Гапонюка. – Київ: ЦУЛ, 2017. 432 с.
36. Вітчизняний ринок хлібобулочних виробів: сучасний стан та перспективи розвитку [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3661>.
37. Виробництво основних видів промислової продукції [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
38. Басюркіна Н. Й. Інноваційні технології управління хлібопекарськими підприємствами України. Економічні інновації. Том 20, Вип. 3 (68). URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/511907.pdf>
39. Бренд-менеджмент: навч. посібник / Смерічевський С.Ф., С.Є. Петропавловська, О.А. Радченко. К.: НАУ, 2019. 156 с.
40. Вініченко І. І. Вибір стратегій підвищення управління конкурентоздатністю підприємств. Агросвіт. 2020. № 11. С. 20-25.
41. Кондіус І.С. Тенденції розвитку хлібопекарської галузі в Україні. URL: <https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021>
42. Новотейко І. Стан та основні тренди розвитку хлібопекарської промисловості України. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/11_2020/54.pdf.

43. Огляд ринку хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів в Україні. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/obzor-rynkahlebobulochnyh-i-muchnyh-konditerskih-izdelij-v-ukraine>

44. Хлібопекарська промисловість : традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. : О. В. Олабоді, В. С. Каленська] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2018. 252 с.

45. Кафедра охорони праці, промислової та цивільної безпеки | Офіційний сайт. URL: http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/09/Лекц_я-4.pdf (дата звернення: 08.12.2022).

46. Про правовий режим надзвичайного стану: Закон України від 31.03.2023[Електронний ресурс] //Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2000, № 23, ст.176/ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19#Text>

47. Про охорону праці: Закон України від 14.10.92 [Електронний ресурс]/ Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, с. 668/ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

48. Як діяти персоналу підприємства в надзвичайній ситуації | Охорона праці і пожежна безпека. Охорона праці і пожежна безпека. URL: <https://oppb.com.ua/content/yak-diyati-personalu-pidpriiemstva-v-nadzvichayniy-situaciyi> (дата звернення: 09.12.2024).

49. Основні принципи забезпечення радіаційної безпеки URL:https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0.html (дата звернення: 09.12.2024).

50. Oksana Naumenko, Inna Hetman, Valentyna Chyzh, Sergiy Gunko, Larysa Bal-Prylypko, Marina Bilko, Leonid Tsentylo, Anastasiya Lialyk, Alla Ivanytska, Svitlana Liashenko Improving the quality of wheat bread by enriching teff flour. Східно-Європейський журнал передових технологій, №11 (123).2023, pp.33-41

51. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Інноваційні технології харчової продукції» для здобувачів спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / А.Т. Лялик, Х.Ю. Кравченко – Тернопіль: ТНТУ, 2024. 39 с.

52. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Інноваційні технології борошняних, кондитерських виробів та харчоконцентратів» для здобувачів спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / А.Т. Лялик, Х.Ю. Кравченко – Тернопіль: ТНТУ, 2024. 26 с.

53. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Інноваційні технології борошняних, кондитерських виробів та харчоконцентратів» для здобувачів спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / А.Т. Лялик, Х.Ю. Кравченко – Тернопіль: ТНТУ, 2024. 18 с.

54. Лялик А., Кравченко К., Кухтин М. (2024). Характеристика бродильних змін у тісті для житньо-пшеничного хліба з додаванням пропіонових та молочнокислих бактерій. Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології, 26 (101), 35-40.

55. Лялик, А. Т., Бейко, Л. А., Рибчинський, Р. С., Кравченко, Х. Ю., & Рябовол, М. В. (2024). Дослідження використання кокосового борошна в технології пшеничного хліба. Здоров'я людини і нації, 1, 54-63.

56. Piddubnyi, V., Sabadosh, A., Mushtruk, M., Chahaida, A., Fedorov, V., Kravcheniuk, K., Krasnozhon, S., Radchenko, I. / Innovative thermodynamic modeling for enhanced yeast dough mixing: energy perspectives and applications // Potravinarstvo. Slovak Journal of Food Sciences, 18, (2024), P. 251–267. ISSN: 1337-0960

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Збірник
тез доповідей**

**ХІІ Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів
11-12 грудня 2024 року**



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2024**

*Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 11-12 грудня 2024 року*

A43

Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XIII міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 11-12 грудня 2024) / М-во освіти і науки України, Терн. нацпрот. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Палажнич В. А., 2024. – 543. ISBN 978-617-7875-88-7

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова: Митник Микола Мирославович – к.т.н., доцент, Ректор ТНТУ ім. І. Пулюя (Україна)

Заступник голови: Марущак Павло Орестович – д.т.н., проф. ТНТУ ім. І. Пулюя (Україна)

Вчений секретар: Гладь Сергій Володимирович – к.т.н., ст.векл. ТНТУ ім. І. Пулюя (Україна)

Члени: Вузерер Т. – професор факультету інженерної механіки Міріборського університету (Словенія); Вінаш Я. – професор кафедри технологій металів Технічного університету у Кошице (Словаччина); Прентковскіс О. – декан факультету Вільнюського технічного університету ім. Гедимінаса (Литва); Стахович Ф. – завідувач кафедри обробки матеріалів тиском Жешувського політехнічного університету ім. Лукасевича (Польща); Андрейків О. – д.т.н., професор кафедри механіки Львівського національного університету ім. І. Франка, член-корр. НАН України.

Адреса оргкомітету:

ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001,

тел. 0971640355, факс (0352) 255798

E-mail: sergiigladol@gmail.com

Редагування, оформлення, верстка: Гладь С.В.

СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ, ЯКІ ПРЕДСТВЛЕНІ В ЗБІРНИКУ

- фізико-технічні основи розвитку нових технологій;
- нові матеріали, міцність і довговічність елементів конструкцій;
- сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні;
- сучасні технології на транспорті;
- електротехніка та енергозбереження;
- фундаментальні проблеми харчових, біо- та нанотехнологій;
- економічні та соціальні аспекти нових технологій;
- комп'ютерно-інформаційні технології та системи зв'язу.

УДК 664.66

Х.Ю. Кравченко, к.т.н.; Ю.М. Ціко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ ТА СЕЛЕНОМ

K. Kravcheniuk Ph.D; Y. Tsiko

IMPROVEMENT OF PRODUCTION TECHNOLOGY OF BAKERY PRODUCTS ENRICHED WITH IODINE AND SELENIUM

Йод (I) і селен (Se) є незамінними мікроелементами, важливими для функціонування фізіологічних процесів в організмі. Йод є життєво важливим компонентом гормонів щитовидної залози, зокрема тироксину (T4) і трийодтироніну (T3), і його дефіцит є серйозною глобальною проблемою охорони здоров'я. Низьке споживання йоду може призвести до функціональних аномалій і змін розвитку, класифікованих як йододефіцитні захворювання, з яких найбільш відомими є зоб і розумова відсталість. Однак надмірне споживання йоду може призвести до патологічних проблем, включаючи гіпо- та гіпертиреоз. Селен є критичним компонентом ферментів дейодинази, які перетворюють менш активний гормон щитовидної залози T4 у більш активну форму T3 він регулює рівень T3 у тканинах і допомагає захистити тканину щитовидної залози. Таким чином, дефіцит селену порушує функцію щитовидної залози і може спричинити виникнення йододефіцитних захворювань. Селен також діє як ферментативний кофактор глутатіонпероксидази, і його дефіцит може посилити серцево-судинні захворювання та м'язову слабкість [1, 2].

Одним з основних методів профілактики йододефіцитних захворювань є збагачення харчових продуктів йодом та селеном. Такими традиційно доступними продуктами харчування є хлібобулочні вироби. Оскільки вони одні з самих масових продуктів, що вживаються щоденно.

Останнім часом дуже актуальним є використання нетрадиційних рослинних компонентів як функціонального інгредієнта при розробці збагачених продуктів здорового та лікувального харчування й профілактики захворювань. Поширеною рослинною сировиною збагаченою йодом та селеном, що використовуються в харчуванні, є журавлина, полуниця, шпинат, щавель, рукола, бразильські горіхи, хурма, фейхоа, чорна смородина та інші [3,4].

Тому доцільно створювати сучасні функціональні продукти, хлібобулочні вироби збагачені йодом та селеном з метою збереження та зміцнення здоров'я населення, профілактики захворювань, у тому числі спричинених неповноцінним та незбалансованим харчування дітей і дорослих.

Література

1. Iodine content in bread, milk and the retention of inherent iodine in commonly used Indian recipes URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814612014069>
2. Effect of Brazil Nuts on Selenium Status, Blood Lipids, and Biomarkers of Oxidative Stress and Inflammation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials: URL:<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8869304/>

2. Х.Ю. Кравченко, Л.П. Криськова; А.Т. Лялик 313
 ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ МАЙОНЕЗІВ
3. П.В. Криса; Б.М. Качарай; А.Т. Лялик, Х.Ю. Кравченко, К.Є. Дашинин 314
 УДОСКОНАЛЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ КУПАЖОВАНИХ ОЛІЙ НА
 ОСНОВІ СОЄВОЇ ОЛІЇ
4. Х.Ю. Кравченко, к.т.н.; Ю.М. Ціко 315
 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ
 ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ ТА СЕЛЕНОМ
5. А. М. Коляденко 316
 ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ВМІСТ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ У
 КАТОЛІТНИХ РОЗЧИНАХ
6. А.Б. Заставна 317
 ВАЖЛИВІСТЬ ОЦІНКИ ФРУКТОВИХ СОКІВ ЗА ПОКАЗНИКОМ PH І РЕДОКС-
 ПОТЕНЦІАЛОМ
7. А.В. Оленюк 319
 ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСТРУДЕРІВ ДЛЯ КУКУРУДЗЯНИХ ПАЛИЧОК
8. А.В. Сороцька, Г.В. Карпик 320
 ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЖИТНИКА В ТЕХНОЛОГІЇ
 ЗДОБНИХ ВИРОБІВ
9. А.М.Василишин 321
 ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ОБРОБКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ
10. А.О. Гриненко, Л.А. Сторож 323
 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРКОВОЇ ПАСТИ З ГАРБУЗОВИМ Й МОРКВЯНИМ
 НАПОВНЮВАЧЕМ
11. Б. І. Петришин, О. І. Вічко 324
 ВПЛИВ КОНСЕРВАНТУ НІЗИНУ НА МІКРОФЛОРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ
 ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ
12. Б.В.Буйий 325
 АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВТОРИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ
 ПИВЗАВОДУ
13. В. В. Мартинюк, Є. Б. Береженко, Н. І. Хомик 326
 ВИЯВЛЕННЯ МІКРОПЛАСТИКУ В СЕРЕДОВИЩІ ПРИ
 СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ
14. В. Є. Олійник; Н. М. Зварич 327
 ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМШУВАННЯ
 ТІСТА
15. В. С. Вербіцька, А. М. Сідоров 328
 ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗДОБНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ МІКРОБНИМ

