

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Удосконалення технологічних аспектів виробництва

булочних виробів із зниженим вмістом цукрів

з проєктуванням булочного цеху

Виконав: студент II курсу, групи МХм-61
спеціальності 181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

Анастасія СОРОЦЬКА

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Галина КАРПИК

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Микола КУХТИН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Микола КУХТИН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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
Микола КУХТИН
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 181 Харчові технології
(шифр і назва спеціальності)
студентці Сороцькій Анастасії Володимирівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічних аспектів виробництва
булочних виробів із зниженим вмістом цукрів з проєктуванням булочного цеху
Керівник роботи Карпик Галина Вікторівна к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від 8 жовтня 2024 року № 4/7-975

2. Термін подання здобувачем завершеної роботи грудень 2024
3. Вихідні дані до роботи Спеціальна, періодична література та нормативна документація
з питань досліджень. Методики та методи досліджень стандартні та уніфіковані

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Провести літературний та патентний пошук, скласти схему досліджень, опрацювати
методи та методики досліджень, обґрунтувати вибір сировини, дослідити вплив
досліджуваної сировини на показники якості готової продукції. Обґрунтувати економічну
ефективність запроваджених рішень, провести технологічні розрахунки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Апаратурно-технологічна схема виробництва запроєктованого асортименту – 2 арк. Ф. А1
План цеху - 1 арк. Ф. А1, Розрізи цеху - 1 арк. Ф. А1. Слайди – таблиці, діаграми, схема
технологічного процесу виробництва виробів

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи	18.11.24 р. – 21.11.24 р.	
2	Складання схеми досліджень, опрацювання методики досліджень	22.11.24 р.	
3	Виконання експериментальних досліджень	22.11.24 р. – 28.11.24 р.	
4	Опрацювання результатів досліджень	29.11.24 р. – 30.11.24 р.	
5	Проведення технологічних розрахунків	1.12.24 р. – 5.12.24 р.	
6	Оформлення графічної частини	6.12.24 р. – 12.12.24 р.	
7	Виконання розділів «Охорона праці» та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	13.12.24 р.	
8	Закінчення написання розділів та оформлення роботи	14.12.24 р. – 15.12.24 р.	

Студентка

(підпис)

Анастасія СОРОЦЬКА

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Галина КАРПІК

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему «Удосконалення технологічних аспектів виробництва булочних виробів із зниженим вмістом цукрів з проєктуванням булочного цеху».

У роботі проаналізовано сучасні тенденції у виробництві функціональних хлібобулочних виробів, обґрунтовано використання пажитника та цукрозамінників, як інгредієнтів, які позитивно впливають на здоров'я споживачів за умов цукрового діабету та пов'язаних із ним захворювань.

Особливу увагу приділено розробці рецептури та удосконаленню технологічного процесу, що забезпечує збереження органолептичних властивостей та харчової цінності продукту. У проєктній частині роботи здійснено проєктування булочного цеху із врахуванням сучасних вимог до санітарно-гігієнічних умов та енергоефективності.

Результати дослідження підтверджують доцільність використання інноваційних компонентів у виробництві та перспективність розробленої технології для підвищення конкурентоспроможності продукції на ринку.

Ключові слова: пажитник, булочні вироби, цукрозамінники, знижений вміст цукрів, технологічні аспекти, проєктування булочного цеху.

SUMMARY

Qualification work on the topic “ Improvement of technological aspects of producing buns with reduced sugar content, with the design of a bun production workshop ”.

The work analyzes current trends in the production of functional bakery products, substantiates the use of fenugreek and sugar substitutes as ingredients that have a positive effect on consumer health in the context of diabetes and related diseases.

Particular attention is paid to the development of the recipe and improvement of the technological process, which ensures the preservation of the organoleptic properties and nutritional value of the product. In the design part of the work, the bakery shop was designed taking into account modern requirements for sanitary and hygienic conditions and energy efficiency.

The results of the study confirm the feasibility of using innovative components in production and the prospects of the developed technology to increase the competitiveness of products in the market.

Keywords: fenugreek, bakery products, sugar substitutes, reduced sugar content, technological aspects, design of a bakery shop.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
Розділ 1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	9
1.1 Огляд літературних та інформаційних джерел	9
1.1.1 Характеристика виробів дієтичного спрямування	9
1.1.2 Опис цукрозамінників	10
1.1.3 Склад та властивості пажитника	13
1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи досліджень	16
1.3 Результати досліджень	17
1.3.1 Обґрунтування застосування пажитника у виробництві булочки	17
Розділ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА БУЛОЧОК З ПАЖИТНИКОМ	24
Розділ 3 ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	28
3.1 Опис технологічної схеми виробництва булочок з пажитником та хліба	28
3.1.1 Опис технологічної схеми виробництва булочки на глюкозно-фруктозному сиропі з додаванням пажитника	29
3.1.2 Обґрунтування вибору технологічної схеми виробництва булочки діабетичної з сорбітом	30
3.1.3 Опис технологічної схеми виробництва булочки діабетичної з сорбітом	31
3.2 Характеристика сировини	32
3.3 Технологічні розрахунки	35
3.3.1 Розрахунок продуктивності печей для випікання булочок «Дієтичні» та булочок з пажитником	39
3.3.2 Розрахунок пофазної рецептури приготування тіста для булочок	41
3.3.3 Розрахунок передбачуваного виходу виробів	46
3.3.4 Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів	51

3.3.5	Розрахунок витрат сировини та площ складських приміщень для зберігання і підготовка сировини до виробництва.....	54
3.3.6	Розрахунок і вибір технологічного обладнання.....	59
Розділ 4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	72
4.1	Охорона праці.....	72
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	75
	ВИСНОВКИ.....	79
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	80
	ДОДАТКИ.....	83

ВСТУП

На здоров'я організму людини впливає ряд факторів серед яких є стан навколишнього середовища, харчування, рухомий спосіб життя. Здорове харчування з оптимальним балансом поживних речовин допомагає людям виконувати щоденні фізичні навантаження та розумові процеси. Дефіцит або надлишок певних поживних речовин у раціоні може вплинути на здоров'я.

Поширеним хронічним захворюванням є цукровий діабет. Цукровий діабет може призвести до важких, а в деяких випадках і до небезпечних для життя ускладнень. Але можна знизити ризик ускладнень, пов'язаних із діабетом, таких як захворювання серця, нирок і очей, змінивши спосіб життя, що включає й здорове харчування. При переддіабеті та діабеті воно не тільки допомагає контролювати рівень глюкози в крові, але й дає можливість насолоджуватись правильно обраною їжею чудовою на смак. Тому, необхідно створити умови, щоб люди могли насолоджуватися їжею, яка відповідає їхнім особистим потребам і культурним уподобанням, харчуючись здорово.

Суттєвий попит серед споживачів в більшості країн світу мають здобні хлібобулочні вироби. Вони, зазвичай виготовляються з пшеничного борошна вищого сорту, що на 70 % складається з крохмалю і містять цукор. Високий вміст вуглеводів в раціоні призводить до збільшення навантаження на травну систему організму людини й негативно впливає на здоров'я в цілому, може бути причиною порушення метаболізму, розвитку цукрового діабету, підвищує ризик хронічних захворювань.

Для контролю постпрандіального стрибка глюкози в крові Міжнародним консорціумом з якості вуглеводів рекомендовано звернути увагу на природні функціональні харчові інгредієнти. Одним із них є насіння пажитника.

Булочка із пажитником може бути корисною для людей із діабетом або тих, хто контролює рівень цукру в крові, за умови помірного споживання.

1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд літературних та інформаційних джерел

1.1.1 Характеристика виробів дієтичного спрямування

Значний попит на булочні вироби, які містять багато цукрів і недостатню кількість харчових волокон та поживних речовин, а також зниження фізичної активності людей спричиняє поширення деяких проблем зі здоров'ям, таких як ожиріння, серцево-судинні захворювання, діабет. Це підвищило інтерес науковців до досліджень збагачення хлібобулочних виробів.

Функціональні продукти мають вплив на здоров'я тіла, забезпечуючи укріплення імунітету і захищаючи організм від хронічних захворювань. Відмічається підвищена увага до дослідження природних мікробних асоціацій, таких як тибетські кефірні зерна, індійські гриби, рис [1]. Фітохімічні речовини у природному вигляді містяться в овочах, фруктах, трав'янистих рослинах. Їх пропонується включати у рецептури при виробництві харчових продуктів. Так, наприклад, вивчено використання продуктів перероблення буряка, ревеня, льону, моркви, яблук, зернових культур [2,3,4,5,6,7].

Цікавість до активних інгредієнтів які включені у цю сировину зростає з підвищенням обізнаності споживачів та їх інтересом до збереження здоров'я.

Щоб зробити хлібобулочні вироби кориснішими пекарі вдаються до таких заходів як зменшення калорійності, вмісту цукру, жирів, одночасно вдосконалюють мінеральний та вітамінний склад. Відбувається пошук варіантів заміни хімічних інгредієнтів натуральними речовинами. Також інтерес викликають речовини що здатні затримувати черствіння та ріст пліснявих мікроорганізмів у хлібних виробах і подовжити час їх зберігання.

Вироби дієтичного спрямування є особливою категорією харчових продуктів, які створюються для задоволення потреб людей із різноманітними захворюваннями або для підтримки здорового способу харчування. Для людей із харчовими непереносимостями дієтичні вироби виготовляються без використання алегренів. Важливим аспектом являється орієнтування на

натуральні компоненти, тому це можуть бути барвники, екстракти чи навіть консерванти. Хлібобулочні вироби із діабетичним вмістом не рідко мають поживну цінність, забезпечуючи додаткову користь для організму, таке як покращення травлення, підтримка імунітету чи зміцнення серцево-судинної системи. Їхня якість повинна відповідати високим стандартам безпеки, адже вони відіграють важливу роль у забезпеченні правильного харчування та попередженні різних захворювань.

Основною характеристикою цих виробів є знижена калорійність, що досягається завдяки мінімізації вмісту жирів, заміні цукрів альтернативою, як-от фруктоза, ксиліт, сорбіт, глюкозно-фруктозний сироп, сорбіт, які зберігають не тільки смак, а ще й подовжують термін зберігання.

1.1.2 Опис цукрозамінників

Способом заміни доданого цукру є використання комбінації наповнювачів, високоінтенсивних підсолоджувачів таких як поліоли. Вони сприяють посиленню солодкості. *Lactobacillus sanfranciscensis*, *Leuconostoc mesenteroides* і *Leuconostoc citreum* є штамами молочнокислих бактерій (LAB), що виробляють маніт, з виходом 70–98%, а *Leuconostoc oenos* виробляє еритритол. Крім того, штам дріжджів *Candida milleri*, виділений із закваски, продукує ксиліт у присутності ксилози. Відомо, що екзополісахариди, вироблені LAB та/або дріжджами, покращують структуру хлібобулочних виробів і, таким чином, мають високий потенціал як природні функціональні інгредієнти для компенсації втрати якості солодких хлібобулочних виробів [8].

Є багато цукрозамінників, як натуральних так і синтетичних. До натуральних входять:

1. Стевія – підсолоджувач, який отримують із листя рослини *Stevia rebaudiana*. Вона вважається найпопулярнішим цукрозамінником, який практично немає калорій та не впливає на рівень глюкози в крові.

2. Еритрит – сахаросприт, який виділяється своєю низькою калорійністю та немає харчової цінності, оскільки організм практично його не засвоює.

3. Сорбіт – сахароспирт, який отримують шляхом відновлення із глюкози.

4. Ксиліт – сахароспирт, який добувають із кукурудзи або деревини. Його використовують у багатьох продуктах, тому що він має антибактеріальні властивості та запобігає розвитку карієсу, а також він містить у собі 2.4 калорії, що запобігає швидкому піднесені глюкози у крові. Однак надмірне споживання може викликати дискомфорт у шлунково-кишковому тракті.

5. Фруктоза – природній цукор, який міститься у фруктах, ягодах, деяких овочах, меді та навіть у звичайному цукрі (який є сумішшю фруктози та глюкози).

До синтетичних:

1. Аспартам – один із популярних цукрозамінників, які використовують у напоях, жувальних гумках і десертах. Його солодкість у 200 разів перевищує цукор, а калорійність майже нульова, через використання у не великих дозах. Однак його не можна використовувати при великих температурах оскільки він розпадається. Але людям із фенілкетонурією слід уникати споживання, оскільки він містить фенілаланін, який шкідливий для них.

2. Сукралоза – підсолоджувач, який створюють на основі цукру, але завдяки зміненій молекулярній структурі не засвоюється організмом. Вона в 600 разів солодша за цукор, тому її зазвичай використовують у випічці у невеликій кількості та стійка до високих температур.

3. Цикламат – синтетичний підсолоджувач, який використовують у харчовій промисловості, завдяки своїй стабільності та високій солодкості. Більш схожий до цукру та має незначну калорійність, але при цьому не впливає на організм та здоров'я.

Глюкозно-фруктозний сироп і сорбіт є популярними цукрозамінниками, які активно використовуються у виробництві дієтичних булочних виробів із зниженим вмістом цукрів.

ГФС, отримують шляхом ферментативного гідролізу крохмалю кукурудзяного, що дозволяє створити продукт із високим вмістом простих

цукрів – глюкози та фруктози. Завдяки своїй рідкій формі, цей сироп легко інтегрується в тісто, сприяючи рівномірному розподілу солодкого смаку та покращенню текстури готового виробу. Його використання забезпечує ніжність м'якуша, збережені вологості та продовження терміну зберігання, що важливо для булочних виробів. Фруктоза, як один із компонентів сиропу, має вищу солодкість, ніж цукроза, тому для досягнення потрібного смаку необхідно менше підсолоджувача, що дозволяє зменшити калорійність продукту. Він конкурує з тростинним та цукровим буряком. Зберігається за температури не більше 10°C, у ємності із нержавіючої сталі в сухому зазвичай темному місці [9].

Сорбіт, у свою чергу, є багатоатомним спиртом, який отримують із глюкози шляхом відновлення. Він володіє помірною солодкістю, яка становить приблизно 60% від рівня цукрози, але при цьому має значно нижчий глікемічний індекс, що робить його придатним для людей із цукровим діабетом. У процесі виробництва булочних виробів сорбіт виконує кілька важливих функцій: він сприяє утриманню вологи в тісті, що запобігає його пересиханню та покращує структуру, надаючи виробам м'якість і довговічність. Крім того, сорбіт є термостійким, тому його властивості не змінюються під час випікання, що забезпечує стабільність технологічного процесу [10].

Обидва цукрозамінники мають низьку калорійність порівняно з цукрозою, що дозволяє створювати продукти, які відповідають вимогам здорового харчування. Їхнє використання в технології булочних виробів дозволяє не лише знизити калорійність, а й створити текстурно та органолептично привабливі вироби зі збереження традиційних смакових характеристик. Застосування ГФС та сорбіту є ефективним способом розширення асортименту булочних виробів для сучасних споживачів з діабетом або які прагнуть обмежити споживання цукру без компромісів щодо якості та смаку.

1.1.3 Склад та властивості пажитника

Пажитник – це стародавня лікарська та ароматна рослина, роду бобових, яка поширена в Азії та Африці, але широко використовується по цілому світі не тільки у кулінарії, але й у косметології та медицині. Використовують не тільки насіння але і листя. Пажитник або як його ще називають чаман, споживають не тільки в термічно обробленому вигляді, а й у сирому. З нього можна заварювати чай, який допомагає при різних видах болю, знижує тестостерон, глюкозу та холестерин. Його додають у різні приправи, такі як каррі, хмелі-сунелі. Його кленовий аромат та смак є причиною імітації кленового сиропу, який доволі часто використовують у кулінарії та кондитерстві. Він надає булочці, вишуканого горіхового та ніжного карамельного або кленового смаку та та злегка жовтувато-зеленого забарвлення. За рахунок багатого вмісту речовин, в одній столовій ложці знаходиться:

2.7 мг – клітковини, це приблизно 10% добової норми.

2.6 мг – білка 5% від норми

3.7 мг – заліза

21.2 мг – магнію

0.12 мг – міді

0.28 мг – цинку

0.04 мг – тіаміну (B1)

0.04 мг – рибофлавіну (B2)

Галактоманнан – це харчове волокно, яке знижує вміст глюкози у крові та підвищує в'язкість у харчових продуктах.

Тригонелін

Флавоноїди лютеоліну

Діосгенін

Харчова цінність

6.4 гр – жирів

23 гр – білків

58.4 гр – вуглеводів

Пажитник, також використовують, як замітник інсуліну для зниження рівня цукру в крові. Це універсальна рослина, що допомагає не тільки у боротьбі з діабетом, а також у супутніх його хворобах із репродуктивними захворюваннями чоловіків та жінок, антиандрогенами підвищеними, холестерином та протипухлинним ефектом, він помітно усуває симптоми [11]. Пажитник був важливим запатентованим інгредієнтом від діабету, дисменореї, СПКЯ, ендометріозу та інших захворювань. Закордонні вчені дослідили вплив пажитника на вплив глюкози у крові. Пацієнти з діабетом, які приймали протягом 15 діб приблизно 50 гр пажитника в раціоні, мали значно нижчі показники глюкози у крові та сироватці та почуваються набагато краще ніж ті хто не приймав його, жінки які приймають пажитник у раціоні мають менш виражені симптоми менструації. Гіпоглікемічний ефект виявився повільним, але тривалим, і не було виявлено ризику розвитку тяжкої гіпоглікемії та загрози для життя. Сьогодні ж, щоденне використання пажитника у харчуванні значно покращує життя діабетикам та людям із захворюваннями репродуктивної системи, знижуючи ознаки синдрому. Саме галактоманна розчина клітковина відповідає за антидіабетичну активність. Він містить сапоніни, які пригнічують ліпіди, оскільки потім вони перетворюються на сапогеніни в шлунково-кишковому тракті. З урахуванням достатньої кількості клітковини, знижується швидкість засвоюваності глюкози після їжі. Це є другою причиною гіпоглікемічного ефекту. Це дозволяє насправді, людям із діабетом, без сумнівів споживати солодкі хлібобулочні вироби, без шкоди для здоров'я та при цьому підвищувати імунітет, метаболізм і запобігати розвитку нових захворювань [12].

Особливу увагу потрібно приділити, тому факту, що він має протипухлинну дію, яка запобігає розвитку раку будь-якого типу. Це важливе відкриття для людей які поборолі цю хворобу або продовжують з нею боротись, тому що на це впливає діосгенін, для запобігання цієї хвороби радять вживати пажитник у меленому вигляді або етиололовому екстракті, він впливає на клітини відповідальні за розвиток раку [13].

Для жінок з синдромом полікістозних яєчників, чай дозволяє знизити болі при менструації або овуляторному синдромі, знижує стрес та рівень тестостерону, який в деяких ситуаціях призводить до дисменореї та алопеції і гірсутизму.

Вагітним зазвичай призначають споживання пажитника на 9 місяці для полегшення потуг та розслаблення м'язів, а у післяпологовий період для збільшення лактації та швидкому відновленні після пологів.

Пажитник, як функціональний інгредієнт, відомий високим вмістом вітамінів групи В, мінералів (залізо, магній, кальцій) та харчових волокон, які позитивно впливають на травлення. Додавання пажитнику сприяє покращенню не тільки органолептичних показників, але і фізико-хімічних, що приваблює споживачів своєю унікальністю.

У процесі проєктування булочного цеху для таких виробів, враховуються вимоги щодо зберігання сировини та температурних режимів. Це стосується не тільки тари в якій зберігається, а ще й контролю вологості та способу введення пажитника у тісто, щоб уникнути втрат його властивостей. Автоматизація виробничого процесу дозволяє зменшити вплив людського фактору та забезпечити стабільну якість виробів. Особлива увага приділяється формуванню тіста та процесу випікання, адже замінна цукру та додавання пажитника впливає на карамелізацію скоринки та структуру м'якуша.

Таким чином, удосконалення технології виробництва булочних виробів зі зниженим вмістом цукрів і додаванням пажитника є перспективним напрямком, що відповідає сучасним тенденціям корисного харчування. Такі вироби поєднують у собі низьку калорійність, високий вміст поживних речовин і гармонійний смак, залишаючись доступним для широкого кола споживачів.

1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи досліджень

Нами поставлено мету розробити рецептуру та технологію здобної булочки подовженого терміну зберігання зі зменшеним глікемічним індексом.

Пропонуємо використовувати глюкозно-фруктозний сироп як замінник сахарози, а також подрібнене насіння пажитнику.

Основна увага приділялась дослідженню ГФС та подрібненому пажитнику, що знижує глікемічний індекс і покращує поживні властивості продукту.

Саме тому, розробили такі завдання для дослідження:

1. Аналіз сировини:

- Оцінка властивостей та впливу на тісто глюкозно-фруктозного сиропу.
- Дослідили вплив насіння пажитнику, зокрема його харчову цінність, низький глікемічний індекс та ароматичні характеристики.

2. Розробка рецептури:

- Склад тіста був адаптований з урахуванням введення нових компонентів, таких як глюкозно-фруктозний сироп і пажитник мелений.
- Визначено пропорції інгредієнтів для збереження оптимального смаку, структури та харчової цінності.
- Проведено корекцію рецептури для досягнення необхідного балансу між вологістю та м'якістю готової випічки

3. Технологічні процеси:

- Опрацьовано кількість внесення подрібненого пажитника.
- Визначено оптимальні умови замісу тіста, бродіння та випікання для досягнення найкращих органолептичних властивостей.

4. Оцінювання виробу:

- Проведено дегустаційні випробування для оцінки смаку, текстури та аромату.
- Лабораторно перевірено фізико-хімічні показники виробу.

- Здійснено тестування терміну придатності та стійкості до черствіння й мікробіологічного псування.

У результаті розроблено рецептуру здобної булочки, яка поєднує в собі тривалий термін зберігання, знижений глікемічний індекс та високу харчову цінність, відповідаючи сучасним вимогам.

1.3 Результати досліджень

1.3.1 Обґрунтування застосування пажитника у виробництві булочки

Зменшити вміст цукру в харчових продуктах це не просте завдання, а особливо в хлібобулочних виробках. Це пов'язано з його взаємодією з усіма інгредієнтами, які є в тісті. Ці взаємодії спричиняють підвищення температури клейстеризації, затримання розвитку глютенної сітки, змінення активності дріжджів залежно від концентрації цукру. За його сприяння відбувається реакція меланоїдиноутворення, що забезпечує підрум'янювання скоринки виробу.

Ряд досліджень показали, що фруктоза викликає менший постпрандіальний підйом глюкози в плазмі та інсуліну в сироватці, ніж інші звичайні вуглеводи. Фруктоза стимулює секрецію інсуліну менше, ніж глюкоза і вуглеводи, що містять глюкозу. При попаданні в організм людини фруктоза поглинається активною транспортною системою, але повільніше, ніж глюкоза, однак, одночасне споживання глюкози збільшує здатність кишечника всмоктувати фруктозу.

ГФС є самим затребуваним досить використовуваним замінником цукру серед багатьох інших природних підсолоджувачів. Він солодший за цукор. Сироп легше піддається змішуванню з іншими компонентами тіста. Важливою його технологічною характеристикою є продовження тривалості зберігання борошняних виробів.

В роботі цукор замінювали на глюкозно-фруктозний сироп.

Для зменшення дії фруктози і глюкози пропонуємо використовувати насіння пажитника.

Як свідчить огляд літератури, деякі науковці включали пажитник у хліб і продемонстрували, що пажитник у їжі допомагає знизити рівень цукру в крові, але через його гіркоту та сильний запах його використання обмежене. Вони не виявили значних відмінностей у кольорі, текстурі, приблизному складі, твердості та інтенсивності смаку між пшеничним хлібом і хлібом з пажитником, але рівень глюкози та інсуліну був нижчим у хлібі з пажитником. Функціональна властивість пажитника зменшувати резистентність до інсуліну була збережена в хлібі [14]. Таким чином, з цього дослідження стає очевидним, що пажитник можна включати в хлібобулочні вироби в допустимих межах, що зменшить резистентність до інсуліну.

В роботі насіння подрібнювали. У таблиці занесено наші дослідження насіння пажитнику.

Таблиця 1.1 – Фізико-хімічні властивості пажитника

Показники	Пажитник
Кислотність, град	3,5
Вологість, %	8

Кислотність пажитника у кожній партії варіюється від 2 град до 5 град. в залежності від партії насіння та способу його сушіння.

Вологість зазвичай сягає 7%-12 %.

У даній партії пажитника кислотність склала 3,5 град, а вологість 8 %.

Звичайно такі зміни, тобто внесення нової сировини, в складі борошняного середовища будуть впливати на його структурно-механічні властивості, а також характеристики булочки.

Виняткова хлібопекарська здатність пшеничного борошна пов'язана з його складним білковим складом – пропорціями в профілі білків глютену між гліадином і глютеніном. Вони здатні поглинати воду у три рази більше сухої ваги, а також утворювати в'язкопружну консистенцію, яка визначає утримання диоксиду вуглецю під час бродіння та випікання.

Відомо, що ГФС позитивно впливає на еластичність тіста, що збільшує об'єм булок. Ю.В. Бондаренко з авторами дослідили можливість його застосування в кількості 5,5 % [15].

Оскільки ми опираємось на рецептуру булочки в склад якої входить 5 % цукру, замість нього додаємо 7,0 % сиропу. Дослідивши напівфабрикат, ми переконались, що така заміна призводить до деякого зменшення в'язкості тіста.

Також виникло питання як порошок з насіння пажитника поведе себе в тісті.

Для цього обрали його дозування, виходячи з рекомендацій, щодо споживання – 0,13 %, 0,26 %, 0,52 %. У таблиці 1.2 показано результати дослідження впливу порошку з насіння пажитнику на властивості клейковинних білків.

Таблиця 1.2 – Дослідження клейковини

Клейковина	Розтяжність	Еластичність	Колір
Без пажитника	11 см	задовільна	ледь помітного сірого кольору
0,26 % пажитника	14 см	еластична	Блідо-салатового кольору
0,52 % пажитника	13 см	менш еластична	Помітно салатового кольору

Клейковина, у якій міститься 0,26% пажитника, більш еластична ніж без пажитника, тому що він містить у собі слизові, водоз'язувальні речовини, такі як: мукопротеїди та полісахариди, які забезпечують додаткову затримку вологи, яка сприяє покращенню гідратації білків клейковини, роблячи їх більш еластичними та менш схильними до розривів. Органічні сполуки пажитника, впливають на рН тіста, забезпечуючи, оптимальні умови для взаємодії гліадину та глютеніну. А клейковина, у якій містилось 0,52 %, навпаки швидше рвалась, при відмиванні показала гірші результати, ніж при 0,26%. Водозв'язувальні речовини, які при надлишку у тісті, роблять його занадто рідким.

Отже, це свідчить, що пажитник у незначній кількості, може позитивно впливати на технологічні характеристики тіста, а більше дозування може негативно позначитись на властивостях напівфабрикату і виробу.

Ще одним показником визначення якості майбутніх виробів є сила борошна. Чим вона вища, тим більша ймовірність отримати вироби з хорошою формостійкістю. Як видно з таблиці 1.3, зразки 1 і 3 мали діаметр менший за 83,0 см, внесення 0,26 % насіння послаблює борошно. Кулька тіста після трьох годин відлежування розплилася більше і мала діаметр – 85,3 см. Це говорить проте, що добавка з насіння пажитника в такій кількості надає борошну властивостей характерних для середнього за силою.

Таблиця 1.3 – Показники визначення сили борошна з додаванням пажитника

Час, год	Контроль	Внесення добавки, %		
		0,13	0,26	0,52
1	50,0	50,5	50,5	50,5
2	55,3	66,4	65,8	66,2
3	60,4	75,8	85,3	81,3

Цікавим і необхідним дослідженням є встановлення процесу бродіння тіста. Для цього замішували тісто з різним дозуванням порошку пажитника і без нього та визначали об'єм на який воно піднімалось за 180 хв бродіння. Показники відмічали кожних 30 хв. Встановили (рис. 1.1), що перші 30 хв усі заготовки мали однаковий об'єм, в подальшому відбулись зміни. Контрольний зразок піднімався найповільніше. Присутність 0,13 % та 0,52 % насіння дають збільшення об'єму тіста практично в однаковому розмірі. Найбільш інтенсивно відбувався процес бродіння у напівфабрикаті з дозуванням добавки 0,26 %.

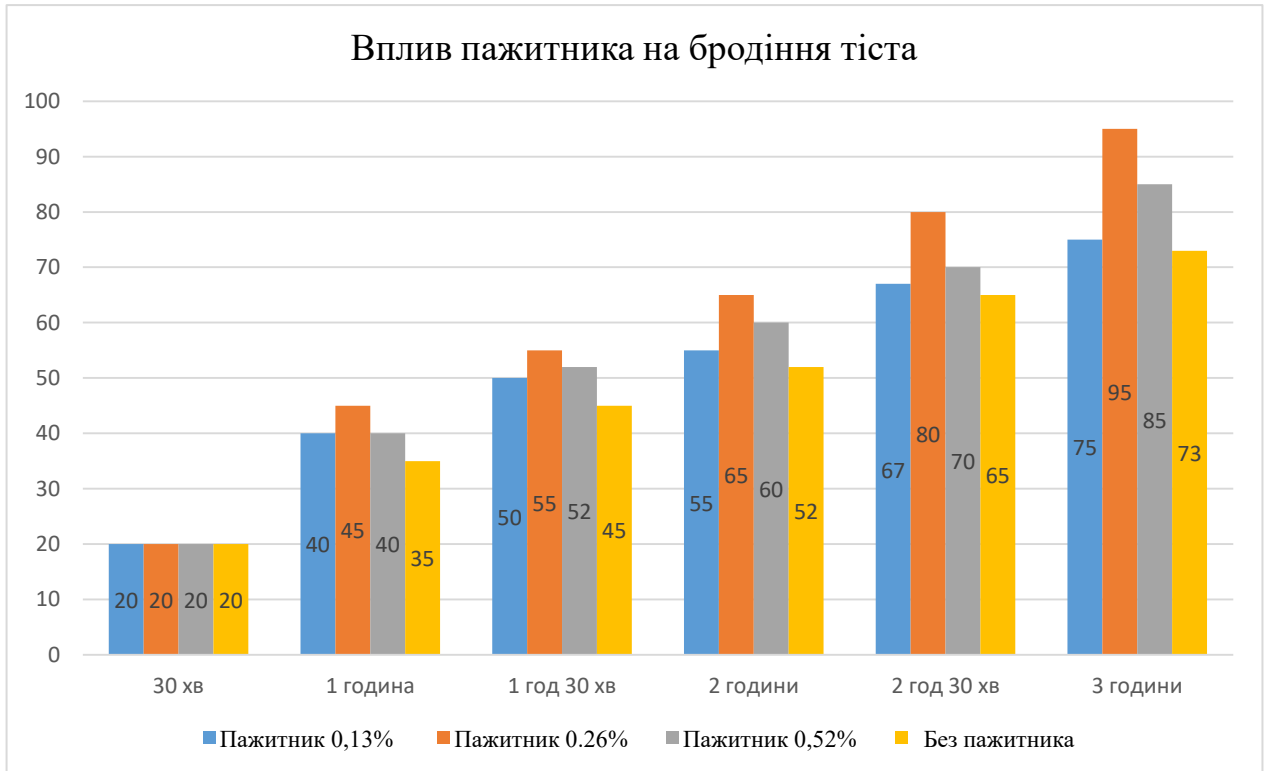


Рисунок 1.1 – Діаграма дозрівання тіста із пажитником протягом 3 годин

Після дослідження процесу дозрівання тіста, встановлювали якість булочок. Для цього формували тістові заготовки овальної форми, давали їм вистоятись і випікали при однакових умовах. Спечені булочки охолоджували в умовах лабораторії та аналізували їх зовнішній вигляд. Визначали пористість, кислотність й вологість. Результати спостереження занесли до таблиці 1.4 та наглядно представлені на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Зразки спечених виробів з додаванням пажитника: 1-К; 2-0,13%; 3-0,26%; 4-0,52%.

Таблиця 1.4 – Порівняльне оцінювання якості досліджуваних виробів

Показники	Кількість пажитника			
	Контроль	0,13%	0,26%	0,52%
Стан поверхні	Гладка, без тріщин та підривів			
Колір скоринки	Золотиста з коричневим відтінком			
Колір м'якушки	Білий	З жовтуватим відтінком	З жовтим відтінком	З ледь помітним світло-зеленим відтінком
Смак	Власний булочному виробу	З ледь вираженим присмаком кленового сиропу		З вираженим карамельно-горіховим присмаком та легкою гірчинкою
Вологість, %	41,0	41,0	41,0	41,0
Кислотність, град	2,5	2,8	3,2	3,4
Пористість, %	66	67	68	67

Зразки 1 та 4, відрізнялись нерівномірною пористістю, крихкістю та забарвленням м'якушки. Контрольний зразок був із властивим для хлібобулочного виробу смаком та кольором, Четвертий більш сухіший та крихкіший, з ледь помітним світло-зеленим забарвленням та більш вираженим смаком карамелі та горіху та був найменшого об'єму.

Зразок № 3 мав смак кленового сиропу та жовтуватий колір м'якушу, гарно тримав форму, поверхня без тріщин та гладка, золотистого забарвлення, з рівномірною, дрібнопористою структурою пористістю та більшим об'ємом.

Зразок 2, з кремового забарвлення м'якушкою, смак не сильно виражено нагадував кленовий сироп. Поверхня була світло-коричневого забарвлення, без тріщин та підривів.

У випадку внесення порошку насіння пажитнику збільшується кислотність булочки відносно контролю відповідно на 0,3 град, 0,7 град та 0,9 град. Що може бути пов'язано з вищою кислотністю додаткової сировини та впливом її на процес бродіння.

Як видно з наших досліджень, насіння пажитнику в запропонованому дозуванні не впливає на вологість спечених і охолоджених булочок.

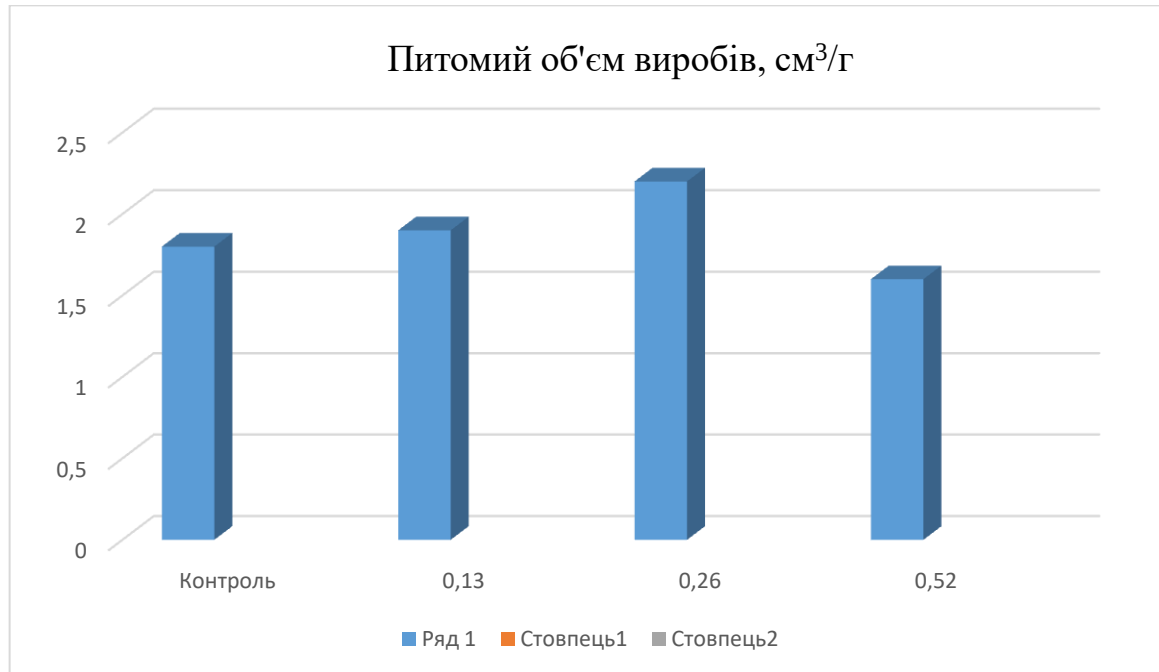


Рисунок 1.3 – Об'єм виробу із додаванням пажитнику

Найкращу пористість відмічаємо при дозуванні 0,26 % порошку. Закономірно прослідковується й кращий питомий об'єм. Що можна пояснити інтенсивним процесом бродіння, хорошою розтяжністю та еластичністю клейковини борошна. В цілому насіння пажитника збільшує пористість порівняно з контролем.

Отже, нашими дослідженнями встановлено можливість використання насіння пажитника у виробництві булочки. Визначили його вплив на якість клейковини, силу борошна, бродильну здатність напівфабрикатів, органолептичні і фізико-хімічні показники якості булочки. Запропоновано вносити насіння пажитника у вигляді порошку в кількості 0,26 % до маси борошна.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА БУЛОЧКИ З ПАЖИТНИКОМ

В попередніх розділах магістерської роботи висвітлено технологічну можливість виробництва булочок з використанням пажитника та обґрунтовано їх оздоровче призначення. Основним завданням підприємства в сучасних умовах господарювання є зростання економічної ефективності виробничої діяльності.

Економічна ефективність виробничої діяльності підприємства характеризує результативність, тобто одержання більшого доходу при найменших витратах. Це означає, що виробництво має бути рентабельним, а вироби високої якості і за конкурентоспроможною ціною на ринку збуту. Головним чинником в ціні продукції є її собівартість.

Собівартість булочки залежатиме від ряду чинників: вартість сировини, транспортні витрати, вартість праці та обладнання для виробництва, електроенергія, а також інші витрати на упаковку та зберігання. Також впливають на собівартість податки та інші законодавчі обмеження.

Тому обґрунтування економічної ефективності технології виробництва булочок з пажитником полягає у визначенні їх собівартості та отримання прибутку від реалізації. Розрахунок здійснюємо на 1000 кг булочки за наступними статтями: матеріальні витрати, основна і додаткова заробітна плата робітників та відрахування на соціальне страхування, утримання та експлуатацію устаткування, загальновиробничі витрати, що безпосередньо пов'язані з виробничим процесом. Адміністративні витрати спрямовані на обслуговування і управління підприємством. Позавиробничі витрати пов'язані з реалізацією продукції і безпосередньо відносяться на певний вид виробів. Результати розрахунків наведених статей на 1 т виробів представлено в таблицях наведених нижче.

Стаття «Витрати на сировину і матеріали» враховує норми основних і допоміжних матеріалів за рецептурою, плановий вихід готових виробів, закупівельні ціни на кожний рецептурний компонент та транспортно-

заготівельні витрати.

Потреба в пшеничному борошні другого сорту для випуску 1 т булочок з пажитником становить:

$$G_6 = \frac{1000 \cdot 100}{B_6} \quad (2.1)$$

де: B_6 – плановий вихід булочки.

$$G_6 = \frac{1000 \cdot 100}{132,0} = 757,6 \text{ кг}$$

Інші основні матеріали визначаємо користуючись інформацією з уніфікованої рецептури. Розрахунок витрат статті «Сировина та матеріали» наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Вартість сировини та матеріалів на виробництво булочки з пажитником

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг борошна	Норми витрат на 1 т виробу	Ціна одиниці сировини грн.	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6
Борошно пшеничне другого сорту	кг	-	757,6	16,5	12500,4
Дріжджі хлібопекарські пресовані	кг	1,0	7,58	130	985,4
Сіль кухонна харчова	кг	1,5	11,36	16,5	187,4
Глюкозно-фруктозний сироп	кг	7,03	53,26	33,0	1757,6
Олія соняшникова рафінована	кг	1,0	7,58	64,0	485,1

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
Маргарин столовий	кг	1,25	9,47	190	1799,3
Яйця курячі	шт/кг	20/0,8	152/6,06	6,2/155,5	942,4
Пажитник	кг	0,26	2,0	107,64	215,3
Разом					18872,9
Інші витрати					
Допоміжні матеріали (плівка)	м		1000	3,0	3000
Транспортно-заготівельні витрати					755,1
Всього					22628,0

Однак не лише ці фактори впливають на ціну булочки, так як окрім вартості сировини, важливе значення має вартість енергії та інших ресурсів. Також важливу роль у формуванні ціни на виріб справляє зарплата працівників. Наприклад, якщо зарплати підвищуються, витрати на виробництво можуть зрости, що може призвести до підвищення ціни на продукт для споживачів. Розрізняють основну і додаткову зарплату. Основна зарплата - це сума, яку працівник отримує за свою роботу від роботодавця згідно умов трудового договору. Додаткова зарплата може включати бонуси, премії, надбавки за вислугу років, стажування або інші форми додаткової оплати праці, які встановлені на підприємстві.

В наступні дві таблиці занесено результати розрахунку собівартості булочки з пажитником.

З розрахункових даних відображених у таблиці 2.2 видно, що основні витрати в структурі виробничої собівартості булочок з пажитником становлять сировина і матеріали, паливо та енергія на технологічні цілі - 76,4 %, тобто 26022,2 грн. Це зумовлено значним підвищенням закупівельних цін на всі рецептурні інгредієнти, електричну енергію, логістику та інші.

Таблиця 2.2 - Калькуляція витрат виробництва булочки з пажитником

Найменування статей калькуляції	Витрати на 1000 кг булочки, грн.
1	2
Сировина і матеріали	22628,0
Паливо та енергія на технологічні цілі	3394,2
Основна та додаткова заробітна плата робітників	4525,6
Відрахування на соціальне страхування	1679,0
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	1357,7
Загальновиробничі витрати	497,8
Виробнича собівартість	34082,3
Адміністративні витрати	511,2
Позавиробничі витрати	852,0
Повна собівартість	35445,5

Таблиця 2.3 - Розрахунок відпускної ціни, грн. за 1 тону булочок

Показники	Булочки з пажитником
Виробнича собівартість	34082,3
Адміністративні витрати	511,2
Позавиробничі витрати	852,0
Повна собівартість	35445,5
Рентабельність, %	27
Прибуток	9570,3
Відпускна ціна підприємства (без ПДВ)	45015,8
ПДВ (20 %)	9003,2
Відпускна ціна, грн. з ПДВ	54019,0
Відпускна ціна за 1кг, грн	54,1
Торгівельна націнка, 15 %	8,1
Роздрібна ціна 1кг виробів, грн	62,2

Отже, роздрібна ціна булочки з пажитником вагою 0,1 кг становить 6,22 грн.

Висновки

Встановлено, що повна собівартість 1 т булочки з пажитником і відпускна ціна підприємства без врахування ПДВ складають, відповідно 35445,5 грн і 45015,8 грн. При цьому прибуток підприємства становить 9570,3 грн. Роздрібна ціна однієї булочки складає 6,22 грн, що не перевищує середній ціновий сегмент ринку на булочні вироби. Реалізація продукції за розрахованою ціною дає можливість отримати переваги перед конкурентами в її реалізації та збільшити обсяги виробництва і відповідно прибуток.

3 ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування вибору технологічної схеми виробництва булочки на глюкозно-фруктозному сиропі з додаванням пажитника

Розробка технологічної схеми виробництва булочки на основі глюкозно-фруктозного сиропу (ГФС) із додаванням пажитника, продиктована сучасним вимогам до створення якісних та корисних борошняних виробів. ГФС у складі виконує декілька основних функцій: перш за все це солодкість, а також покращує текстуру та подовжує термін придатності готового продукту.

Пажитник не лише збагачує смак та аромат, а й додає функціональні властивості у які входить клітковина, сприятлива для травлення, а також понижує глюкозу у крові в людей з діабетом. Насіння пажитника має лікувальні властивості такі, як антидіабетичні, антиандрогенні, протипухлинні, холестеринознижуючі та багато інших корисних для здоров'я ефектів. Це пояснюється високою кількістю харчових волокон, клітковини, білків, які добре розчинюються у лужному середовищі та іншими поживними речовинами. Результати досліджень у закордонних лабораторіях показали, що гіпоглікемічний ефект, може бути непрямим через стимуляцію синтезу інсуліну клітинами підшлунковою залозою. Використання борошна II сорту, дозволяє збільшити харчову цінність продукту завдяки вмісту клітковини та знизити його собівартість.

Для забезпечення ефективного виробництва застосовуємо високоякісне обладнання. Тістоміс Dual від компанії SOTTORIVA SpA гарантує ретельне змішування сировини, що необхідно для досягнення однорідної консистенції тіста. Просіювач A2-ХПГ забезпечує очищення борошна та насичення його повітрям, що позитивно впливає на якість тіста. Тістоподільна машина A2-ХТІ-Н-01 дозволяє рівномірно ділити тісто на окремі частини гарантуючи стабільну вагу виробів. Процес вистоювання здійснюється у шафі Л4-ХПМ/5, яка створює оптимальні умови для формування потрібної структури тіста.

Завершальним процесом є випікання булочок у шафі Lider 250, яка

забезпечує рівномірне пропікання та надає виробам привабливу золотисту скоринку.

Така схема виробництва дозволяє досягати балансу між якістю продукції, економічною доцільністю та відповідністю сучасним вимогам хлібобулочних виробів.

3.1.1 Опис технологічної схеми виробництва булочки на глюкозно-фруктозному сиропі з додаванням пажитника

Виробництво булочок з пажитником, розроблене зважаючи на використання ГФС, передбачає оптимізацію всіх етапів для забезпечення високої якості готової булочки та відповідності сучасним вимогам споживачів. Основою технології є послідовність операцій, що забезпечують рівномірну структуру, пористість, зовнішній вигляд та термін зберігання булочок з пажитником.

Процес починається із підготовки сировини. Борошно проходить очистку та аерацію на просіювачі А2-ХПГ що дозволяє видалити сторонні домішки й поліпшити властивості тіста. Інші компоненти, зокрема маргарин, глюкозно-фруктозний сироп, соняшникова олія зберігають у дозувальних апаратах, з яких вони одразу дозуються у тісто, сіль та дріжджі замішують у дозаторах і також, як і інша сировина, дозується у тісто. Особливу увагу приділяють пажитнику, який вводиться у вигляді дрібно меленого порошку, що рівномірно розподіляється в тісті.

Наступний етап це замішування тіста у тістомісі Dual, який інтенсивно та рівномірно замішує компоненти. Завдяки точній роботі обладнання, досягається необхідна консистенція тіста для подальших процесів.

Процес поділу здійснюється на тістомісильній машині, яка забезпечує чітке формування та точну вагу заготовки. Далі заготовки проходять вистоювання у шафі Л4-ХПМ/5, яка створює необхідні умови для підйому заготовок, завдяки контролю температури та вологості.

Основним етапом є випікання у шафі Lider 250, яка забезпечує рівномірне пропікання, золотисту скоринку. Температурний режим і випікання

контролюється, щоб досягти ідеального співвідношення м'якої, пористої м'якушки та рум'яної скоринки.

Обрана технологічна схема дозволяє, створити високоякісний продукт із приємним ароматом, корисним для здорового харчування і неперевершеним смаком, завдяки пажитнику та ГФС, а також забезпечує ефективність та зручність виробництва з урахуванням невеликих габаритів приміщення.

3.1.2 Обґрунтування вибору технологічної схеми виробництва булочки діабетичної з сорбітом

Виробництво булочки із сорбітом є важливим напрямком сучасного харчового виробництва. Сорбіт виступає, як заміник цукру, що дозволяє отримувати продукцію для споживачів із діабетом, а також для людей, які контролюють споживання цукру. Вибір технологічної схеми виробництва булочки з сорбітом базується на аналізі хімічного складу сорбіту, його технологічних властивостей і впливу на органолептичні та структурно-механічні показники готового виробу.

Для виробництва булочки з сорбітом використовують пшеничне борошно першого сорту. Сорбіт, як заміник цукру, сприяє збереженню вологи у готовому продукті. У складі рецептури відіграє важливу роль молоко, яке додає ніжність, сприяє поліпшенню текстури і покращує смакові якості булочок. Жирова основа представлена рафінованою соняшниковою олією, яка забезпечує м'якість виробу, легкість його текстури та тривале зберігання.

Тісто готують безопарним способом. Технологічний процес включає декілька етапів. На першому етапі проводиться підготовка сировини, під час якої всі компоненти сировини перевіряються на якість, а борошно просіюється для його аерації та очищення. Замість тіста здійснюється із додаванням сорбіту, молока та соняшникової олії. Молоко, завдяки своєму складу, забезпечує ніжну текстуру, а соняшникова олія рівномірний розподіл інгредієнтів. Замість потребує точного дотримання рецептури, оскільки солодкість сорбіту значно нижча за цукор. Після замішування, тісто проходить процес бродіння, протягом якого формуються клейковинний каркас, реологічні властивості, смакові якості

готового виробу. Тривалість бродіння триває 150 хвилин.

Після бродіння, тісто піддається формуванню. Булочки формуються за допомогою тістоподільної машини А2-ХТІ-Н-01. Випікання здійснюється у спеціалізованій печі Lider 250, за температури 200°C. Тривалість випікання становить 15 хвилин, що забезпечує рівномірну золотисту скоринку та оптимальну готовність. (Л.2, п.23).

Використання сорбіту має низку переваг. Він подає продукту дієтичні властивості завдяки меншій калорійності у порівнянні з цукром, а також дозволяє забезпечити безпеку для споживачів із діабетом, адже не спричиняє різкого підвищення глюкози у крові. Завдяки гігроскопічності сорбіту вироби зберігають свою м'якість та свіжість тривалий час. Додавання молока і соняшникової олії не лише покращує якість продукту, а й сприяє задоволенню сучасних запитів споживачів, які шукають корисну, поживну та смачну продукцію. Вологість тіста – 39,5%.

Таким чином, вибір технологічної схеми виробництва булочки з сорбітом дозволяє створити якісний продукт, який відповідає сучасним вимогам ринку. Врахування властивостей сорбіту, молока та соняшникової рафінованої олії, дозволяє оптимізувати процеси виробництва та забезпечити високу якість готового продукту, розширюючи асортимент хлібобулочних виробів для спеціалізованого харчування.

3.1.3 Опис технологічної схеми виробництва булочки діабетичної з сорбітом

Технологічна схема виробництва булочки з сорбітом охоплює всі ключові етапи, які забезпечують створення високоякісного продукту опираючись на властивості сорбіту. На початку етапу відбувається підготовка сировини до використання, спочатку просіюється пшеничне борошно першого сорту для видалення сторонніх частинок та покращення його аерації. Сорбіт зважується згідно рецептури, адже він має меншу солодкість в порівнянні з цукром, що потребує точного дотримання пропорцій. Соняшникова олія перевіряється на якість зокрема на прозорість та відсутність осаду. Розчин солі готується

окремо, щоб забезпечити рівномірний розподіл солі у тісті. Дріжджі активуються за допомогою суспензії, яка сприяє швидкому розчиненню та рівномірному бродінню тіста.

Замість тіста виконується у діжі, де до борошна додають молоко, сорбіт, соняшкову олію, дріжджову суспензію та розчин солі. У процесі замісу формується однорідна, еластична маса, вологістю 39,5% (Л.2, п.11).

Після замісу, тісто залишають для ферментації, яка проходить за температури 30-35°C і вологість 70-75%. У цей час активізуються дріжджі, які забезпечують процес бродіння та утворення пористої структури. Вплив сорбіту на активність дріжджів враховується для коригування часу бродіння. Після завершення ферментації, тісто проходить формування за допомогою тістоформувальної машини.

Випікання булочок здійснюється у печі Lider 250 при температурі 200°C, протягом 15 хвилин. Цей режим забезпечує рівномірне пропікання виробів і створення апетитної, золотистої скоринки. Після випікання, булочки охолоджують у контрольованих умовах, щоб уникнути конденсату, а потім фасують для подальшого зберігання та транспортування.

Така технологічна схема забезпечує створення діабетичних булочок з високими органолептичними показниками. Додавання сорбіту сприяє виготовленню дієтичного продукту з низьким глікемічним індексом, а молоко підвищує смакові властивості, дріжджова суспензія та розчин солі оптимізує процес бродіння та покращує кінцеву якість виробу. Булочка діабетична, відповідає усім сучасним вимогам споживачів і розширює асортимент хлібобулочних виробів спеціального призначення.

3.2 Характеристика сировини

На підприємстві, що спеціалізується на виробництві діабетичних булочок, основний акцент роблять на сировині, яка сприяє зниженню вмісту цукру в крові. Основною сировиною булочок є борошно.

Борошно оцінюється за масовою часткою клейковини, запахом, кольором, крупністю помелу, смаком, вологістю, якістю. У цій технології використовуємо борошно першого та другого сорту. Вироби з борошна другого сорту відрізняються від першого, за рахунок кольору який зазвичай буває білий з жовтуватим або сірим відтінком. Воно має грубішу текстуру та підвищений вміст білків і мінеральних речовин, але в ньому менше клейковини, що робить випічку менш пишною, а в першому навпаки через низький вміст крохмалю, клейковини відмивається більше, через що і випічка більш пишна. Із борошна першого сорту, тісто отримується еластичним, а випічка об'ємною, запашною та ароматною, це борошно продовжує термін зберігання. Користь цього продукту, опирається на наявність оболонок зерна, які гарно впливають на роботу ШКТ. В ньому міститься велика кількість вітамінів такі, як РР, вітамін Н який відповідає за покращення метаболізму та група вітамінів В, які позитивно впливають на нервову систему та на відновлювальні процеси. Борошно зберігається у мішках при температурі не вище 4°C.

Пажитник – лікарська рослина, яку використовують також у кулінарії, його споживають не тільки в термічно обробленому вигляді, а й у сирому. З нього можна заварювати чай, який допомагає при різних видах болю, знижує тестостерон, глюкозу та холестерин. Його додають у різні приправи, такі як карі, хмелі-сунелі. Його кленовий аромат та смак є причиною імітації кленового сиропу, який доволі часто використовують у кулінарії та кондитерстві. Він надає булочці, вишуканого горіхового та ніжнього карамельного або кленового смаку та злегка жовтувато-зеленого забарвлення. За рахунок його складу, пажитник може замінити в окремих випадках ліки та при цьому покращити стан здоров'я.

Зберігаємо у герметично закритій тарі, в таких самих умовах як і борошно, при невеликій вологості, при температурі не вище 4°C.

Глюкозно-фруктозний сироп – речовина, що використовується, як замінник цукру. ГФС в декілька разів солодший за цукор, він краще змішується з сировиною та продовжує термін зберігання виробу. Опираючись на його склад він практично схожий на сахарозу за фізико-хімічним та

органолептичним складом, а головне не містить в собі штучних речовин. Широко використовується у харчовій промисловості. Цей сироп невід’ємний компонент дієтичних продуктів для людей з цукровим діабетом та для спортсменів. Він конкурує з тростинним та цукровим буряком. Зберігається за температури не більше 10°C, у ємності із нержавіючої сталі в сухому зазвичай темному місці [16].

Сорбіт – це поширений цукрозамінник, зазвичай у гранулах, білого кольору. Завдяки низькому глікемічному індексу використовується у харчуванні для діабетиків, а також як допоміжна речовина при виготовленні ліків [17]. Зберігають у сухому, темному місці, при вологості не більше 25% та температурі від 18°C до 25°C [18].

Дріжджі хлібопекарські – це представники грибкових мікроорганізмів з родини цукроміцетів. Один із популярних видів тістозрешувача, вони забезпечують випічці пористу структуру, зовнішній вигляд та смак. Дріжджі багаті на вітаміни групи В та D. Використовуються як у алкогольних напоях так і у хлібопекарстві. Сукупність ферментів, що входять до складу дріжджів, сприяє спиртовому бродінню в середині тіста, діоксид вуглецю виділяється і забезпечує розпушення тіста. Якість дріжджів часто визначають за кислотністю, підйимальною силою, ферментативною активністю, вони повинні без прикладання зусиль розламуватись, відповідати колірно-ароматичним стандартам, бути щільної консистенції. Температурна стійкість при 35°C, смак повинен бути прісним, а вологість не перевищувати 75%.

Олія соняшникова рафінована – це прозора, світло-жовта рідина, без запаху та вираженого смаку. Її отримують шляхом пресування або екстрагування насіння соняшника, після чого піддається рафінації, де вона проходить ретельну очистку від восків, домішок, фосфоліпідів та небажаних запахів і смаку. Завдяки цим процесам олія набуває стабільності при нагріванні та зберіганні. Соняшникова олія багата вітаміном Е, ненасиченими жирними кислотами (лінолева та олеїнова), які сприяють здоров’ю серцево-судинної системи. Вона безпечна, тому що при нагріванні не утворює токсичних речовин. Олія на підприємстві зберігається від 5°C до 25°C у бочках.

Маргарин – це харчовий продукт, створений емульгацією рослинних та тваринних жирів з додаванням води або молочних продуктів та солі, цукру та емульгаторів. Має однорідну консистенцію, переважно твердий, високий вміст жирової частки, часто збагачується вітамінами груп А та D. За новими технологіями містить в собі мінімум вмісту трансжирів, що відповідає вимогам правильного харчування. Є солодкий та солоний, що дозволяє використовувати маргарин у будь-яких харчових рецептурах.

Яйця – джерело високоякісного білка, що легко засвоюється організмом та містить воду, альбумін та мінерали. Жовток багатий лецитином, який нормалізує обмін речовин і підтримує клітинні мембрани, жирами та вітамінам А, В, Е та D, залізо, фосфор і антиоксиданти. Зберігаються у ящиках при температурі не вище 25°C.

Незбиране молоко – це натуральний, харчовий продукт, який крім охолодження не проходить ніякої термічної обробки. Багатий на вітаміни А, В2, В12, білки, жири та вуглеводи, мінеральні речовини кальцій, фосфор і магній. Білки молока (казеїн), зазвичай легкозасвоювані та забезпечують організм незамінними амінокислотами. Молоко зазвичай пастеризують для подовження терміну зберігання. Зберігається у бочках в холодному приміщенні від +2°C до 6°C, щоб запобігти псуванню.

3.3 Технологічні розрахунки

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку рецептур для булочок дієтичні та булочок з глюкозно-фруктозним сиропом [19]

Показники і параметри, одиниці вимірювання	Умовні позначення	Значення показників та параметрів для булочок	
		«Дієтичні»	з пажитником
1	2	3	4
Показники якості булочок			
Масова частка води, %, не більше	W_v	39,0	41,0
Кислотність, град. не більше:	K_v	3,0	
Розмір виробу, мм:		діаметр - 80	80 - 100
Маса виробу. кг		0,1	0,1
Плановий вихід, %		135,0	132,0
Рецептура на 100 кг борошна, кг			
Борошно пшеничне першого сорту	G_b	100,0	-
Борошно пшеничне другого сорту	G_b	-	100
Дріжджі хлібопекарські пресовані	$G_{др}$	2,0	1,0
Сіль кухонна харчова	G_c	1,2	1,5
Сорбіт	$G_{сорб}$	5,0	-
Цукор білий	$G_{ц}$	-	5,0
Маргарин столовий	$G_{марг}$	-	1,25
Молоко незбиране, л	$G_{мол}$	15,0	-
Те саме, кг СР		1,69	-
Олія соняшникова рафінована	$G_{ол}$	6,0	1,0
Яйця курячі, шт	$G_{я}$	-	20,0
Яйця курячі, кг	$G_{я}$	-	0,8
Пажитник	$G_{п}$	-	0,26
Разом		129,2	112,84

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
Основні показники технологічних режимів:			
Спосіб тістоприготування		безопарний	густа традиційна опара
Вологість борошна	W_6	14,5	14,5
Вологість тіста, %		39,5	41,5
Температура тіста °C	t_T	30,0	29-30
Тривалість бродіння тіста, хв	τ_T	150	70
Кислотність тіста, град.	K_T		3,5
Тривалість вистоювання, хв	$\tau_{\text{вист.}}$	35	60
Тривалість випікання, хв	$\tau_{\text{вип.}}$	15	20
Марка печі		LIDER 250	LIDER 250
Розмір листів, мм	L x B	800x1000;	800x1000;
Кількість листів на візку, шт		16	16
Площа випікання, м ²		12,8	12,8
Кількість візків, шт		1	1
Концентрація розчину солі, %		26	26
Концентрація розчину сорбіту, %		60	-
Кратність розведення дріжджів водою		1 : 3	1 : 3

3.3.1 Розрахунок продуктивності печей для випікання булочок «Дієтичні» та булочок з пажитником

При виборі хлібопекарських печей враховували потужність і структуру хлібопекарського підприємства та асортимент виробів, що випускається. В умовах підприємства малої потужності при дрібносерійному виробництві здебільшого застосовують шафові печі.

В даній роботі пропонуємо встановити три ротаційні печі LIDER 250. Одну для випікання булочок «Дієтичні» та дві для булочок з пажитником. Для

розрахунку продуктивності печей за годину, враховуємо кількість листів розташованих на візку печі, розміри листів, масу виробів, проміжок між виробами на листах та тривалість випікання.

На візку 16 листів розміром 800 x 1000 мм. Проміжок між виробами 20 – 40 мм.

Продуктивність однієї печі за годину розраховуємо користуючись формулою 1:

$$P_{год} = \frac{N_{л}^в \cdot N_{д}^л \cdot n_{ш}^л \cdot g_v \cdot 60}{\tau_{вип} + 5}, \quad (1)$$

де: $N_{л}^в$ - кількість листів на візку шафової печі, шт;

$N_{д}^л$ - кількість виробів по довжині листа, шт;

$n_{ш}^л$ - кількість виробів по ширині листа, шт;

g_v - стандартна маса виробу, кг;

$\tau_{вип}$ - тривалість випікання, хв;

5 – час, необхідний для завантаження візка у шафову піч і вивантаження його з печі, хв.

Кількість виробів по ширині листа розраховуємо наступним чином:

$$n_{ш}^л = \frac{B - a}{d + a}, \quad (2)$$

де: B, d – ширина, відповідно листа та розмір виробу, мм;

a – проміжок між виробами, мм.

Кількість виробів по довжині листа:

$$N_{д}^л = \frac{L - a}{d + a}, \quad (3)$$

де: L, d – довжина листа та розмір виробу відповідно

Розрахунок продуктивності печі для випікання булочок «Дієтичні»

Маса виробу 0,1 кг. Тривалість випікання тістових заготовок 15 хв. Проміжок між виробами приймають 25 мм.

Визначаємо кількість виробів по ширині листа:

$$n_{ш}^л = \frac{800 - 25}{80 + 25} = 7,38, \text{ приймаємо } 7 \text{ шт}$$

Кількість виробів по довжині листа:

$$N_{\partial}^{\text{л}} = \frac{1000 - 25}{80 + 25} = 9,29, \text{ приймаємо } 9 \text{ шт}$$

$$P_{\text{год}} = \frac{16 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 0,1 \cdot 60}{15 + 5} = 302,4 \text{ кг}$$

Добова продуктивність печі:

$$P_{\text{доб}} = 302,4 \cdot 16 = 4838,4 \text{ кг}$$

Розрахунок продуктивності печі для випікання булочок з пажитником

Маса виробу 0,1 кг. Тривалість випікання тістових заготовок 20 хв.
Проміжок між виробами приймаємо 30 мм.

Визначаємо кількість виробів по ширині:

$$n_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{800 - 30}{80 + 30} = 7,0 \text{ шт}$$

Кількість виробів по довжині:

$$N_{\partial}^{\text{л}} = \frac{1000 - 30}{100 + 30} = 7,46 \text{ приймаємо } 7 \text{ шт}$$

Продуктивність однієї печі:

$$P_{\text{год}} = \frac{16 \cdot 7 \cdot 7 \cdot 0,1 \cdot 60}{20 + 5} = 188,16 \text{ кг}$$

Годинна продуктивність двох печей:

$$P_{\text{год}} = 188,16 \cdot 2 = 376,32 \text{ кг}$$

Добова продуктивність печі:

$$P_{\text{доб}} = 376,32 \cdot 16 = 6021,12 \text{ кг}$$

3.3.2 Розрахунок пофазної рецептури приготування тіста для булочок

Вихідними даними для розрахунку рецептури за фазами технологічного процесу є уніфікована рецептура на 100 кг борошна.

Залежно від масової частки вологи в готовому виробі W_{ϕ} , розраховуємо масову частку вологи в тісті W_m , % :

$$W_m = W_x + n \quad (4)$$

де: n – різниця між початковою масовою часткою вологи тіста і масовою часткою вологи у м'якушці готового виробу

Булочки «Дієтичні»

Вологість виробу, $W_{\phi} = 39,0$ %. Вага булочки 0,1 кг $n = 0,5$ %

$$W_m = 39,0 + 0,5 = 39,5 \%$$

Тісто готують безопарним способом на пресованих дріжджах. Для визначення сухих речовин у тісті складаємо таблицю

Булочки з пажитником

Вологість виробу, $W_x = 41,0$ %. Вага булочки 0,1 кг $n = 0,5$ %

$$W_m = 41,0 + 0,5 = 41,5 \%$$

Таблиця 3.2 – Маса сухих речовин у тісті для булочок «Дієтичні»

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Вміст сухих речовин, кг
Борошно пшеничне першого сорту, кг	100,0	14,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	2,0	75,0	0,5
Сіль кухонна харчова	1,2	-	1,2
Сорбіт	5,0	5,0	4,75
Молоко незбиране	15,0	88,73	1,69
Олія соняшникова рафінована	6,0	0,1	5,99
Разом	129,2		99,63

Вихід тіста, кг:

$$G_m = \frac{\sum G_{cp}^{sup} \cdot 100}{100 - W_m} \quad (5)$$

$$G_m = \frac{99,63 \cdot 100}{100 - 39,5} = 164,68 \text{ кг}$$

Загальна маса води в тісті G_{θ} , кг:

$$G_{\theta} = G_m - \sum G_{cup} \quad (6)$$

$$G_{\theta} = 164,68 - 129,2 = 35,48 \text{ кг}$$

Маса розчину солі $G_{p.c}$:

$$G_{p.c} = \frac{G_c \cdot 100}{C_c} \quad (7)$$

де: C_c - концентрація солі, кг у 100 кг розчину:

$$G_{p.c} = \frac{1,2 \cdot 100}{26} = 4,62 \text{ кг}$$

Маса води, що вноситься з розчином солі:

$$G_{\theta}^{p.c} = G_{p.c} - G_c \quad (8)$$

$$G_{\theta}^{p.c} = 4,62 - 1,2 = 3,42 \text{ кг}$$

Маса розчину сорбіту: густина розчину сорбіту $1,289 \text{ г/см}^3$ – концентрація 60 % :

$$G_{p.corb} = \frac{5,0 \cdot 100}{60} = 8,33 \text{ кг}$$

Маса води, внесеної з розчином сорбіту:

$$G_{\theta}^{p.corb} = 8,33 - 5,0 = 3,33 \text{ кг}$$

Пресовані дріжджі вносять у тісто у вигляді дріжджової суспензії. Співвідношення дріжджів і води 1:3.

$$G_{\theta p.c} = G_{\theta p} + G_{\theta p} \cdot 3 \quad (9)$$

де: $G_{\theta p}$ - маса дріжджів, кг

$$G_{\theta p.c} = 2,0 + 2,0 \cdot 3 = 8,0 \text{ кг}$$

Маса води в дріжджовій суспензії:

$$G_{\theta}^{\theta p.c} = 8,0 - 2,0 = 6,0 \text{ кг}$$

Вода, що дозується на замішування тіста:

$$G_{\theta}^{1m} = G_{\theta} - G_{\theta}^{p.c} - G_d^{p.c} - G_{\theta}^{\theta p.c} \quad (11)$$

$$G_{\theta}^{1m} = 35,48 - 3,42 - 3,33 - 6,0 = 22,73 \text{ кг}$$

Результати розрахунку рецептури приготування тіста для булок «дієтичні» зводимо в таблицю

Таблиця 3.3 – Пофазна рецептура приготування тіста для булочок «Дієтичні»

Сировина	Маса, кг	Тісто, кг
Борошно пшеничне першого сорту	100	100
Дріжджова суспензія	8,0	8,0
Розчин солі	4,62	4,62
Розчин сорбіту	8,33	8,33
Молоко незбиране	15,0	15,0
Олія соняшникова рафінована	6,0	6,0
Вода	22,73	22,73
Разом	164,68	164,68

Булочки з пажитником

Тісто готують двофазним способом на традиційній густій опарі. Маса борошна в опарі 50 %

Цукор білий 5,0 кг заміняємо за сухими речовинами глюкозно-фруктозним сиропом за формулою:

$$G_{\text{гфс}} = (G_{\text{ц}} \cdot C_1) / C_2, \quad (12)$$

де: C_1 і C_2 сухі речовини цукру – 99,85 % і ГФС - 71,0%.

Глюкозно-фруктозного сиропу необхідно взяти 7,03 кг на 100 кг борошна

Таблиця 3.4 – Маса сухих речовин у тісті для булочки з пажитником

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Вміст сухих речовин, кг
Борошно пшеничне другого сорт, кг	100,0	14,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	1,0	75,0	0,25
Сіль кухонна харчова	1,5	-	1,5
Глюкозно-фруктозний сироп	7,03	29,0	4,99
Маргарин столовий	1,25	16,5	1,04
Олія соняшникова рафінована	1,0	0,1	1,0
Яйця курячі	0,8	73,0	0,22
Пажитник	0,26	8,0	0,24
Разом	112,84		94,74

Вихід тіста, кг:

$$G_m = \frac{\sum G_{cp}^{cup} \cdot 100}{100 - W_m} \quad (13)$$

$$G_m = \frac{94,74 \cdot 100}{100 - 41,5} = 161,95 \text{ кг}$$

Загальна маса води в тісті G_θ , кг:

$$G_\theta = G_m - \sum G_{cup} \quad (14)$$

$$G_\theta = 161,95 - 112,84 = 49,11 \text{ кг.}$$

Маса розчину солі $G_{p.c}$:

$$G_{p.c} = \frac{G_c \cdot 100}{C_c} \quad (15)$$

де: C_c - концентрація солі, кг у 100 кг розчину.

Згідно з завданням густина розчину солі $1,2 \text{ г/см}^3$ – концентрація 26 %

$$G_{p.c} = \frac{1,5 \cdot 100}{26} = 5,77 \text{ кг}$$

Маса води, що вноситься з розчином солі:

$$G_{\epsilon}^{p.c} = G_{p.c} - G_c \quad (16)$$

$$G_{\epsilon}^{p.c} = 5,77 - 1,5 = 4,27 \text{ кг}$$

Маса борошна в опарі становить 50,0 % від загальної маси всього борошна в тісті:

$$G_{\epsilon}^o = \frac{100 \cdot 45}{100} = 50,0 \text{ кг}$$

Масу опари визначаємо, виходячи з маси сухих речовин в опарі

Таблиця 3.5 – Маса сухих речовин в опарі

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

Вихід опари обчислюємо за формулою:

$$G_0 = \frac{\sum G_{cp}^o \cdot 100}{100 - W_o} \quad (17)$$

$$G_0 = \frac{43,0 \cdot 100}{100 - 47} = 81,13 \text{ кг}$$

Маса води в опарі:

$$G_{\text{во}} = 81,13 - 51,0 = 30,13 \text{ кг}$$

Маса дріжджової суспензії, кг:

$$G_{\text{дрс}} = 1,0 + 1,0 \cdot 3 = 4,0 \text{ кг}$$

Маса води у дріжджовій суспензії:

$$G_{\text{вдр.с}} = 4,0 - 1,0 = 3,0 \text{ кг}$$

Маса води, що вноситься в опару, за винятком води дріжджової суспензії:

$$G_{в.о} = 30,13 - 3,0 = 27,13 \text{ кг}$$

Маса води, яку треба ще внести в тісто:

$$G_{в.т} = 49,11 - 4,27 - 3 - 27,13 = 14,71 \text{ кг}$$

Маса борошна для приготування тіста:

$$G_{бр} = 100 - 50 = 50 \text{ кг}$$

Таблиця 3.6 – Зведені дані пофазної рецептури приготування тіста для булочки з пажитником

Сировина, напівфабрикати	Всього	Опара	Тісто
Борошно пшеничне другого сорту	100,00	50,0	50,0
Дріжджова суспензія	4,0	4,0	-
Розчин солі	5,77	-	5,77
Вода	41,84	27,13	14,71
Глюкозно-фруктозний сироп	7,03	-	7,03
Олія соняшникова рафінована	1,0	-	1,0
Маргарин столовий	1,25	-	1,25
Яйця курячі	0,8		0,8
Пажитник	0,26		0,26
Опара	-		81,13
Разом	161,95	81,13	161,95

3.3.3 Розрахунок передбачуваного виходу виробів

Передбачуваний вихід готової продукції розраховується для кожного найменування виробу з метою перевірки відповідності фактично отриманого виходу виробів плановому. Вихідними даними для розрахунку є вихід тіста, технологічні втрати та затрати за стадіями виготовлення виробу:

$$B_x = G_m - (B_{\bar{o}} + B_m + 3_{\bar{op}} + 3_{обр} + 3_{yn} + 3_{укл} + 3_{ус} + B_{кр} + B_{шт} + B_{бр}), \quad (18)$$

Маса тіста із 100 кг борошна:

$$G_m = \frac{G_{cup}(100 - W_{cup})}{(100 - W_m)}, \quad (19)$$

де: W_{cup} , % - середньозважена вологість сировини

Булочки «Дієтичні»

Середньозважена вологість сировини W_{cup} , %:

$$W_{cup} = \frac{G_{\bar{o}} \cdot W_{\bar{o}} + G_{dp} \cdot W_{dp} + G_c \cdot W_c + G_{corb} \cdot W_{corb} + G_m \cdot W_m + G_o \cdot W_o}{G_{\bar{o}} + G_{dp} + G_c + G_{corb} + G_m + G_o}, \quad \% \quad (20)$$

де: $W_{\bar{o}}$, W_{dp} , W_c , W_{corb} , W_m , W_o - вологість борошна, дріжджів, солі, сорбіту, молока незбираного, олії соняшникової рафінованої, %.

$$W_c = \frac{100 \cdot 14,5 + 2,0 \cdot 75 + 1,2 \cdot 0 + 5 \cdot 5,0 + 15,0 \cdot 88,73 + 6 \cdot 0,1}{100 + 2,0 + 1,2 + 5,0 + 15,0 + 6} = 22,884 \%$$

Маса тіста із 100 кг борошна:

$$G_m = \frac{129,2 \cdot (100 - 22,884)}{(100 - 39,5)} = 164,68 \text{ кг}$$

Втрати борошна до замішування тіста $B_{\bar{o}}$, кг:

$$B_{\bar{o}} = \frac{g_{\bar{o}}(100 - W_{\bar{o}})}{100 - W_m} \quad (21)$$

$$B_{\bar{o}} = \frac{0,03(100 - 14,5)}{100 - 39,5} = 0,04 \text{ кг}$$

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, B_t , кг:

$$B_m = \frac{g_m(100 - W_{cp^i})}{100 - W_m}, \quad (22)$$

де: W_{cp^i} — вологість відходів знаходиться в межах 30 -36, %.

$$W_{cp^i} = 32 \quad \% \quad (23)$$

$$B_m = \frac{0,04(100 - 32)}{100 - 39,5} = 0,05 \text{ кг}$$

Затрати при бродінні напівфабрикатів $З_{бр}$, кг:

$$З_{бр} = \frac{C_{сyx} \cdot 0,95(G_{суп} - g_{обр})(100 - W_{ср})}{1,96 \cdot 100(100 - W_m)} \quad (24)$$

$$З_{бр} = \frac{0,95 \cdot 2,5 \cdot (129,2 - 0,8) \cdot (100 - 22,884)}{1,96 \cdot 100(100 - 39,5)} = 1,98 \text{ кг}$$

Затрати на оброблення тіста $З_{обр}$, кг:

$$З_{обр} = \frac{g_{обр}(W_m - W_{\delta})}{100 - W_m} \quad (25)$$

$$З_{обр} = \frac{0,8(39,5 - 14,5)}{100 - 39,5} = 0,33 \text{ кг}$$

Затрати від упікання:

$$З_{yn} = \frac{g_{yn}[G_m - (B_{\delta} + B_m + З_{бр} + З_{обр})]}{100} \quad (26)$$

$$З_{yn} = \frac{11,5 \cdot [164,68 - (0,04 + 0,05 + 1,98 + 0,33)]}{100} = 18,66 \text{ кг}$$

Витрати під час укладання гарячого хліба :

$$З_{укл} = \frac{g_{укл}[G_m - (B_{\delta} + B_m + З_{бр} + З_{обр} + З_{yn})]}{100} \quad (27):$$

$$З_{укл} = \frac{0,7 \cdot [164,68 - (0,04 + 0,05 + 1,98 + 0,33 + 18,66)]}{100} = 1,01 \text{ кг}$$

Витрати від усихання хліба:

$$З_{ус} = \frac{g_{ус}[G_m - (B_{\delta} + B_m + З_{бр} + З_{обр} + З_{yn} + З_{укл})]}{100} \quad (28)$$

$$З_{ус} = \frac{3,5 \cdot [164,68 - (0,04 + 0,05 + 1,98 + 0,33 + 18,66 + 1,01)]}{100} = 4,99 \text{ кг}$$

Втрати з крихтами і ломом визначаємо за формулою:

$$B_{кр} = \frac{g_{кр}[G_m - (B_{\delta} + B_m + З_{бр} + З_{обр} + З_{yn} + З_{укл} + З_{ус} + B_{шт})]}{100} \quad (29)$$

$$g_{кр.хл} = \frac{0,03 \cdot 100}{135,0} = 0,022 \text{ кг}$$

$$B_{кр} = \frac{0,022 \cdot [164,68 - (0,04 + 0,05 + 1,98 + 0,33 + 18,66 + 1,01 + 4,99)]}{100} = 0,03 \text{ кг}$$

Втрати за рахунок неточної маси штучних виробів визначаємо за формулою:

$$B_{шт} = \frac{g_{шт} [G_m - (B_{\delta} + B_m + 3_{\delta p} + 3_{обp} + 3_{yn} + 3_{укл} + 3_{yc})]}{100} \quad (30)$$

$$B_{шт} = \frac{0,5 \cdot [164,68 - (0,04 + 0,05 + 1,98 + 0,33 + 18,66 + 1,01 + 4,99 + 0,03)]}{100} = 0,69 \text{ кг}$$

Втрати від переробки браку визначаємо за формулами:

$$B_{\delta p} = \frac{g_{\delta p.кр} [G_m - (B_{\delta} + B_m + 3_{\delta p} + 3_{обp} + 3_{yn} + 3_{укл} + 3_{yc} + B_{шт} + B_{кр})]}{100} \quad (31)$$

$$B_{\delta p} = \frac{0,022 \cdot [164,68 - (0,04 + 0,05 + 1,98 + 0,33 + 18,66 + 1,01 + 4,99 + 0,03 + 0,69)]}{100} = 0,03\%.$$

Тоді розрахунковий вихід хліба:

$$B_x = G_m - (B_{\delta} + B_m + 3_{\delta p} + 3_{обp} + 3_{yn} + 3_{укл} + 3_{yc} + B_{шт} + B_{кр} + B_{\delta p}) \quad (32)$$

$$B_x = 164,68 - (0,04 + 0,05 + 1,98 + 0,33 + 18,66 + 1,01 + 4,99 + 0,03 + 0,69 + 0,03) = 136,87 \%$$

Плановий вихід – 135,0 %.

Булочки з пажитником

Середньозважена вологість сировини $W_{сир}$, %:

$$W_c = \frac{G_{\delta} \cdot W_{\delta} + G_{\delta p} \cdot W_{\delta p} + G_c \cdot W_c + G_{зфс} \cdot W_{зфс} + G_m \cdot W_m + G_{ол} \cdot W_{ол} + G_{я} \cdot W_{я} + G_n \cdot W_n}{G_{\delta} + G_{\delta p} + G_c + G_{зфс} + G_m + G_{о_я} + G_{я} + G_n}, \% \quad (33)$$

де: W_{δ} , $W_{\delta p}$, W_c , $W_{зфс}$, W_m , $W_{ол}$, $W_{я}$, W_n - вологість борошна, дріжджів, солі, глюкозно-фруктозного сиропу, маргарину, олії соняшникової рафінованої, яєць курячих, пажитника, %.

$$W_c = \frac{100 \cdot 14,5 + 1,0 \cdot 75 + 1,5 \cdot 0 + 7,03 \cdot 29,0 + 1,25 \cdot 16,5 + 1 \cdot 0,1 + 0,8 \cdot 73 + 0,26 \cdot 8}{100 + 1,0 + 1,5 + 7,03 + 1,25 + 1 + 0,8 + 0,26} = 16,04 \%$$

Маса тіста:

$$G_m = \frac{112,84 \cdot (100 - 16,04)}{(100 - 41,5)} = 161,95 \text{ кг}$$

Втрати борошна до замішування тіста:

$$B_{\sigma} = \frac{0,04(100-14,5)}{100-41,5} = 0,06 \text{ кг}$$

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання:

$$W_{cp'} = 33 \%$$

$$B_m = \frac{0,03(100-33)}{100-41,5} = 0,03 \text{ кг}$$

Затрати при бродінні напівфабрикатів $З_{бр}$, кг:

$$З_{бр} = \frac{3,3 \cdot 0,95 \cdot (112,84 - 0,9) \cdot (100 - 16,04)}{1,96 \cdot 100(100 - 41,5)} = 2,57 \text{ кг}$$

Затрати на оброблення тіста $З_{обр}$, кг:

$$З_{обр} = \frac{0,9(41,5 - 14,5)}{100 - 41,5} = 0,42 \text{ кг.}$$

Затрати від упікання $З_{уп}$, кг:

$$З_{уп} = \frac{11,7 \cdot [161,95 - (0,06 + 0,03 + 2,57 + 0,42)]}{100} = 18,59 \text{ кг}$$

Витрати під час укладання гарячого хліба визначаємо за формулою

$$З_{укл} = \frac{0,6 \cdot [161,95 - (0,06 + 0,03 + 2,57 + 0,42 + 18,59)]}{100} = 0,84 \text{ кг}$$

Витрати від усихання хліба:

$$З_{ус} = \frac{3,5 \cdot [161,95 - (0,06 + 0,03 + 2,57 + 0,42 + 18,59 + 0,84)]}{100} = 4,88 \text{ кг}$$

Втрати з крихтами і ломом визначаємо за формулою:

$$g_{кр.хл} = \frac{0,03 \cdot 100}{130,0} = 0,023 \text{ кг}$$

$$B_{кр} = \frac{0,023 \cdot [161,95 - (0,06 + 0,03 + 2,57 + 0,42 + 18,59 + 0,84 + 4,88)]}{100} = 0,03 \text{ кг}$$

Втрати за рахунок неточної маси штучних виробів визначаємо за формулою:

$$B_{um} = \frac{0,5 \cdot [161,95 - (0,06 + 0,03 + 2,57 + 0,42 + 18,59 + 0,84 + 4,88 + 0,03)]}{100} = 0,67 \text{ кг}$$

Втрати від переробки браку визначаємо за формулами:

$$B_{br} = \frac{0,022 \cdot [161,95 - (0,06 + 0,03 + 2,57 + 0,42 + 18,59 + 0,84 + 4,88 + 0,03 + 0,67)]}{100} = 0,03\%.$$

Тоді розрахунковий вихід:

$$B_B = 161,95 - (0,06 + 0,03 + 2,57 + 0,42 + 18,59 + 0,84 + 4,88 + 0,03 + 0,67 + 0,03) = 133,83\%.$$

Плановий вихід – 132,0 %.

Розрахунок виробничої рецептури для булочок «Дістичні»

Розрахунок виробничої рецептури для булочок:

$$K = \frac{G_{\delta}^{\partial}}{100} \quad (34)$$

$$G_{\delta}^{\partial} = \frac{g_{\delta} \cdot V_{\partial}}{100} \quad (35)$$

де: g_{δ} – маса пшеничного борошна, завантаженого на 100 дм^3 геометричного об'єму діжі;

V_{∂} – геометричний об'єм діжі.

g_{δ} - маса пшеничного борошна першого сорту, завантаженого на 100 дм^3 геометричного об'єму діжі – 35 кг;

V_{∂} – геометричний об'єм діжі – 300 дм^3

$$G_{\delta}^{\partial} = \frac{35 \cdot 300}{100} = 105,0 \text{ кг}$$

$$K_{\partial i j k} = \frac{105,0}{100} = 1,05$$

3.3.4 Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів

Таблиця 3.7 - Виробнича рецептура приготування тіста

Сировина і напівфабрикати	Фаза технологічного процесу
	Тісто
	на один заміс, кг
Борошно пшеничне першого сорту	105,0
Дріжджова суспензія	8,4
Розчин солі	4,85
Розчин сорбіту	8,75
Молоко незбиране	15,75
Олія соняшникова рафінована	6,3
Вода	23,86
Разом	172,91

Температура води:

$$t_{\delta} = t_m + \frac{G_{\delta} \cdot C_{\delta} (t_m - t_{\delta})}{G_{\epsilon} \cdot C_{\epsilon}} + K, \quad (36)$$

де: t_m , t_{δ} - відповідно температура тіста і борошна, -30°C ; 20°C ;

C_{δ} , C_{ϵ} - теплоємність борошна, води, $\text{кДж/кг}\cdot\text{K}$;

K - поправка, яка залежить від пори року.

$$t_{\delta} = 30 + \frac{100 \cdot 1,8(30 - 20)}{22,73 \cdot 4,2} + 1 = 50,0^{\circ}\text{C}$$

Розраховуємо величину маси шматків тіста:

$$n_{шм}^m = \frac{G_{хл} \cdot 100 \cdot 100}{(100 - G_{yn})(100 - G_{yc})}, \quad (37)$$

де: $G_{хл}$ - маса готового виробу, кг ;

G_{yn} – упікання, %;

G_{yc} – усихання, %.

$$n_{um}^m = \frac{0,1 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 11,5)(100 - 3,5)} = 0,12 \text{ кг}$$

Розрахунок виробничої рецептури для булочок з пажитником

Маса пшеничного борошна другого сорту, завантаженого на 100 дм³ геометричного об'єму діжі – 37,5 кг; геометричний об'єм діжі – 330 дм³

$$G_o^o = \frac{37,5 \cdot 330}{100} = 123,75 \text{ кг}$$

$$K_{oijc} = \frac{123,75}{100} = 1,24$$

Таблиця 3.8 – Виробнича рецептура приготування тіста

Сировина і напівфабрикати	Фази технологічного процесу	
	Опара	Тісто
	на один заміс, кг	
Борошно пшеничне другого сорту	62,0	62,0
Дріжджова суспензія	4,96	-
Розчин солі	-	7,16
Вода	33,64	18,24
Глюкозно-фруктозний сироп	-	8,72
Олія соняшникова рафінована	-	1,24
Маргарин столовий	-	1,55
Яйця курячі	-	0,99
Пажитник	-	0,32
Опара	-	100,6
Разом	100,6	200,82

$$C_{нф} = \frac{47 + (100 - 47)1,8}{100} = 1,424 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

Температура води для замішування тіста з використанням опари:

$$t_{\epsilon} = t_m + \frac{G_{\bar{o}} \cdot C_{\bar{o}} (t_m - t_{\bar{o}})}{G_{\epsilon} \cdot C_{\epsilon}} + \frac{G_{нф} \cdot C_{нф} (t_m - t_{нф})}{G_{\epsilon}^{нф} \cdot C_{\epsilon}} + n, \quad (38)$$

де: t_m $t_{нф}$, $t_{\bar{o}}$ - відповідно температура тіста, опари і борошна, -30°C ; 28°C ; 20°C ;

$C_{\bar{o}}$, C_{ϵ} - теплоємність борошна, води, кДж/кг·К;

n - поправка, яка залежить від пори року.

$$t_{\epsilon}^T = 30 + \frac{50 \cdot 1,8(30 - 20)}{14,71 \cdot 4,2} + \frac{81,13 \cdot 1,424(30 - 28)}{27,13 \cdot 4,2} + 2 = 48,6^{\circ}\text{C}$$

Розраховуємо величину маси шматків тіста:

$$n_{ш.м}^m = \frac{0,1 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 11,7)(100 - 3,5)} = 0,12 \text{ кг}$$

3.3.5 Розрахунок витрат сировини та площ складських приміщень для зберігання і підготовка сировини до виробництва

Для розрахунку площ складських приміщень необхідно визначити добові витрати кожного виду сировини та запас сировини на нормативний термін зберігання.

Витрати борошна за годину:

$$G_{\bar{o}}^{год} = \frac{P_{год} \cdot 100}{B_x} \text{ кг/год} \quad (39)$$

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

B_x – плановий вихід хліба.

Добові витрати сировини для булочок «Дієтичні»

$$G_{\bar{o}}^{год} = \frac{302,4 \cdot 100}{135} = 224,0 \text{ кг/год}$$

Добові витрата борошна, кг/доб, складає:

$$G_{\bar{o}}^{доб} = G_{\bar{o}}^{год} \cdot 16 \quad (40)$$

$$G_{\delta}^{\partial\partial\partial} = 224,0 \cdot 16 = 3584,0 \text{ кг/Доб}$$

Добові витрати солі:

$$q_c = \frac{3584,0 \cdot 1,2}{100} = 43,0 \text{ кг}$$

Добові витрати дріжджів:

$$q_{dp} = \frac{3584,0 \cdot 2,0}{100} = 71,68 \text{ кг}$$

Добові витрати сорбіту:

$$q_{сopб} = \frac{3584,0 \cdot 5,0}{100} = 179,2 \text{ кг}$$

Добові витрати молока незбираного:

$$q_{мол} = \frac{3584,0 \cdot 15,0}{100} = 537,6 \text{ кг}$$

Добові витрати олії соняшникової рафінованої:

$$q_{ол} = \frac{3584,0 \cdot 6,0}{100} = 215,0 \text{ кг}$$

Добові витрати сировини для булочок з пажитником

$$G_{\delta}^{zod} = \frac{376,32 \cdot 100}{132} = 285,1 \text{ кг/ГОД}$$

Добові витрата борошна, кг/доб, складає:

$$G_{\delta}^{\partial\partial\partial} = G_{\delta}^{zod} \cdot 16 \tag{41}$$

$$G_{\delta}^{\partial\partial\partial} = 285,1 \cdot 16 = 4561,6 \text{ кг/Доб}$$

Добові витрати солі:

$$q_c = \frac{4561,6 \cdot 1,5}{100} = 68,4 \text{ кг}$$

Добові витрати дріжджів:

$$q_{dp} = \frac{4561,6 \cdot 1,0}{100} = 45,62 \text{ кг}$$

Добові витрати ГФС:

$$q_{\text{гфс}} = \frac{4561,6 \cdot 7,03}{100} = 320,68 \text{ кг}$$

Добові витрати маргарину:

$$q_{\text{марг}} = \frac{4561,6 \cdot 1,25}{100} = 57,0 \text{ кг}$$

Добові витрати олії соняшникової рафінованої:

$$q_{\text{ол}} = \frac{4561,6 \cdot 1,0}{100} = 45,62 \text{ кг}$$

Добові витрати яєць курячих:

$$q_{\text{я}} = \frac{4561,6 \cdot 0,8}{100} = 36,5 \text{ кг}$$

Добові витрати пажитника:

$$q_n = \frac{4561,6 \cdot 0,26}{100} = 11,86 \text{ кг}$$

Площа складського приміщення для тарного зберігання сировини

F_c , м² розраховуємо за формулою:

$$F_c = \frac{G_{\text{доб.}}}{q} \cdot \tau \mu, \quad (42)$$

де: τ – норма запасу сировини, діб;

q – норма навантаження на 1м² підлоги, т/м²

μ - коефіцієнт, що враховує проходи - 1,85 для борошна, 1,5 для іншої сировини.

Борошно пшеничне першого сорту:

$$F_{\text{б.Іс}} = \frac{3,584 \cdot 7}{1,0} \cdot 1,85 = 46,4 \text{ м}^2$$

Борошно пшеничне другого сорту:

$$F_{\text{б.ІІс}} = \frac{4,562 \cdot 7}{1,0} \cdot 1,85 = 59,1 \text{ м}^2$$

Для дріжджів:

$$F_{др} = \frac{0,118 \cdot 3}{0,54} \cdot 1,5 = 0,98 \text{ м}^2$$

Для солі:

$$F_c = \frac{0,111 \cdot 15}{0,8} \cdot 1,5 = 3,12 \text{ м}^2$$

Для сорбіту:

$$F_{сorb} = \frac{0,179 \cdot 5}{0,54} \cdot 1,5 = 2,5 \text{ м}^2$$

Для ГФС:

$$F_{зфс} = \frac{0,321 \cdot 5}{0,6} \cdot 1,5 = 4,0 \text{ м}^2$$

Для молока незбираного:

$$F_{мол} = \frac{0,5376 \cdot 1}{0,4} \cdot 1,5 = 2,0 \text{ м}^2$$

Для олії соняшникової рафінованої:

$$F_{ол} = \frac{0,261 \cdot 15}{0,66} \cdot 1,5 = 8,9 \text{ м}^2$$

Для маргарину столового:

$$F_{марг} = \frac{0,057 \cdot 5}{0,4} \cdot 1,5 = 1,07 \text{ м}^2$$

Для яєць курячих:

$$F_{я} = \frac{0,037 \cdot 5}{0,3} \cdot 1,5 = 0,92 \text{ м}^2$$

Для пажитника:

$$F_n = \frac{0,012 \cdot 15}{0,54} \cdot 1,5 = 0,5 \text{ м}^2$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 3.9.

Таблиця 3.9 – Запас сировини

Сировина	Добові витрати сировини	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання	Необхідний запас сировини	Навантаження на 1 м ² площі	Необхідна площа
Борошно першого сорту	3,584	Тарний у мішках	7	25,09	1,0	46,4
Борошно другого сорту	4,562	Тарний у мішках	7	31,93	1,0	59,1
Дріжджі пресовані	0,118	Тарний у ящиках	3	0,354	0,54	0,98
Сіль кухонна харчова	0,111	Тарний у мішках	15	1,665	0,8	3,12
Сорбіт	0,179	Тарний у мішках	5	0,895	0,54	2,5
ГФС	0,321	У ємностях із нержавіючої сталі	5	1,61	0,6	4,0
Молоко незбиране	0,5376	У бідонах	1	0,5376	0,4	2,0
Олія соняшникова рафінована	0,261	У бочках	15	3,915	0,66	8,9
Маргарин столовий	0,057	У ящиках	5	0,285	0,4	1,07
Яйця курячі	0,037	У ящиках	5	0,185	0,3	0,92
Пажитник	0,012	У герметично закритій тарі	15	0,18	0,54	0,5

3.3.6 Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Баки для зберігання сировини у рідкому стані

Для замісу тіста сіль дають у вигляді розчину у воді, що сприяє рівномірному розподілу у всій масі тіста. У виробництво сольовий розчин подають очищеним від сторонніх механічних домішок. Для цього його фільтрують і відстоюють.

Кількість і розміри ємкостей для зберігання розчинів солі та сорбіту залежить від їх добових витрат.

Об'єм ємкостей для зберігання сольового і сорбітового розчинів протягом 2 діб:

$$V = \frac{G_{доб} \cdot \tau \cdot 100 \cdot K}{c \cdot \rho}, \quad (43)$$

де: $G_{доб}$ – витрати солі, сорбіту за добу т; τ – норма запасу сировини, діб;

K – коефіцієнт збільшення об'єму ємкості ($K = 1,2$);

c – концентрація розчину солі, сорбіту відповідно – 26%, 60 %;

ρ – густина розчину солі - 1,2; т/м³; ρ - розчину сорбіту – 1,289 т/м³

Об'єм ємкостей для сольового розчину:

$$V_{p.c} = \frac{0,111 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 1,2}{26 \cdot 1,2} = 0,85 \text{ м}^3$$

Для розчину сорбіту:

$$V_{сорб} = \frac{0,179 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 1,2}{60 \cdot 1,289} = 0,55 \text{ м}^3$$

Отже, для зберігання сольового розчину необхідно мати ємкостей загальним об'ємом 0,85 м³, для розчину сорбіту – 0,55 м³

Для кожного виду сировини підбирають типові стандартні місткості. Їх кількість визначають за формулою:

$$N_{міст} = \frac{V}{V_{міст}}, \quad (44)$$

де: V – потрібний об'єм місткості для зберігання рідкої сировини;

$V_{міст}$ - об'єм стандартної місткості, м³.

Просіювачі борошна

Підготовка борошна до виробництва полягає у його просіюванні для того, щоб запобігти потраплянню сторонніх домішок у тісто, а також в процесі просіювання борошна відбувається його рихлення та аерація, що сприяє кращому поглинанню вологи при замісі, поліпшуються умови бродіння тіста та позитивно впливає на вихід і якість виробів. На хлібопекарнях здебільшого

застосовують просіювачі з барабанними ситами.

Для просіювання пшеничного борошна першого сорту та борошна другого сорту з тарним способом його зберігання використовують малогабаритний просіювач А2-ХПГ продуктивністю 0,50 т/год, який працює в режимі періодичної дії.

На приготування тіста для булочок «Дієтичні» витрати пшеничного борошна першого сорту за годину становить 0,224 т.

На приготування тіста для булочок з пажитником витрати пшеничного борошна другого сорту за годину становить 0,285 т.

Визначаємо необхідну щогодинну тривалість роботи просіювача:

$$\tau = \frac{60 \cdot G_{\delta}^{zod}}{P_{np}^{zod}} \quad (45)$$

Для просіювання борошна першого сорту:

$$\tau = \frac{60 \cdot 0,224}{0,5} = 26,9 \text{ хв.}$$

Другого сорту:

$$\tau = \frac{60 \cdot 0,285}{0,5} = 34,2 \text{ хв.}$$

Щоб забезпечити безперебійну роботу технологічної лінії, необхідно мати безпосередньо на виробництві не менш ніж двох годинного запасу борошна. Для цього визначаємо об'єм ємності для тимчасового його зберігання.

$$V_{\epsilon} = \frac{G_{\delta}^{zod} \cdot \tau}{\rho_{\delta}}, \quad (46)$$

де: G_{δ}^{zod} – витрати борошна за годину, т/год;

τ – запас борошна в ємності, год;

ρ_{δ} – об'ємна маса пшеничного борошна першого і другого сортів - 0,490 т/м³.

$$V_{I\epsilon} = \frac{0,224 \cdot 2}{0,490} = 0,9 \text{ м}^3$$

$$V_{II\epsilon} = \frac{0,285 \cdot 2}{0,490} = 1,2 \text{ м}^3$$

Отже, для тимчасового зберігання борошна першого сорту необхідна ємність $0,9 \text{ м}^3$, а для другого сорту – $1,2 \text{ м}^3$.

Розрахунок обладнання для замішування і бродіння напівфабрикатів у діжах

Проведення розрахунків передбачає визначення необхідної кількості тістомісильних машин і об'ємів ємкостей для дозрівання тіста.

Продуктивність тістомісильної машини періодичної дії:

$$P = \frac{60 \cdot g_{\text{нф}}}{\tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{доп}}} \quad (47)$$

де: $g_{\text{нф}}$ – маса напівфабрикату, замішуваного в діжі, кг (опари, тіста згідно виробничої рецептури);

$\tau_{\text{зам}}$ - тривалість замішування опари, хв; тіста, хв;

$\tau_{\text{доп}}$ – тривалість допоміжних операцій – 5 хв.

Для визначення кількості діж і ритм замішування напівфабрикатів розраховуємо максимальну масу борошна, що може бути завантажено в діжу:

$$G_{\text{б}}^{\text{д}} = \frac{V_{\text{д}} \cdot q}{100} \quad (48)$$

де: $V_{\text{д}}$ – об'єм діжі, дм^3 ;

q – норма завантаження пшеничного борошна на 100 дм^3 об'єму діжі, кг.

Обладнання приготування тіста безопарним способом у діжах для булочок «Дієтичні»

Продуктивність тістомісильної машини періодичної дії

$$P = \frac{60 \cdot g_{\text{нф}}}{\tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{доп}}} \quad (49)$$

де: $g_{\text{нф}}$ – маса напівфабрикату, замішуваного в діжі - $172,91 \text{ кг}$;

$\tau_{\text{зам}}$ - тривалість замішування, тіста - 2 хв;

$\tau_{\text{доп}}$ – тривалість допоміжних операцій – 5 хв.

$$P = \frac{60 \cdot 172,91}{2 + 5} = 1482,1 \text{ кг/год}$$

Визначаємо кількість діж і ритм замішування тіста G_{δ}^{∂} , кг,

$$G_{\delta}^{\partial} = \frac{300 \cdot 35}{100} = 105,0 \text{ кг}$$

Кількість діж $D_{год}$, шт, для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$D_{год} = \frac{G_{\delta}^{год}}{G_{\delta}^{\partial}} \quad (50)$$

Годинні витрати борошна розраховано в попередніх розділах, $G_{\delta}^{год}$, кг/год

$$G_{\delta}^{год} = 224,0 \text{ кг/год:}$$

$$D_{год}^m = \frac{224,0}{105,0} = 2,13 \text{ шт}$$

Ритм замішування

$$r = \frac{60}{D_{год}} \quad (51)$$

$$r_{\delta} = \frac{60}{2,13} = 28,2 \text{ хв.}$$

Максимально допустимий ритм приготування тіста 30 хв. Розрахунковий ритм не перевищує максимально допустимий. Отже, для приготування тіста необхідно 2,13 діжі на годину.

Зайнятість діж на замішування і бродіння тіста τ_{δ} хв:

$$\tau_{\delta} = \tau_{зам} + \tau_{бр} + \tau_{дод} \quad (52)$$

де: $\tau_{зам}$ – тривалість замішування - 2 хв.;

$\tau_{бр}$ - тривалість бродіння -150 хв;

$\tau_{дод}$ - тривалість додаткових операцій (завантаження, вивантаження), хв.

$$\tau_{\delta}^m = 2 + 150 + 5 = 157 \text{ хв. - тіста}$$

Кількість діж, необхідних для замішування та бродіння тіста, $D_{т}$, шт:

Для тіста:

$$D_m = \frac{157}{28,2} = 5,6 \text{ шт. приймаємо 6 діж.}$$

Зайнятість тістомісильної машини для приготування напівфабрикатів:

$$\tau_{тм.м} = \tau_{зам} + \tau_{об.м} + \tau_{зач} \quad (53)$$

$$\tau_{тм.м}^m = 2 + 4 + 3 = 9 \text{ хв}$$

Кількість тістомісильних машин

$$N_m = \frac{\tau_{тм.м}^m}{r} \quad (54)$$

Для тіста :

$$N_m^m = \frac{9}{28,2} = 0,32 \text{ шт приймаємо одну машину.}$$

Приймаємо тістомісильну машину періодичної дії марки SMK з підкатними діжами об'ємом 300 дм³ [20]. Продуктивність на пшеничному тісті - 2000 кг/год. При розрахунку -1482,1 кг/год. Тривалість замісу 120 с.

Розрахунок обладнання для замішування і бродіння напівфабрикатів у діжах для булочки з пажитником

Продуктивність тістомісильної машини

Маса напівфабрикатів, замішуваних в діжі, кг: опари 100,6 кг; тіста 200,82 кг; тривалість замішування опари – 6 хв, тіста – 6 хв, тривалість допоміжних операцій – 3 хв.

$$P_o = \frac{60 \cdot 100,6}{6 + 3} = 670,7 \text{ кг/год}$$

$$P_m = \frac{60 \cdot 200,82}{6 + 3} = 1115,7 \text{ кг/год}$$

Для визначення кількості діж і ритм замішування напівфабрикатів розраховуємо максимальну масу борошна, що може бути завантажено в діжу:

$$G_o^d = \frac{V_d \cdot q}{100} \quad (55)$$

де: V_d – об'єм діжі 330 дм³;

q – норма завантаження пшеничного борошна другого сорту на 100 дм^3 об'єму діжі, кг. Для тіста 37,5 кг; опари 30 кг.

$$G_{\delta}^{\partial} = \frac{330 \cdot 30}{100} = 99,0 \text{ кг для опари}$$

$$G_{\delta}^{\partial} = \frac{330 \cdot 37,5}{100} = 123,75 \text{ кг для тіста}$$

Кількість діж для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$D_{\text{год}} = \frac{G_{\delta}^{\text{год}}}{G_{\delta}^{\partial}} \quad (56)$$

Годинні витрати борошна розраховано в попередніх розділах, $G_{\delta}^{\text{год}}$, кг/год

$G_{\delta}^{\text{год}} = 285,1 \text{ кг/год}$; для опари 50,0 %.

$$D_{\text{год}}^o = \frac{142,55}{99,0} = 1,44 \text{ шт}$$

$$D_{\text{год}}^m = \frac{285,1}{123,75} = 2,3 \text{ шт}$$

Ритм замішування:

$$r = \frac{60}{D_{\text{год}}} \quad (57)$$

$$r_o = \frac{60}{1,44} = 41,7 \text{ хв}$$

$$r_m = \frac{60}{2,3} = 26,1 \text{ хв.}$$

Розрахунковий ритм не перевищує допустимого.

Отже, для приготування тіста необхідно 2,3 діжі на годину.

Зайнятість діж на замішування і бродіння опари, тіста τ_d хв.:

$$\tau_d = \tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{бр}} + \tau_{\text{дод}} \quad (58)$$

де: $\tau_{\text{зам}}$ – тривалість замішування 6 хв; $\tau_{\text{дод}}$ – тривалість додаткових операцій (завантаження, вивантаження) – 7 хв.

Тривалість бродіння тіста 70 хв. Опари - 150 хв.

$$\tau_d^o = 6 + 150 + 7 = 163 \text{ хв. -опари}$$

$$\tau_o^m = 6 + 70 + 7 = 83 \text{ хв. - тіста}$$

Кількість діж, необхідних для замішування та бродіння опари D_o і тіста D_t , шт:

Для опари:

$$D_o = \frac{163}{41,7} = 3,9 \text{ шт. приймаємо 4 діжі.}$$

Для тіста:

$$D_m = \frac{83}{26,1} = 3,2 \text{ шт. приймаємо 3 діжі}$$

Загальна кількість діж становить – 7 шт.

Зайнятість тістомісильної машини для приготування напівфабрикатів:

$$\tau_{т.м.м} = \tau_{зам} + \tau_{обм} + \tau_{зач} \quad (3.50)$$

$$\tau_{т.м.м}^o = 6 + 3 + 2 = 11 \text{ хв.}$$

$$\tau_{т.м.м}^m = 6 + 4 + 3 = 13 \text{ хв.}$$

Кількість тістомісильних машин

$$N_m = \frac{\tau_{т.м.м}}{r} \quad (59)$$

Для опари

$$N_m^o = \frac{11}{41,7} = 0,26 \text{ шт приймаємо одну машину;}$$

Для тіста

$$N_m^m = \frac{13}{26,10} = 0,5 \text{ шт приймаємо одну машину.}$$

Приймаємо дві тістомісильні машини періодичної дії виробництва SOTTORIVA SpA, Італія, марки DUAL з підкатними діжами/ [21]

Обладнання для поділу тіста

Після приготування тіста здійснюється його поділ на куски певної маси. Для ділення тіста на заготовки з похибкою, не більшою від $\pm 2,5 \%$ номінальної їх маси призначені тістоподільні машини.

Технологічний розрахунок полягає у визначенні кількості машин для поділу тіста

$$N = \frac{N_{mз} \cdot K}{P}, \quad (60)$$

де: P – продуктивність тістоподільника за технічною характеристикою, шматків за хвилину;

K - коефіцієнт запасу, який враховує зупинку тістоподільника і брак шматків;

$N_{mз}$ - кількість тістових заготовок, шт/хв.

Кількість тістових заготовок $N_{\partial.г}$, шт/хв, знаходимо за формулою:

$$N_{mз} = \frac{P_{год}}{60 \cdot g_г}, \quad (70)$$

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

$g_г$ – маса виробу, кг.

Розрахунок обладнання для поділу тіста для булочок «Дієтичні»

Згідно формули (70) розраховуємо хвилинну кількість тістових заготовок необхідних для забезпечення роботи печі:

$$N_{mз} = \frac{302,4}{60 \cdot 0,1} = 50,4 \text{ шт/ хв.}$$

Приймаємо 51 шт/хв.

Визначаємо кількість тістоподільних машин А2- ХТІ-Н-01 продуктивністю 40 – 100 шматків тіста за хвилину за формулою:

$$N = \frac{51,0 \cdot 1,05}{100} = 0,54 \text{ шт.}$$

Приймаємо одну машину.

Коефіцієнт використання тістоподільника

$$\eta = \frac{N_{mз}}{P} \leq 1$$

$$\eta = \frac{51,0}{100} = 0,51$$

Розрахунок обладнання для поділу тіста булочок з пажитником

Необхідну кількість тістових заготовок обчислюємо, виходячи з годинної продуктивності печі - 376,32 кг/год; та маси виробу – 0,1 кг.

$$N_{m.з} = \frac{376,32}{60 \cdot 0,1} = 62,7 \text{ шт/хв. Приймаємо } 63 \text{ шт/хв}$$

Кількість тістоподільних машин А2- ХТІ-Н-01:

$$N = \frac{63,0 \cdot 1,05}{100} = 0,66 \text{ шт.}$$

Приймаємо один тістоділильник

Коефіцієнт використання тістоподільника продуктивністю 100 шматків тіста за хвилину:

$$\eta = \frac{63,0}{100} = 0,63 \leq 1$$

Отже, для поділу тіста при виробництві булочок «Дієтичні» і булочок з ГФС приймаємо по одній роторній з лопатевим нагнітачем тіста тістоподільній машині А2-ХТІ-Н-01. Дана машина - модернізована модель тістоподільника А2-ХТН. В машині використані нові матеріали для робочих органів, краща і значно простіша конструкція приводу, поліпшені підшипникові вузли. В машині використані змінні ділильні головки [20].

Обладнання для остаточного вистоювання тістових заготовок

Для остаточного вистоювання тістових заготовок у пекарнях з шафовими печами використовують камерні вистоюванні шафи у комплект із стелажними візками і листами.

Розрахунок передбачає визначення необхідної кількості візків у шафовій камері для остаточного вистоювання тістових заготовок:

$$N_{віз}^{o.б} = \frac{N_{m.з}^{o.б}}{n_{віз}^л n} \quad (71)$$

де: $N_{m.з}^{o.б}$ - кількість тістових заготовок у шафі для остаточного вистоювання;

$n_{віз}^л$ - кількість листів на візку;

n – кількість тістових заготовок на листі визначено при розрахунку продуктивності печі, шт.

Кількість тістових заготовок у шафі для остаточного вистоювання:

$$N_{m.3}^{o.6} = \frac{P_{год} \cdot \tau_{o.вист}}{g_6 \cdot 60} \quad (72)$$

де: $P_{год}$ - годинна продуктивність печі, кг/год;

$\tau_{вист}$ – тривалість вистоювання, хв;

g_6 - маса виробів, кг.

Обладнання для остаточного вистоювання тістових заготовок булочок «Дієтичні»

Годинна продуктивність печі – 302,4 кг/год; тривалість вистоювання – 35 хв; загальна кількість листів на візку – 16 шт; кількість тістових заготовок на листі визначено при розрахунку продуктивності печі – 63 шт.

$$N_{m.3}^{o.6} = \frac{302,4 \cdot 35}{0,1 \cdot 60} = 1764,0 \text{ шт. тістових заготовок}$$

Необхідна кількість візків для остаточного вистоювання тістових заготовок:

$$N_{віз}^{o.6} = \frac{N_{m.3}^{o.6}}{n_{віз}^l \cdot n} \quad (73)$$

$$N_{віз}^{o.6} = \frac{1764}{16 \cdot 63} = 1,75 \text{ шт.}$$

Отже, у шафі для остаточного вистоювання тістових заготовок має бути два візка. Пропонуємо використовувати шафу для остаточного вистоювання марки Л4-ХПМ/5 [20].

Обладнання для остаточного вистоювання тістових заготовок для булочок з пажитником

Годинна продуктивність печі – 376,32 кг/год; тривалість вистоювання – 60 хв; загальна кількість листів на візку – 16 шт; кількість тістових заготовок на листі визначено при розрахунку продуктивності печі – 49 шт.

Кількість тістових заготовок у шафі для остаточного вистоювання:

$$N_{т.з}^{o.б} = \frac{376,32 \cdot 50}{0,1 \cdot 60} = 3136,0 \text{ шт. тістових заготовок}$$

Необхідна кількість візків для остаточного вистоювання тістових заготовок:

$$N_{віз}^{o.б} = \frac{3136}{16 \cdot 49} = 4,0 \text{ шт.}$$

Отже, у шафі для остаточного вистоювання тістових заготовок має бути чотири візки.

Розрахунок кількості лотків і контейнерів для зберігання булочних виробів

Для зберігання і перевезення дрібних виробів застосовують пересувні семиярусні вагонетки марки ВЛ з 28 чотирьох бортовими лотками. Розмір лотка 740x450 мм [20].

Кількість лотків за годину для зберігання одного виду виробів розраховуємо за формулою:

$$N_{л}^{zod} = \frac{P_{zod}}{n \cdot g_g} \quad (74)$$

де: n – кількість виробів на лотку. Згідно довідкових даних на один 4-х бортовий лоток укладають 40 шт булочок із пшеничного борошна масою 0,1 кг.

Необхідна кількість лотків для зберігання булочок «Дієтичні»:

$$N_{л}^{zod} = \frac{302,4}{40 \cdot 0,1} = 75,6 \text{ шт приймаємо 76 лотків}$$

Для булочок з пажитником:

$$N_{л}^{zod} = \frac{376,32}{40 \cdot 0,1} = 94,0 \text{ шт}$$

Кількість вагонеток, що вміщують 28 лотків для зберігання виробів протягом однієї години.

$$N_{ваг}^{zod} = \frac{N_{л}^{zod}}{N_{л}}. \quad (75)$$

Для булочок «Дієтичні»:

$$N_{ваг}^{год} = \frac{76}{28} = 2,7 \text{ шт}$$

Для булочок з пажитником:

$$N_{ваг}^{год} = \frac{94}{28} = 3,6 \text{ шт}$$

Ритм заповнення вагонеток, хв:

– Для булочок «Дієтичні»:

$$r = \frac{60}{2,7} = 22,2 \text{ хв}$$

– Для булочок з ГФС:

$$r = \frac{60}{3,6} = 16,7 \text{ хв}$$

Необхідна кількість вагонеток на термін зберігання виробів протягом 8 год:

– Для булочок «Дієтичні»:

$$N_{ваг} = 2,7 \cdot 8 = 21,6 \text{ шт. приймаємо 22 шт}$$

– Для булочок з ГФС:

$$N_{ваг} = 3,6 \cdot 8 = 28,8 \text{ шт. приймаємо 29 шт}$$

Отже, для забезпечення зберігання булочних виробів протягом 8 год необхідно вагонеток всього - 51 шт, в тому числі: для дієтичних булочок - 22 шт та 29 шт для булочок з ГФС.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

4.1 Охорона праці

Служба охорони праці

Згідно зі ст. 15 Закону «Про охорону праці» така служба обов'язково повинна бути створена на підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб у відповідності з Типовим положенням про службу охорони праці. Також має бути розроблено Положення про службу охорони праці цього підприємства, визначено структуру такої служби, її чисельність, основні завдання, функції та права її працівників.

На підприємствах з кількістю працівників менше 50 чоловік функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва (суміщення) особи, які мають відповідну підготовку. А на підприємствах з кількістю працівників менше 20 для виконання функцій служби охорони праці можуть на договірних засадах залучатися сторонні фахівці, які мають не менше трьох років виробничого стажу і пройшли навчання з охорони праці.

Положення, інструкції та інші акти з охорони праці.

Обов'язок роботодавця – затвердити документи, які передбачені ст. 13 Закону «Про охорону праці». Вони повинні встановлювати правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках і робочих місцях. Інструкції та інша документація з охорони праці розробляються на підставі положень законодавства з охорони праці, типових інструкцій та технологічної документації підприємства з урахуванням виду діяльності підприємства і конкретних умов праці на ньому, керівниками структурних підрозділів.

Інструктажі з питань охорони праці.

Перед початком роботи нового працівника роботодавець згідно зі ст. 29 КЗпП зобов'язаний проінформувати його під розписку про умови праці, наявні на його робочому місці. У тому числі, про всі небезпечні чи шкідливі виробничі

фактори, які ще не усунуто, та про можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівника, а також про можливі пільги та компенсації за роботу в таких умовах.

Крім того, при прийнятті на роботу всі працівники повинні за рахунок роботодавця пройти вступний інструктаж, навчання, перевірку знань, первинний інструктаж на робочому місці, стажування і набуття навичок безпечних методів праці. Тільки після цього працівники допускаються до самостійної роботи. Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці, а первинний – безпосередній керівник працівника. Надалі з працівниками повинні проводитися повторні інструктажі (раз на квартал при виконанні робіт підвищеної небезпеки або раз на півріччя), решту позапланові (при зміні правил охорони праці, зміни в обладнанні або при порушенні працівником правил охорони праці) та цільові інструктажі (зокрема, при разових роботах, не пов'язаних зі спеціальністю). Інформація про проведення інструктажів має вноситися до відповідного журналу, завірені підписом як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував.

Навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Згідно зі ст. 18 Закону «Про охорону праці» працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою або там, де є потреба у професійному доборі, повинні щороку проходити навчання і перевірку знань з питань охорони праці. Навчання з питань охорони праці таких працівників може проводитися як безпосередньо на підприємстві, так і іншим суб'єктом господарювання, що займаються таким навчанням. Перевірка знань працівників з питань охорони праці повинна здійснюватися відповідною комісією підприємства, склад якої затверджується керівником підприємства.

Проведення медичних оглядів

Згідно зі ст. 169 КЗпП роботодавець зобов'язаний за свої кошти організувати проведення попереднього (при прийнятті на роботу) та періодичних (протягом трудової діяльності) медоглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі. Також він зобов'язаний проводити щорічний

обов'язковий медогляд осіб віком до 21 року. Результати профмедогляду працівників у вигляді заключення фахівців про можливість допуску працівника до роботи заносяться в їх медичні довідки, які повинні зберігатися у роботодавця.

Засобами індивідуального захисту.

На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими температурними умовами, працівникам згідно зі ст. 164 КЗпП має безкоштовно видаватися спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту (ЗІЗ).

Атестація робочих місць.

На підприємствах, де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина та/або матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, які можуть негативно впливати на стан здоров'я працюючих, повинна проводитись атестація робочих місць за умовами праці. Така атестація повинна проводитись атестаційною комісією, склад і повноваження якої визначаються наказом по підприємству в строки, передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на 5 років. Порядок проведення такої атестації передбачений постановою КМУ від 01.08.1992 р. № 442. Відомості про результати атестації заносяться в картку умов праці.

Нещасні випадки

Згідно зі ст. 22 Закону «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний організувати розслідування та вести облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій у порядку, встановленому постановою КМУ від 30.11.2011 р. № 1232. За результатами такого розслідування роботодавець повинен затвердити акт за формою Н-5 та Н-1 (якщо він визнаний пов'язаним з виробництвом) [32].

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпосередньо назовні відповідно до ДБН В. 1.1-7-2002. Ширина евакуаційних шляхів та внутрішнє оздоблення приміщень та шляхів евакуації відповідають вимогам ДБН В. 1.1-7-2002;

- занулення і заземлення всього електрообладнання (корпуси трансформаторів, світильників, розподільних щитів, щитів управління) виконано відповідно до вимог ПУЕ.

- кабельні канали по території підстанції закриті вогнетривкими плитами. Місця підведення кабелів до осередків ЗРП-35кВ і 6кВ і до панелей ОПУ мають негорюче ущільнення;

- передбачено використання проєктованих маслоприймачів, масловідводів і маслосбірника для запобігання розтікання масла та розповсюдження пожежі при пошкодженнях маслонаповнених силових трансформаторів. Обсяг маслоприймача забезпечує прийом 100% масла, що міститься в корпусі трансформатора;

- виходи з РУ передбачені - два по кінцях;

- головна схема електричних з'єднань, схема власних потреб і схема оперативного струму, управління обладнанням та компонування обладнання та кабельного господарства електростанції виконані таким чином, щоб при виникненні пожеж в кабельному господарстві або поза ним була виключена одночасна втрата взаємнорезервуючих приєднань розподільних пристроїв;

- для кабельних ліній електростанції передбачені кабелі, які не поширюючи горіння;

- для основних потоків кабельних ліній на території підстанції застосовані залізобетонні лотки.

Відповідно до «Переліку однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та пожежної сигналізації», затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи» від 22.08.2005 № 161, приміщення підстанції підлягають обладнанню автоматичною установкою пожежної сигналізації.

Пожежна сигналізація в приміщеннях підстанції виконана у відповідності з вимогами ДБН В. 1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» та ДБН В.2 5-13-98 «Пожежна автоматика будинків і споруд»

Установки автоматичної пожежної сигналізації складаються з приймально-контрольного приладу (ПКП), пожежних сповіщувачів, світло-звукових оповіщувачів і кабельних ліній.

Прилад встановлений у приміщенні, в якому постійно знаходиться черговий персонал (ОПП).

Для виявлення ознак загоряння в приміщеннях, що захищаються, передбачені димові пожежні сповіщувачі СПД-3.2. На шляху евакуації встановлюються ручні пожежні сповіщувачі ДПР-1.

Сповіщувачі СПД-3.2 встановлюються на стелі приміщень. Кількість сповіщувачів у приміщенні визначено за середньою захищаємою сповіщувачем площі, з урахуванням того, що в кожному приміщенні має бути встановлено не менше двох сповіщувачів.

Ручні пожежні сповіщувачі ДПР-1 розміщуються на стіні, на висоті 1,7 м від рівня підлоги.

Сповіщувачі пожежної сигналізації групуються в шлейфи за територіальним принципом і підключаються до приладу пожежної сигналізації. Передбачена можливість передачі сигналу до пожежної частини за допомогою телефон-ного комунікатора ТК-1.

Передбачена можливість передачі сигналу про пожежу на пульт централізованого спостереження, централізованого відключення вентсистем.

Приміщення, обладнані пожежною сигналізацією, підлягають обладнанню системою оповіщення про пожежу першого типу згідно з додатком Е по ДБН В. 1. 1-7-2002. Згідне таблиці 6 ДБН В.1.1-7-2002 для цього типу оповіщення використовуються: пристрій світлозвуковий «Тортила», встановлений над дверима модуля ОПУ, а також оповіщувач світлозвукових «Тортила» С-05С-220 з написом «Вихід», встановлений над дверима в модулі ОПУ.

Також пожежобезпека забезпечується шляхом:

- розміщення відкритого устаткування, будівельних конструкцій і фундаментів на майданчику підстанції із забезпеченням шляхів евакуації з робочих місць при пожежі;

- організації доріг на підстанції для забезпечення проїзду пожежних машин;

- розміщення устаткування на підстанції із забезпеченням нормованих відстаней ПУЕ між токоведучими частинами, устаткуванням і іншими спорудами;

- застосуванням негорючих будівельних конструкцій при будівництві ПС35/10 кВ і лінії електропередачі;

- застосуванням силових і контрольних кабелів з не горючою ізоляцією;

- виконанням з'єднань і відгалужень проводів і кабелів за допомогою опресовки, зварювання і затисків для зниження перехідних опорів, небезпечних в пожежному відношенні;

- установкою блискавковідводів на території підстанції, з приєднанням їх до заземляючого пристрою підстанції;

- встановленням укомплектованого протипожежного устаткування і пристосуваннями:

- а) вуглекислотні вогнегасники ОУ-5 – 4 шт.;

- б) ящики з піском – 2 шт.;

- в) щит, укомплектований устаткуванням для гасіння пожежі, – 1 шт.

- щита з первинними засобами пожежогасіння і знаків, які указують його місцезнаходження;

- дотриманням безпечних по схльостуванню відстаней між проводами лінії електропередачі.

- автоматичне відключення від дії релейного захисту окремих елементів електричних мереж при виникненні коротких замикань;

- пояснювальні знаки за ГОСТ 12.4.026-79, що указують місцезнаходження засобів пожежогасіння (вогнегасників, піску, тапорів, відер та ін.).

Евакуація людей з приміщень у разі пожежі передбачається безпосередньо назовні.

Порядок планування, організації, проведення і забезпечення евакуації робітників, службовців промислового об'єкта та населення [22].

ВИСНОВКИ

1. Пажитник є джерелом вітамінів групи В, заліза, міді, калію та інших корисних речовин. Активні компоненти трігонелін та галактоманан, допомагають покращувати чутливість до інсуліну та знижують ризик коливань глікемії, що забезпечує безпечне вживання булочки при діабеті без шкоди для здоров'я. Також попереджує супутні діабету та інші захворювання.
2. Доведено що подрібнене насіння пажитника, введене у склад тіста, підвищує його харчову цінність, додає приємного горіхово-карамельного смаку, блідо-салатового забарвлення, покращує структуру виробу. Водночас воно здатне коригувати об'єм тіста, тому важливо ретельно регулювати його кількість у рецептурі.
3. Глюкозно-фруктозний сироп не лише є хорошим замінником цукру, але й забезпечує тривале збереження вологи, продовжує термін зберігання і покращує структуру виробу, роблячи її більш м'якою та привабливою зовні для споживачів.
4. Встановлено, що повна собівартість 1 т булочки з пажитником приносить прибуток підприємства становить 9570,3 грн, а роздрібна ціна однієї булочки складає 6,22 грн, що не перевищує середній ціновий сегмент ринку на булочні вироби. Реалізація продукції за розрахованою ціною дає можливість отримати переваги перед конкурентами в її реалізації та збільшити обсяги виробництва і відповідно прибуток.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Kukhtyn M., Vichko O., Kravets O., Karpyk H., Shved O., Novikov V. (2018). Biochemical and microbiological changes during fermentation and storage of a fermented milk product prepared with Tibetan Kefir Starter *Archivos Latinoamericanos de Nutrición. ALAN.* 68, 4
2. H. Karpyk, M. Kukhtyn, V. Selskyi, I. Nazarko, O. Pokotylo, M. Haidamaka (2021). Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96). 3-7.
3. H.V. Karpyk, O. I. Vichko, N. H. Kopchak, O. V. Shved (2022). Features of the production of bakery products from Rheum L. *Chemistry, Technology of Substances and Their Application. Food Technologies*, Lviv Polytechnic Publishing House, 2(5)
4. H. Karpyk, N. Sventa (2024). Stabilization of consumer characteristics of bread made from wheat flour with reduced baking properties *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 26(101), 41-47.
5. Kukhtyn M., Arutiunian D., Pokotylo O., Kravcheniuk K., Salata V., Horiuk Y., Karpyk H., Dalievska D. (2024). Microbiological characteristics of hard cheese with flax seeds *Potravinarstvo. Slovak Journal of Food Sciences*, 281-296.
6. Kukhtyn M., Arutiunian D., Pokotylo O., Kravcheniuk K., Salata V., Horiuk Y., Karpyk H., Dalievska D. (2024). Microbiological characteristics of hard cheese with flax seeds *Potravinarstvo. Slovak Journal of Food Sciences*, 281-296.
7. N.V. Pashova, H.I. Voloshchuk, N.M. Hrehirchak, H.V. (2018). Karpyk The effect of defatted oil seed flour and Jerusalem artichoke powder on the quality and safety of rye bread *Collection of scientific works "Food resources"*, K.: Institute of Food Resources of the National Academy of Sciences of Ukraine 11, 139 – 147

8. Айлін В. Сахін, Емануеле Занніні, Ельке К. Арендт Зниження вмісту цукру в хлібобулочних виробках: сучасні стратегії та технологія закваски як потенційний новий підхід. *Food Research International* Том 126, грудень 2019, 108583
9. Що таке глюкозно-фруктозний сироп [Режим доступу: www.fda.gov/food/food-additives-petitions/high-fructose-corn-syrup-questions-and-answers]
10. Alsemari, A., Alkhodairy, F., Aldakan, A., Al-Mohanna, M., Bahoush, E., Shinwari, Z., & Alaiya, A. (2014). The selective cytotoxic anti-cancer properties and proteomic analysis of *Trigonella Foenum-Graecum*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14, 1-9.
11. Shabil, Muhammed, Ganesh Bushi, Pavan Kalyan Bodige, Pavan Sagar Maradi, Bibhu Prasad Patra, Bijaya K. Padhi, and Jagdish Khubchandani. (2023). Effect of Fenugreek on Hyperglycemia: A Systematic Review and Meta-Analysis *Medicina* 59, no. 2: 248. <https://doi.org/10.3390/medicina59020248>
12. Бондаренко, Ю. В., & Дробот, В. І. (2009). Вплив глюкозно-фруктозного сиропу на споживчі властивості виробів.
13. Що таке глюкозно-фруктозний сироп [Режим доступу: <https://snabhim.com.ua/uk-ua/glukozno-fruktoviy-sirop>]
14. Що таке сорбіт та його застосування [Режим доступу: <https://1sa.com.ua/sorbit-pishhevoj-poroshok-saxarozamenitel-500-g.html>]
15. Використання та застосування сорбіту [Режим доступу: <https://tabletki.ua/uk/%D0%A1%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%82>]
16. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Київ : Руслана, 1998. 416 с. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві / В.І. Дробот та ін. Київ : Кондор, 2010. 440 с.
17. Самойчук К.О. та ін. Технологічне обладнання хлібопекарської і макаронної галузі: навчальний посібник. Київ : ПрофКнига, 2021. 372 с.

18. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях [Режим доступу: <https://studcon.org/ohorona-praci-ta-bezpeka-v-nadzvychnykh-sytuaciyah?page=4>]
19. Охорона праці на підприємстві та правила безпеки [Режим доступу: <https://te.dsp.gov.ua/ohorona-pratsi-na-pidpryyemstvi-shho-potribno-znaty>]

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

УДК 664.661

А.В. Сороцька, магістр, Г.В. Карпик к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЖИТНИКА В ТЕХНОЛОГІЇ ЗДОБНИХ ВИРОБІВ

A. V. Sorotska, master, H.V. Karpyk, Ph.D., Assoc. Prof.

STUDY OF THE FEASIBILITY OF USING FENUGREEK IN BUN TECHNOLOGY

Здобні хлібобулочні вироби мають суттєвий попит серед споживачів в більшості країн світу. Такі вироби, зазвичай виготовляються з пшеничного борошна вищого сорту, що на 70 % складається з крохмалю і містять цукор. Високий вміст вуглеводів в раціоні призводить до збільшення навантаження на травну систему організму людини й негативно впливає на здоров'я в цілому, може бути причиною порушення метаболізму, розвитку цукрового діабету, підвищує ризик хронічних захворювань. Доданий цукор є суперечливим та активно обговорюваним питанням. Для зменшення його дії рекомендовано використовувати цукрозамінники, які надають солодкий смак виробам й не мають впливу на енергетичний стан організму. До таких речовин відноситься й фруктоза. Її метаболізм відбувається незалежно від інсуліну. Слід відмітити, що фруктозу можна застосовувати тільки при діабеті легкого ступеня тяжкості без ожиріння в кількості не більше 0,5 г на 1 кг маси тіла на добу. Медики стверджують, що люди з цукровим діабетом, які дотримуються здорового харчування, можуть включати в свій раціон невелику кількість й цукру. Однак його слід вживати як частину поживної їжі.

Для контролю постпрандіального стрибка глюкози в крові Міжнародним консорціумом з якості вуглеводів рекомендовано звернути увагу на природні функціональні харчові інгредієнти. Одним із них є насіння пажитника. Науково доведено ефект зниження ним рівня глюкози в крові при діабетичних станах. Він багатий харчовими волокнами, білками, лізином, флавоноїдами, ліпідами, залізом. Близько 20 % насіння пажитника - це гелеутворювальна розчинна клітковина, подібна до гуарової камеді вівсяних висівок. З позитивної дії на здоров'я відмічається покращення травлення, зменшення запальних процесів. Вважається, що харчові волокна (слиз і галактоманнан), які входять в його склад, спричиняють зниження швидкості перетравлення та засвоєння вуглеводів після прийому їжі.

Отже, булочка із пажитником може бути корисною для людей із діабетом або тих, хто контролює рівень цукру в крові, за умови помірного споживання. Нами поставлено мету розробити рецептуру та технологію здобної булочки подовженого терміну зберігання зі зменшеним глікемічним індексом. Пропонуємо використовувати глюкозно-фруктозний сироп як замітник сахарози, а також подрібнене насіння пажитнику.

Література

1. Gamlath Shirani, Ravindran Ganesaranee. Extruded products with Fenugreek (*Trigonella foenum-graecium*) chickpea and rice: Physical properties, sensory acceptability and glycaemic index. *Journal of Food Engineering*, Volume 90, Issue 1, January 2009, Pages 44-52.
2. I. Stepanko Pastry of health direction. *Book of abstracts VI International Scientific and Technical Conference "Status and prospects of food science and industry"*, 22-23 September 2022. - Tern : PE Palianytsia V. A., 2022. - P. 34.

